آمار رسمی

نویسندگان

حمیدرضا نواب‌پور
محدثه صفاکیش
غلامرضا ایزدی

پاییز ۱۳۹۷

دیباچه

در تعریف گفته می‌شود آمار علمی است مرتبط با گرداوری و پردازش داده‌های عددی و استنباط درباره‌ی جامعه‌ای که داده‌ها از آن گرداوری شده‌اند. این تعریفی کلی و عمومی از آمار است که مولفه‌های بسیاری را در خود جای داده است. برای مثال مرحله‌ی گرداوری داده‌ها ناظر بر تمام فعالیت‌هایی است که باید انجام گیرد تا داده‌های کمی در خصوص یک یا چند متغیر گرداوری شود. همین‌طوراند مرحله‌های پردازش و استنباط. به‌طور معمول اجرای این مرحله‌ها با خطاهایی روبرو هستند که به خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری معروف هستند. این دو خطا به هم وابسته‌اند، زیرا با کاهش خطای نمونه‌گیری، خطاهای غیرنمونه‌گیری افزایش می‌یابد. لذا شناختن این خطاها، مدیریت آن‌ها و ایجاد تعادل بین آن دو، افزایش دقت داده‌های آمارگیری را سبب می‌شود. جمع این دو خطا، خطای کل آمارگیری را که معیاری مرتبط با کیفیت داده‌های آمارگیری است، تشکیل می‌دهد. اگر چه نمی‌توان میزان خطای کل آمارگیری را به صفر رساند اما می‌توان با کنترل خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری مقدار آن را کاهش داد. این امر، موضوع کتاب حاضر است.

به‌طور معمول کتاب‌های درسی با فرض شرایط ایده‌آل در گزینش نمونه، به بحث پیرامون یک موضوع خاص می‌پردازند. برای مثال کتاب‌های درسی نمونه‌گیری به‌طور معمول روی قسمتی از مرحله‌ی گرداوری داده‌ها که شامل روش‌های نمونه‌گیری در شرایط ایده‌آل است تمرکز می‌کنند. منظور از شرایط ایده‌آل، شرایطی غیر واقعی است. یعنی شرایطی که در آن به‌هنگام گزینش نمونه هیچ خطای غیرنمونه‌گیری‌ای رخ نمی‌دهد. بنا بر این کتاب‌های درسی به‌طور معمول در خصوص سایر مولفه‌های گرداوری داده‌ها مانند ساختن چارچوب نمونه‌گیری یا جبران نقص چارچوب نمونه‌گیری، کنترل خطاهای غیرنمونه‌گیری، کمی کردن این نوع خطای آمارگیری و ... بحث نمی‌کنند. این مولفه‌ها نقش عمده‌ای در کیفیت داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها دارند. همین‌طور است مرحله‌ی پردازش داده‌های آمارگیری‌ها. به این موضوع نیز در کتاب‌های درسی آماری پرداخته نشده است. آنچه که به‌تفصیل در برنامه‌ی کلاسیک آمار در مقطع‌های مختلف پرداخته شده است استنباط آماری است، آن هم در شرایط ایده‌آل. در شرایط واقعی، داده‌های نمونه‌ای آلوده به خطاهای غیرنمونه‌گیری هستند که استنباط بر مبنای آن‌ها نیاز به روش‌های غیر کلاسیک دارد. کتاب حاضر تلاشی است برای معرفی آمار در شرایط واقعی.

برخی از موضوع‌های ارائه‌شده در این کتاب پیچیده‌تر از دیگر موضوع‌ها هستند. این مباحث به‌صورت افزوده در پایان برخی فصل‌ها (فصل‌های سوم و چهارم) آورده شده‌اند. از تدریس این موضوع‌ها در درس «آمار رسمی» می‌توان صرف‌نظر کرد اگرچه که اطلاع عمومی از آن‌ها برای آمارشناسان آمارگیری مفید است، مانند روش‌های براورد واریانس (فصل سوم) و براورد کوچک‌ناحیه‌ای (فصل چهارم).

کتاب حاضر، شامل دوازده فصل است. فصل‌های اول تا ششم با هدف تدریس در دوره‌ی کارشناسی آمار (بدون افزوده‌های فصل‌های سوم و چهارم) و باقی فصل‌ها مناسب برای تدریس در دوره‌ی کارشناسی‌ارشد آمار رسمی تهیه شده‌اند.

در خاتمه بر خود لازم می‌بینیم تا از حمایت‌های بی‌دریغ پژوهشکده‌ی آمار برای خلق این اثر و نیز پیش‌نهادهای ارزنده‌ی سرکار خانم دکتر زهرا رضایی قهرودی در بهبود مطالب این کتاب قدردانی کرده و امیدوار باشیم که اثر تهیه‌شده بتواند براورده کننده‌ی نیازی از نیازهای آموزشی نظام تولید آمارهای رسمی در کشور باشد.

حمیدرضا نواب‌پور
محدثه صفاکیش
غلامرضا ایزدی

پاییز ۱۳۹۷

فهرست مطالب

۱ آشنایی ۱
۱-۱ مقدمه ۱
۱-۲ چرخه‌ی تولید داده ۱
۱-۳ نقش آمار در برنامه‌ریزی‌ها ۵
۱-۴ شکل‌گیری نظام‌های آماری ۷
۱-۵ آمارهای رسمی ۹
۱-۶ اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی ۱۰
۱-۷ پیشینه‌ی تولید آمارهای رسمی در ایران ۱۴
۱-۸ نظام آماری ملی ۱۵
۱-۹ ویژگی‌های یک نظام آماری ملی کارا ۱۷
۱-۱۰ خلاصه‌ی فصل ۱۷
تمرین ۱۹
مرجع‌ها ۲۴
۲ آمارگیری ۲۵
۲-۱ مقدمه ۲۵
۲-۲ طرح آمارگیری ۲۲
۲-۳ آماده‌سازی قبل از اجرا ۲۶
۲-۴ گرداوری و آماده‌سازی داده‌ها ۳۵
۲-۵ تحلیل داده‌ها ۳۶
۲-۶ مستندسازی ۳۱
۲-۷ خلاصه‌ی فصل ۳۱
تمرین ۳۲
مرجع‌ها ۴۰
۳ روش‌شناسی آمارگیری ۴۱
۳-۱ مقدمه ۴۱
۳-۲ ساختار خطای کل آمارگیری ۴۲
۳-۳ خطای نمونه‌گیری ۴۴
۳-۴ خطاهای غیرِنمونه‌گیری ۴۵
۳-۵ خطای بی‌پاسخی ۵۴
افزوده‌ی ۳آ-۱ روش‌های براورد واریانس ۷۰
۳-۶ خلاصه‌ی فصل ۸۷
تمرین ۸۸
مرجع‌ها ۱۱۱
۴ روش‌های تولید آمار ۹۳
۴-۱ مقدمه ۹۳
۴-۲ سرشماری ۱۱۴

۴-۳ آمارگیری نمونه‌ای ۱۰۷
۴ -۴ تولید آمار به روش ثبتی ۱۳۴
افزوده‌ی ۴آ-۱ انواع روش‌های نمونه‌گیری ۱۴۹
افزوده‌ی ۴آ-۲ آمارگیری‌های مقطعی و پانلی ۱۶۹
افزوده‌ی ۴آ-۳ فن براورد کوچک‌ناحیه‌ای ۱۵۵
۴-۵ خلاصه‌ی فصل ۱۹۸
تمرین ۲۰۰
مرجع‌ها ۲۰۲
۵ کیفیت داده‌های آمارگیری ۲۰۵
۵-۱ مقدمه ۲۰۵
۵-۲ مفهوم کیفیت در آمارهای رسمی ۲۰۶
۵-۳ کیفیت داده‌های آمارگیری از منظر آمارشناسان ۲۱۰
۵-۴ ارزیابی کیفیت داده‌های آمارگیری ۲۱۲
۵-۵ بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری ۲۱۵
۵-۶ چارچوب ملی تضمین کیفیت ۲۱۶
۵-۷ خلاصه‌ی فصل ۲۲۱
تمرین ۲۲۲
مرجع‌ها ۲۲۴
۶ پرسش‌نامه: ابزاری برای گرداوری داده‌ها ۲۲۵
۶-۱ مقدمه ۲۲۵
۶-۲ مرحله‌های تهیه‌ی یک پرسش‌نامه ۲۲۵
۶-۳ طراحی پرسش‌نامه ۲۲۹
۶-۴ متن پرسش‌نامه ۲۳۲
۶-۵ انواع پرسش‌ها ۲۳۴
۶-۶ قالب‌بندی پرسش‌نامه ۲۴۰
۶-۷ ارزیابی پرسش‌نامه ۲۴۳
۶-۸ خلاصه‌ی فصل ۲۵۴
تمرین ۲۵۶
مرجع‌ها ۲۵۷
۷ پاک‌سازی داده‌ها ۲۵۹
۷-۱ مقدمه ۲۵۹
۷-۲ انواع خطاهای مورد بررسی در ویرایش ۲۶۱
۷-۳ انواع داده‌ها و قاعده‌های ویرایشی ۲۶۲
۷-۴ روش‌های ویرایش ۲۶۵
۷-۵ خلاصه‌ی فصل ۲۷۱
تمرین ۲۷۳
مرجع‌ها ۲۷۴
۸ محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری ۲۷۵
۸-۱ مقدمه ۲۷۵
۸-۲ محرمانگی ۲۷۶
۸-۳ افشا ۲۷۷
۸-۴ انواع داده‌ها ۲۷۸
۸-۵ ارزیابی مطلوبیت داده‌های ایمن شده ۳۱۹

۸-۶ نرم‌افزارهای ایمن‌سازی داده‌ها ۳۲۰
۸-۷ خلاصه‌ی فصل ۳۲۱
تمرین ۳۲۳
مرجع‌ها ۳۲۴
۹ بار پاسخ‌گویی ۳۲۷
۹-۱ مقدمه ۳۲۷
۹-۲ مفهوم بار پاسخ‌گویی ۳۲۸
۹-۳ عامل‌های موثر بر بار پاسخ‌گویی ۳۳۰
۹-۴ ارزیابی بار پاسخ‌گویی ۳۳۲
۹-۵ رویکردهای ارزیابی بار پاسخ‌گویی ۳۳۹
۹-۶ راهکارهای کاهش بار پاسخ‌گویی ۳۶۷
۹-۷ خلاصه‌ی فصل ۳۷۰
تمرین ۳۷۲
مرجع‌ها ۳۷۳
۱۰ روش‌های پیش‌بینی جمعیت ۳۷۷
۱۰-۱ مقدمه ۳۷۷
۱۰-۲ روش‌های ریاضی پیش‌بینی جمعیت ۳۷۹
۱۰-۳ روش مولفه‌ای نسلی ۳۹۴
۱۰-۴ خلاصه‌ی فصل ۴۱۱
تمرین ۴۱۲
مرجع‌ها ۴۱۳
۱۱ رده‌بندی‌ها و استانداردهای آماری ۴۱۵
۱۱-۱ مقدمه ۴۱۵
۱۱-۲ استانداردهای آماری ۴۱۵
۱۱-۳ رده‌بندی‌های آماری ۴۲۰
۱۱-۴ خلاصه‌ی فصل ۴۳۰
تمرین ۴۳۲
مرجع‌ها ۴۳۳
۱۲ حساب‌های ملی ۴۳۵
۱۲-۱مقدمه ۴۳۵
۱۲-۲ مفهوم‌ها و متغیرهای پایه‌ای حساب‌های ملی ۴۳۷
۱۲-۳ مقدمه‌ای بر چارچوب حسابداری حساب‌های ملی ۴۴۲
۱۲-۴ نمایش تصویری رابطه‌های مفهوم‌های پایه‌ای ۴۴۵
۱۲-۵ کاربردهای نماگرهای حساب‌های ملی ۴۴۷
۱۲-۶ جدول داده-ستانده ۴۴۹
۱۲-۷ خلاصه‌ی فصل ۴۵۳
تمرین ۴۵۵
مرجع‌ها ۴۵۶
واژه‌نامه ۴۵۷
نمایه ۴۷۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱. فرایند تولید داده‌ی آماری ۲
شکل ۱-۲. فرایند تولید اطلاعات آماری ۶
شکل ۱-۳. روند تهیه‌ی یک برنامه‌ی توسعه‌ای ۷
شکل ۱-۴. دلیل‌های ضرورت تأسیس یک نظام آماری ۱۱
شکل ۲-۱. فرایند یک آمارگیری ۲۶
شکل ۳-۱. مولفه‌های خطای کل آمارگیری، خطای نمونه‌گیری و خطاهای غیرنمونه‌گیری ۴۳
شکل ۳-۲. کم‌پوشانشی چارچوب ۴۶
شکل ۳-۳. بیش‌پوشانشی چارچوب ۴۶
شکل ۳-۴. مدل ساده‌ی پاسخ ۵۱
شکل ۳-۵. مثالی از جامعه‌ی آمارگیری به تفکیک زیرجامعه‌های پاسخ‌ها و بی‌پاسخ‌ها ۶۳
شکل ۴-۱. نمایشی از جامعه‌ی هدف، چارچوب نمونه‌گیری و جامعه‌ی مورد نمونه‌گیری ۱۳۳
شکل ۴-۲. جریان کار در یک نظام آمارهای ثبتی ۱۳۷
شکل ۴-۳. نمایشی از پیوندهای بین دو جامعه‌ی A و B، یک به یک و یک به دو ۱۶۱
شکل ۴-۴. نمایشی از آمارگیری با پانل ثابت ۱۸۱
شکل ۴-۵. نمایشی از آمارگیری با پانل ثابت با زادها ۱۸۲
شکل ۴-۶. آ- پانل مکرر بدون تداخل ۱۸۳
شکل ۴-۶. ب- پانل مکرر با تداخل ۱۸۳
شکل ۴-۷. نمایشی از آمارگیری با پانل خرد شده ۱۸۶
شکل ۹-۱. انواع هزینه‌های اجرایی ۳۴۲
شکل ۹-۲. رویکردهای اجرای یک آمارگیری PRB ۳۶۰
شکل ۹-۳. روند نموداری گرداوری داده‌ها ۳۶۵
شکل ۱۲-۱. دنباله‌ی حساب‌ها و رابطه‌ی بین مفهوم‌های پایه‌ای حساب‌های ملی ۴۴۶

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱. جامعه‌ی باپاسخ‌ها و بی‌پاسخ‌ها ۵۸
جدول ۳-۲. اطلاعات حاصل از آمارگیری فرضی مثال ۳-۱ ..... ۷۹
جدول ۳-۳. اطلاعات مربوط به افراد نمونه‌ای با تحصیلات کم‌تر از کارشناسی ۸۱
جدول ۳-۴. اطلاعات طبقه‌های مورد بررسی در آمارگیری ۸۲
جدول ۳-۵. روش‌های خودگردانی مستقیم بدون جای‌گذاری ۱۰۵
جدول ۴-۱. نتیجه‌های ممکن برای P-نمونه و E-نمونه ۱۲۷
جدول ۴-۲. اطلاعات فرضی از P–نمونه و E–نمونه ۱۳۱
جدول ۵-۱. حوزه‌ها و اصل‌های چارچوب ملی تضمین کیفیت سال ۲۰۱۲ ..... ۲۱۸
جدول ۵-۲. مولفه‌های اصل ۱۵ در حوزه‌ی ۴ چارچوب ملی تضمین کیفیت سال ۲۰۱۲ . ۲۱۹
جدول ۶-۱. تفسیر مقدار آلفای کرونباخ استانداردشده ۲۵۳
جدول ۸-۱. میزان سرمایه‌گذاری موسسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسسه ۲۷۸
جدول ۸-۲. تعداد موسسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران بر اساس حضور در طرح‌های اقتصادی و نوع موسسه ۲۷۹
جدول ۸-۳. تعداد ساکنان برحسب متغیر رسته‌ای شغل ۲۷۹
جدول ۸-۴. تعداد ساکنان برحسب متغیر سلسله‌مراتبی منطقه‌ی شهرداری و جنسیت ۲۸۰
جدول ۸-۵. تعداد تخلف‌های مالیاتی بانک‌های منطقه‌ی پنج شهرداری تهران ۲۸۲
جدول ۸-۶. سطح حفاظتی بالا برای قاعده‌های شناسایی ۲۸۶
جدول ۸-۷. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش بازطراحی جدولی) ۲۹۰
جدول ۸-۸. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مقدماتی) ۲۹۱
جدول ۸-۹. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل) ۲۹۲
جدول ۸-۱۰. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل بر اساس نمادها) ۲۹۲
جدول ۸-۱۱. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل بر اساس نمادها) ۲۹۳
جدول ۸-۱۲. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۵ شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت ۲۹۵

جدول ۸-۱۳. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۵ شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت (پس از اجرای روش گردکردن استاندارد بر اساس پایه‌ی ۵) ۲۹۵
جدول ۸-۱۴. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۵ شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت ۲۹۶
جدول ۸-۱۵. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۵ شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت (پس از اجرای روش گردکردن تصادفی بر اساس پایه‌ی ۳) ۲۹۶
جدول ۸-۱۶. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (جدول تعدیل‌شده بر اساس سطح حفاظتی پایین) ۲۹۷
جدول ۸-۱۷. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (جدول تعدیل شده بر اساس سطح حفاظتی بالا) ۲۹۷
جدول ۸-۱۸. داده‌های اصلی و مبادله شده برای متغیر X با اجرای روش مبادله‌ی داده‌ای ۳۰۷
جدول ۸-۱۹. داده‌های اصلی و مبادله شده برای متغیر درامد با اجرای روش مبادله‌ی رتبه‌ای ۳۰۸
جدول ۸-۲۰. متغیرهای X و Y مربوط به رکوردهای یک گروه ۳۱۰
جدول ۸-۲۱. داده‌های اصلی و تجمیع شده برای متغیر درامد با اجرای روش تجمیع‌خرد . ۳۱۰
جدول ۸-۲۲. داده‌های اصلی و بازنمونه‌گیری شده برای متغیر درامد با اجرای روش بازنمونه‌گیری ۳۱۱
جدول ۸-۲۳. داده‌های اصلی قبل از اجرای روش بازکدگذاری سراسری ۳۱۷
جدول ۸-۲۴. داده‌های بازکدگذاری شده با اجرای روش بازکدگذاری سراسری ۳۱۷
جدول ۸-۲۵. داده‌ی پنهان‌سازی شده با اجرای روش پنهان‌سازی موضعی ۳۱۸
جدول ۸-۲۶. داده‌های کدگذاری شده با اجرای روش کدگذاری بالا و پایین ۳۱۹
جدول ۹-۱. تفسیر مقدار نماگر آمارگیری PRB ۳۶۶
جدول ۱۰-۱. جمعیت ایران در دوره‌ی ۱۳۳۵-۱۳۸۵ ..... ۳۷۹
جدول ۱۰-۲. داده‌های مورد نیاز روش دوجمله‌ای ۳۹۳
جدول ۱۰-۳. یافته‌های پیش‌بینی جمعیت ایران در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ با استفاده از روش‌های ریاضی ۳۹۳
جدول ۱۰-۴. پیش‌بینی مولفه‌ای جمعیت بر اساس الگوی مرگ زنان ایران در سال ۱۳۹۵ شمسی ۴۰۲
جدول ۱۰-۵. پیش‌بینی مولفه‌ای متولدین دختر بر اساس باروری زنان ایران در سال ۱۳۹۰ شمسی (هزار نفر) ۴۰۲
جدول ۱۰-۶. پیش‌بینی مولفه‌ای جمعیت بر اساس الگوی مرگ مردان ایران در سال ۱۳۹۵ شمسی ۴۰۳
جدول ۱۰-۷. پیش‌بینی مولفه‌ای متولدین پسر بر اساس باروری زنان ایران در سال ۱۳۹۰ (هزار نفر) ۴۰۳
جدول ۱۱-۱. نمونه‌ای از کدهای رده‌بندی ISIC ۴۲۲
جدول ۱۱-۲. رده‌بندی ISIC فعالیت‌های اقتصادی، ۲۰۰۸ ..... ۴۲۲

جدول ۱۱-۳. بخش‌های اصلی رده‌بندی CPC، ۲۰۱۳ ..... ۴۲۳
جدول ۱۱-۴. نمونه‌ای از رده‌بندی محصول خدمت‌های تولید مبل در رده‌بندی CPC، ۲۰۱۳ ..... ۴۲۴
جدول ۱۱-۵. بخش‌های رده‌بندی COICOP، ۲۰۰۰ ..... ۴۲۵
جدول ۱۱-۶. گروه‌های اصلی رده‌بندی ISCO-08، ۲۰۰۸ ..... ۴۲۶
جدول ۱۱-۷. سطح‌های اصلی آموزشی در رده‌بندی ISCED ۴۲۷
جدول ۱۱-۸. سطح‌های اصلی آموزشی در رده‌بندی ISCED-F ۴۲۷
جدول ۱۲-۱. دنباله‌ای ساده‌ای از حساب‌های اقتصاد داخلی ۴۴۳
جدول ۱۲-۲. مثالی از حساب دنیای خارج ۴۴۴
جدول ۱۲-۳. حساب کالاها و خدمت‌ها ۴۴۵
جدول ۱۲-۴. برخی نماگرهای عملکرد اقتصادی و کاربرد آن‌ها ۴۴۸

فصل ۱
آشنایی

۱-۱ مقدمه

در این فصل از چگونگی تولید داده‌ها صحبت می‌شود که اساس تولید اطلاعات آماری هستند. تعریف‌های داده، آمار، اطلاعات، و اطلاعات آماری ارائه می‌شوند. در ادامه به جایگاه اطلاعات آماری در حوزه‌های تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی و در پی آن به نقش نظام‌های آماری برای تولید و عرضه‌ی اطلاعات آماری پرداخته می‌شود. پس از آن، بحث آمارهای رسمی و اصل‌های حاکم بر تولید آن‌ها در یک نظام آماری ملی تشریح می‌شود. پیشینه‌ی تولید آمارهای رسمی در ایران بخش دیگر این فصل را به خود اختصاص داده است. پایان‌بخش این فصل مبحث نظام آمارهای ملی و ویژگی‌های یک نظام آماری ملی کارا خواهد بود.

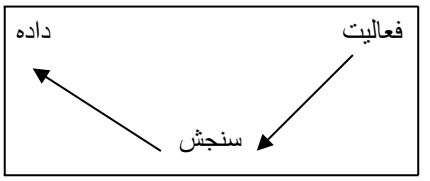
۱-۲ چرخه‌ی تولید داده

داده‌های مختلف «محصول» فعالیت‌هایی (تغییرها، حرکت‌ها، ساختن‌ها و...) هستند که پیوسته در جهان هستی با دخالت و یا بدون دخالت انسان رخ می‌دهند. برای مثال،

- تعداد دفعاتی که هر روز درب محل سکونت خود را باز و بسته می‌کنیم،
- تعداد افرادی که در یک شبانه روز متولد می‌شوند،
- میزان محصول یک مزرعه در هر بار کشت،
- میزان مصرف بنزین خودروهای شهر تهران در طول یک ماه،
- وسعت سالانه‌ی پیشرفت کویر در یک منطقه‌ی خاص و

هزاران مثال دیگر، همگی داده‌هایی هستند که از فعالیت‌های گوناگون به‌دست می‌آیند. داده «محصول» فعالیتی است که رخ داده است و با سنجش (اندازه‌گیری، شمارش یا محاسبه و مشاهده) در قالب «عدد و رقم» بیان می‌شود. به‌طور مثال در طول یک شبانه‌روز در یک شهر بارندگی صورت می‌گیرد (رخدادی روی داده است) ولی تا زمانی که ارتفاع بارندگی اندازه‌گیری

نشود، داده‌ای حاصل نخواهد شد، هر چند فعالیتی صورت گرفته باشد. به عبارت دیگر، فعالیت‌ها داده‌ها را می‌سازند و سنجش، آن‌ها را کمّی می‌کند. شکل ۱-۱ فرایند تولید داده‌های آماری را



شکل ۱-۱. فرایند تولید داده‌ی آماری

نشان می‌دهد.

با این وصف، لحظه به لحظه بر حجم منبع‌های (فعالیت‌های) ایجاد داده افزوده می‌شود و آدمی خود را در میان انبوهی از فعالیت‌ها می‌یابد که هر یک می‌تواند سازنده‌ی داده‌ای باشد.

با توجه به گستردگی و تنوع فعالیت‌ها از یک سو و محدودیت امکانات و ظرفیت‌ها از سوی دیگر، آدمی می‌داند که سنجش همه‌ی فعالیت‌ها نه برای او ممکن است و نه سودمند؛ بنا بر این باید از میان آن‌ها آنچه را که «***سودمند***» است گزینش کرده و با روشی مناسب بسنجد. برای مثال تعداد دفعاتی که یک فرد در طول ماه پلک می‌زند فعالیتی است که در حالت عادی بی‌اهمیت است پس به شمارش (سنجش) آن نمی‌پردازد در حالی که میزان مخارج ماهانه برای تنظیم دخل و خرج بااهمیت است پس هزینه‌های خود را در طول ماه محاسبه می‌کند تا بر اساس آنچه در حال حاضر رفتار می‌کند، نسبت به «ادامه یا اصلاح» رویه‌ی خود تصمیم بگیرد. وضعیت مشابهی نیز در سطح‌های بزرگتر نظیر یک سازمان و حتی کلان‌تر مانند یک کشور وجود دارد.

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که در میان انبوه فعالیت‌هایی که سنجش هر یک می‌تواند داده یا داده‌هایی را تولید کند، ملاک‌های انتخاب کدامند؟ به عبارت دیگر چه فعالیتی آن‌چنان مهم قلمداد می‌شود که باید به سنجش آن و تولید داده‌های مربوط اقدام کرد؟ برای تعیین ملاک‌های انتخاب باید توجه کرد که داده خبر از یک فعالیت می‌دهد و ما هنگامی در پی گرفتن خبر هستیم که پرسش یا مشکلی در خصوص آن فعالیت داشته باشیم و آن داده «کاربردی» در دادن پاسخ یا حل مشکل ما داشته باشد.

برای مثال وقتی درامد ماهانه فردی قبل از پایان ماه به اتمام می‌رسد، این پرسش و مشکل مطرح می‌شود که مگر چگونه هزینه کرده‌ام که خرجم بیش از دخلم شده است؟ این مسأله «نیازی» را در این فرد ایجاد می‌کند که از این پس تمام هزینه‌هایش را در طول ماه یادداشت کرده تا چگونگی مخارج ماهانه‌اش را مشخص کند. به این ترتیب قادر خواهد بود برای حذف برخی هزینه‌ها تصمیم بگیرد و برای شیوه‌ی هزینه‌های ماه‌های بعد برنامه‌ریزی کند. توجه کنید که یادداشت هزینه‌ها کاری ساده است و با یک مداد و کاغذ و در فرصت کوتاه، پایان روز قابل انجام است. این مثال ساده دو ملاک زیر را برای تعیین فعالیت‌هایی که سنجش و تولید داده برای آن‌ها مناسب است، نمایان می‌سازد:

اول، داده‌هایی که دارای «نقش موثرتری» در پاسخگویی به پرسشی یا حل مشکلی هستند و به تبع آن در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی‌های مرتبط با آن پرسش یا مشکل کاراترند در اولویت تولید قرار می‌گیرند. در واقع این داده‌ها «نیاز» ما را در تصمیمی که در پیش رو داریم و برنامه‌ای که برای رسیدن به مقصودی طراحی می‌کنیم براورده می‌سازند، و

دوم، تولید داده برای پاسخگویی به هر پرسش یا حل هر مشکلی منطقی نیست. سنجش فعالیت‌هایی که به تولید داده منجر می‌شود همواره ساده نیست و ممکن است وقت و هزینه‌ی زیادی صرف آن شود. بنا بر این باید اقدام به تولید داده‌ای کرد که «به موقع» آماده‌ی استفاده شود و در عین حال دشواری سنجش و هزینه‌ی تولید آن توجیه‌پذیر باشد.

با توجه به این دو ملاک، شمارش تعداد دفعات پلک زدن در طول ماه نه در حالت عادی سودمند است (کمکی به پاسخگویی به پرسشی یا حل مشکلی نمی‌کند) و نه اجرای آن ساده است زیرا فرد باید پیوسته حواس خود را بر پلک زدنش متمرکز کند تا تعداد آن‌ها را بشمارد و به این ترتیب نمی‌تواند به کار دیگری بپردازد، یعنی هزینه‌ی زیادی دربر دارد.

داده‌ها از جنبه‌های مختلفی دسته‌بندی می‌شوند. به‌طور مثال می‌توان بر حسب موضوع، داده‌های اقتصادی، اجتماعی و... را داشت. یک دسته‌بندی دیگر بر حسب نقش گرداورنده‌ی داده‌ها، آن‌ها را به دو نوع مشاهداتی و آزمایشی به شرح زیر تقسیم می‌کند.

داده‌های مشاهداتی: فرد اندازه‌گیر هیچ نقشی در ایجاد فعالیتی که داده محصول آن است، ندارد یعنی تنها مشاهده (اندازه‌گیری) می‌کند. در مثال مخارج خانوارها، آمارگیر تنها از میزان مخارج هر خانوار پرسش می‌کند و خود هیچ نقشی در میزان (افزایش یا کاهش) مخارج هر یک از خانوارها ندارد. بنا بر این، داده‌های مشاهداتی محصول فعالیت‌هایی هستند که بدون دخالت «مشاهده‌گر» رخ می‌دهند و او در آن‌ها نقشی ندارد.

داده‌های آزمایشی: هنگامی که فرد اندازه‌گیر خود کم و بیش در ایجاد یا کنترل فعالیت نقش داشته باشد، داده‌های حاصل را آزمایشی می‌گویند. برای مثال در مطالعه‌ی تاثیر چند نوع کود بر رشد نوعی گیاه، تعدادی گیاه کاشته و طبقه‌بندی می‌شوند و به هر طبقه یکی از کودها داده شده و سپس میزان رشد گیاه با ثابت نگه‌داشتن میزان دما، رطوبت و آبیاری اندازه‌گیری می‌شود. در این مثال، فرد خود اقدام به کاشت، طبقه‌بندی و توزیع کودها می‌کند و با این کار فعالیتی را «شکل می‌دهد» که منجر به رشد گیاهان تحت شرایط بیان‌شده، می‌شود. پس داده‌های آزمایشی محصول فعالیتی هستند که «آزمایش‌گر» کم و بیش در ایجاد یا کنترل آن دخالت دارد.

با این دسته‌بندی می‌توان گفت که **داده** مشخصه یا اطلاعی، به‌طور معمول عددی است که از طریق مشاهده یا آزمایش گرداوری می‌شود.

در دسته‌بندی دیگر، داده‌ها بر حسب شیوه‌ی گرداوری به سه دسته‌ی سرشماری، نمونه‌گیری و ثبتی تقسیم می‌شوند.

در سرشماری‌ها به تمام افراد یا اشیای تحت مطالعه مراجعه می‌شود و سنجش فعالیت مورد نظر بر تک‌تک آن‌ها صورت می‌گیرد. به این ترتیب در بهترین حالت از تمام آن‌ها داده‌ای وجود دارد. به‌طور مثال برای تعیین متوسط معدل دانش‌آموزان یک مدرسه به «تک‌تک آن‌ها» مراجعه و معدل‌شان یادداشت می‌شود تا بر اساس آن‌ها متوسط معدل دانش‌آموزان مدرسه به دست آید.

در نمونه‌گیری‌ها با روشی علمی تنها بخشی از افراد یا اشیای تحت مطالعه انتخاب می‌شوند و سنجش بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد. برای مثال به جای مراجعه به تمام دانش‌آموزان

مدرسه، «تعدادی» انتخاب شده و با مراجعه به آن‌ها معدل‌ها ثبت می‌شوند تا بر اساس معدل این تعداد، تقریبی از متوسط معدل همه‌ی دانش‌آموزان این مدرسه به‌دست آید.

در شیوه‌ی ثبتی‌مبنا، داده‌ها محصول ثبت‌های رایج و معمولی هستند که به‌طور مثال در یک سازمان در جریان است. برای مثال می‌توان بدون مراجعه به دانش‌آموزان و تنها با مراجعه به نظام کارنامه‌ی تحصیلی آن‌ها که در مدرسه وجود دارد به تمام معدل‌های دانش‌آموزان مدرسه دست یافت و به این ترتیب متوسط معدل دانش‌آموزان مدرسه را محاسبه کرد.

در پایان این بخش باید درباره‌ی چگونگی دریافت داده از یک واحد آماری که با سنجش صورت می‌گیرد صحبت شود. هر داده‌ی تکی نتیجه‌ی اندازه‌گیری از یک واحد آماری بوده که ممکن است یک انسان، یک بنگاه اقتصادی، یک جانور یا یک شیء باشد. در عمل و در وضعیت از پیش تعریف شده مجموعه‌ی داده‌هایی که از یک واحد آماری دریافت می‌شود در قالب قلم‌های آماری به‌عنوان مثال در یک پرسش‌نامه تنظیم می‌شوند. جنسیت، تحصیلات، درامد یک خانوار در یک ماه مشخص، هزینه‌ی غیر خوراکی یک خانوار در این ماه، و اشتغال به کار یک فرد در هفته‌ی منتهی به زمان آمارگیری مثال‌هایی از یک قلم آماری هستند. برخی از این قلم‌ها با یک پرسش مثل نوع مالکیت و برخی با چند پرسش مثل اشتغال فرد، اندازه‌گیری می‌شوند.

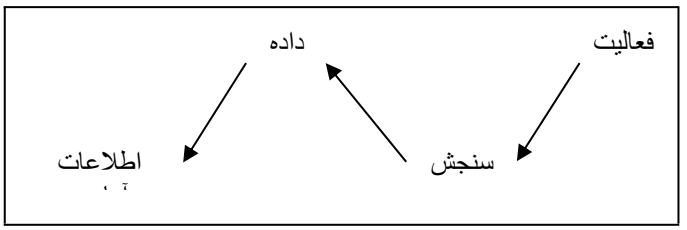
تعریف ۱-۱: *قلم آماری صفتی است که در یک آمارگیری توسط یک یا چند پرسش اندازه‌گیری می‌شود.*

۱-۳ نقش آمار در برنامه‌ریزی‌ها

فرض کنید بودجه‌ای وجود دارد که برای حمایت از اقشار کم درامد در کشور اختصاص یافته است. در حال حاضر کشور شامل ۳۱ استان است که هر یک باید سهمی از این بودجه ببرند. اکنون این پرسش مطرح می‌شود که این بودجه چگونه باید بین استان‌ها تقسیم شود؟ پاسخ ساده‌ی آن چنین است: استانی که شامل قشرهای محروم‌تر باشد، باید سهم بیش‌تری نیز از این بودجه ببرد. پس ضروری است «اطلاعاتی» از میزان محرومیت در استان‌های مختلف وجود داشته باشد تا بر اساس آن، توزیع «عادلانه و واقع‌بینانه‌ی» بودجه بین استان‌ها امکان‌پذیر شود. این اطلاع برای هر استان می‌تواند به‌طور مثال «متوسط درامد ماهانه‌ی خانوار» آن استان باشد که بر اساس «داده‌هایی» که از «درامد ماهانه‌ی خانوارها» در آن استان وجود دارد، محاسبه می‌شود.

در مثال بالا اطلاعات مورد نیاز از «پردازش» یعنی متوسط‌گیری داده‌ها به‌دست می‌آید. اما ممکن است هر داده خود یک اطلاع تکی قلمداد شود اگر چه مجموعه‌ای از داده‌ها نیز می‌توانند مبنای تهیه‌ی اطلاعات آماری دیگری باشند که از «پردازش» این داده‌ها به‌دست می‌آیند. برای مثال، میزان بارش باران در اولین روز ماه مهر در یک شهر نه تنها یک داده است بلکه اطلاعی از میزان بارش نیز محسوب می‌شود. اگر میزان بارش تک‌تک روزهای این ماه ثبت و متوسط بارش روزانه در این شهر و ماه بر اساس این ۳۰ داده محاسبه شود اطلاع دیگری نیز به دست خواهد آمد. آمار بارندگی در مهرماه در شهر مذکور با جمع‌کردن میزان بارندگی روزانه به‌دست می‌آید که خود اطلاع دیگری است. بدیهی است اطلاعی که از مجموعه‌ی داده‌ها محاسبه می‌شود در مقایسه با یک داده‌ی تکی دارای قابلیت اطلاع‌دهی جامع‌تری است. به‌عنوان

مثال درامد ماهانه‌ی یک خانوار یک اطلاع جزئی است در حالی که متوسط درامد ماهانه‌ی خانوارها، اطلاع جامع‌تری را در اختیار می‌گذارد. این نوع اطلاعات را «اطلاعات آماری» می‌گویند. شکل ۱-۲ فرایند تولید اطلاعات آماری را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲. فرایند تولید اطلاعات آماری

اطلاعات ممکن است جنبه‌ی کمّی نداشته باشند و قابل اندازه‌گیری نیز نباشند، مثل مقررات مربوط به صادرات و واردات، قانون انتخابات و بسیاری از اطلاعاتی که توسط رسانه‌های ارتباط جمعی منتشر می‌شوند. بنا بر این اطلاعات آماری زیرمجموعه‌ای از اطلاعات هستند. به عبارت دیگر هر اطلاع آماری یک اطلاع است ولی هر اطلاعی لزوماً یک اطلاع آماری نیست.

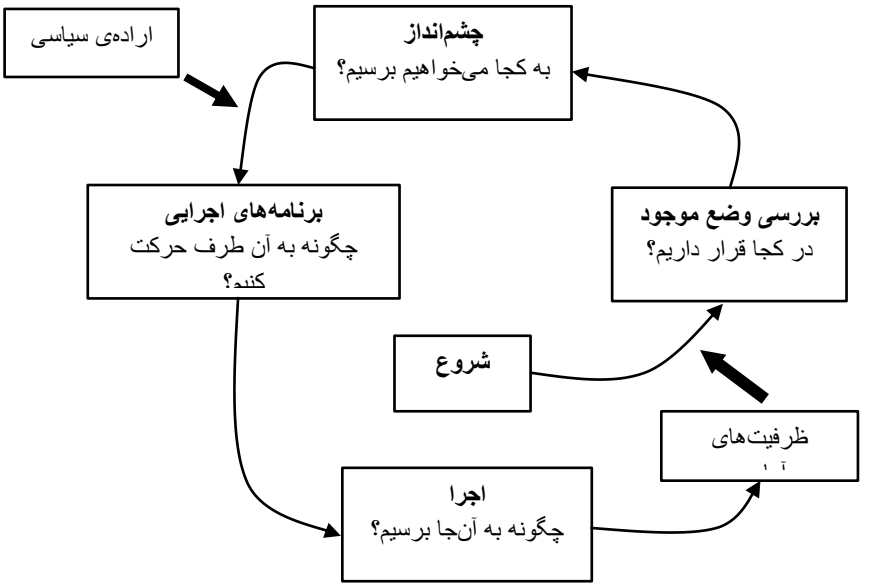
اطلاعات آماری دارای کاربردهای ویژه‌ای در امر «برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری» هستند زیرا قادرند وضعیت عمومی یک کشور، سازمان و ... را از ابعاد مختلف نمایان سازند. بعضی از کاربردهای کلّی به قرار زیر هستند.

۱-۳-۱ نقش آمار در برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای

برنامه‌ای بهینه است که برای رسیدن به هدف‌های خود تفاوت‌ها را با توجه به ظرفیت‌ها، محرومیت‌ها و نیازها در نظر گرفته باشد. برای مثال، در برنامه‌های کاهش بیکاری، توزیع اعتبارات باید بر حسب نرخ بیکاری استان‌ها و امکانات بالقوه و بالفعل آن‌ها صورت گیرد. اطلاعات آماری می‌توانند انعکاسی از تفاوت‌ها باشند تا بر اساس آن‌ها منبع‌ها و اعتبارات به‌صورت «عادلانه و واقع‌بینانه» بین بخش‌های مختلف تقسیم شوند. شکل ۱-۳ فرایند یک برنامه‌ی توسعه‌ای را نشان می‌دهد.

بررسی وضع موجود

یکی از عامل‌های موفقیت برنامه‌های توسعه‌ای آن است که بر اساس وضع موجود (شناسایی تفاوت‌ها و نیازها) طراحی شده باشند. ولی چون تمام عامل‌های تأثیرگذار قابل پیش‌بینی نیستند در جریان اجرای برنامه‌ها نیز باید دست به بازبینی مرحله‌های اجرا شده زد و بر اساس آن فعالیت‌ها



شکل ۱-۳. روند تهیه‌ی یک برنامه‌ی توسعه‌ای

را ارزیابی و در صورت نیاز آن‌ها را اصلاح کرد. اطلاعات آماری مبنای مناسبی برای این بازبینی هستند.

چشم‌انداز

چشم‌انداز در برنامه‌های توسعه‌ای شامل هدف‌های کیفی و کمی با در نظر گرفتن وضع موجود است. فرض کنید برنامه‌ریزان توسعه‌ای مایلند نرخ بیکاری را در طول برنامه و در سال انتهای برنامه‌ی ۵ساله‌ی توسعه‌ای تعیین کنند. این هدف‌گذاری برنامه‌ای مقدور نیست مگر آن‌که بدانند نرخ بیکاری در حال حاضر به چه میزان است. بنا بر این چشم‌انداز در برنامه‌های توسعه‌ای تصویر جایگاهی برای یک کشور است که برنامه‌ریزان توسعه‌ای با توجه به وضع موجود آن را ترسیم می‌کنند.

برنامه‌های اجرایی

در برنامه‌های توسعه‌ای، برنامه‌ریزان برای تحقق هدف‌های چشم‌انداز، برنامه‌هایی تهیه می‌کنند که اجرای آن‌ها باید کشور را به سمت تصویری که در چشم‌انداز برنامه‌ی توسعه‌ای ترسیم شده است، هدایت کنند. یکی از فعالیت‌هایی که به این مهم کمک می‌کند، بودجه‌ریزی سالانه است که حکم برنامه‌ریزی سالانه را برای تحقق هدف‌های سالانه‌ی برنامه‌ی ۵ساله دارد.

اجرای برنامه‌های اجرایی

پس از تهیه‌ی برنامه‌های اجرایی، اجرای آن‌ها از سال اول شروع برنامه با تزریق بودجه‌ی سالانه در بخش‌های مختلف که دستگاه‌های اجرایی خاصی مسئولیت توسعه‌ی این بخش‌ها را دارند، آغاز می‌شود. به‌طور مثال، وزارت‌خانه‌های آموزش و پرورش، علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مسئولیت توسعه‌ی بخش آموزش کشور را دارند. این وزارت‌خانه‌ها هستند که برنامه‌های توسعه‌ای و اجرایی را تهیه کرده و پس از طی مرحله‌های تصویب، آن‌ها را با نظارت سازمان برنامه و بودجه‌ی کشور اجرا می‌کنند.

در تمام فرایند برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌ها، آمارهای رسمی می‌توانند در خدمت برنامه‌ریزی و ارزیابی انجام برنامه‌های اجرایی قرار گیرند. برای مثال، محاسبه و انتشار نرخ‌های بیکاری فصلی یا شاخص تورّم ماهانه می‌توانند دولت را در ارزیابی موفقیت‌آمیز سیاست‌ها و اجرای برنامه‌ها کمک کرده و در صورت لزوم دولت را به سمت سیاست‌گذاری‌های جدید یا تغییر در برنامه‌های اجرایی یاری و هدایت کند.

در انتهایِ سالِ برنامه‌های توسعه‌ای، با تولید آمارهای رسمی، ظرفیت‌های آماری جدیدی برای کشور ایجاد می‌شود که می‌تواند در خدمت برنامه‌ی توسعه‌ای بعدی قرار بگیرد.

۱-۳-۲ مدیریت شواهدمبنا

در مدیریت شواهدمبنا، هر گونه تصمیم‌گیری بر اساس شواهد که همان اطلاعات هستند صورت می‌گیرد. همان‌گونه که اشاره شد در طول اجرای برنامه‌ی توسعه‌ای، این شواهد (اطلاعات آماری) هستند که مسئولان ذی‌ربط را به اتّخاذ سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های جدید یاری می‌دهند. به‌طور مثال، اطلاع از آمار ازدواج سالانه، میانگین سن ازدواج به تفکیک جنسیت، انگیزه‌های جوانان در این زمینه و ... می‌تواند مسئولان ذیربط را در اتّخاذ سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌هایی که ازدواج جوانان را تسهیل کرده و سبب کاهش میانگین سن ازدواج شود، یاری دهد.

این کاربردها در نگاه مدیریت شواهدمبنا، بسیار پررنگ هستند. در این نگاه، تصمیم‌گیری درباره‌ی هر موضوعی باید بر پایه‌ی تحلیل اطلاعات و استخراج شواهدی استوار باشد که وضعیت موجود را به‌خوبی نشان دهند و مناسب بودن تصمیم را برای بهبود وضعیت توجیه کنند. همچنین، باید موفقیت‌آمیز بودن فعالیت‌های فرایند اجرای برنامه، همواره بر اساس شواهدی بررسی و فرایند در صورت نیاز تصحیح شود.

۱-۳-۳ مقایسه‌های منطقه‌ای و بین‌المللی

مقایسه‌های آماری منطقه‌ای و بین‌المللی در ارتباطات بین کشورها دارای اهمیت است. استفاده از استانداردهای بین‌المللی می‌تواند در تبادل‌های اقتصادی، جذب توریست و... اهمیت داشته باشد. چنین مقایسه‌هایی می‌تواند به رتبه‌بندی کشورها و تعیین جایگاه آن‌ها در بین کشورها به لحاظ شاخص‌های اقتصادی کمک کند.

۱-۴ شکل‌گیری نظام‌های آماری

با تشکیل جامعه‌ها و شکل‌گیری حکومت‌ها، رهبران برای اداره‌ی جامعه و گسترش اقتدار خود نیاز به برنامه داشتند. همان‌طور که گفته شد برنامه‌ریزی نیز به شناخت وضع موجود نیاز دارد تا چگونگی حرکت، بر مبنای واقعیت صورت پذیرد و در صورت لزوم به درستی تصحیح شود

تا در نهایت به هدف خود نایل شود. این شناخت نیز تنها با کسب اطلاعات دقیق از موضوع‌های مختلف که وضع موجود را نمایان می‌ساختند، ممکن بود. بنا بر این همواره افرادی وجود داشتند که از میان انبوهی از داده‌ها، اطلاعات آماری مورد نیاز را به شکل‌های مختلف گرداوری، تولید و نگهداری کنند تا پاسخگوی نیازهای برنامه‌ای باشند.

با رشد و پیچیده‌تر شدن جامعه‌ها (تشکیل گروه‌های سیاسی، قومی، نژادی و ...) نقش و اهمیت برنامه‌ریزی در هدایت و اداره‌ی جامعه نیز بیش‌تر شده و مدیریت شواهدمبنا گسترش یافته است. به این ترتیب درخواست برای اطلاعات آماری با ویژگی‌های زیر نیز از سوی برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران افزایش یافته است:

- روزامد و دقیق باشد،
- متنوع باشد، و
- پوشش گسترده داشته باشد.

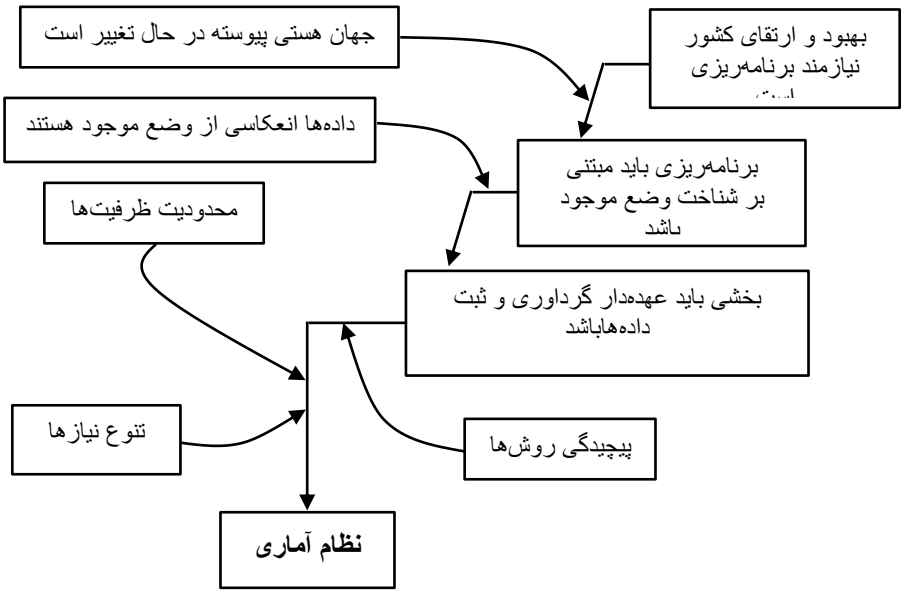
بنا بر این دولت‌ها به تشکیل نهادهایی برای گرداوری و تولید داده‌ها و تهیه‌ی اطلاعات آماری مورد نیاز خود اقدام کرده و قوانین و مقرراتی را برای شیوه‌ی عمل‌کرد آن‌ها تدوین کرده‌اند.

تشکیل نهادهای گوناگون برای تهیه‌ی اطلاعات آماری به تنهایی نمی‌تواند وضعیت بهینه‌ای را برای تهیه‌ی اطلاعات آماری به ارمغان آورد. با توجه به تنوع نیازها، محدودیت ظرفیت‌ها، پیچیدگی و گستردگی عملیات گرداوری و ثبت داده‌ها و برای جلوگیری از موازی‌کاری و پاسخگویی به تمام نیازهای آماری ضروری است نوعی یکپارچگی و انسجام بین تمام این نهادها حاکم باشد تا نیازها و اولویت‌ها به درستی تعیین شده و روش‌های استانداردی برای انجام فعالیت‌های آماری و شیوه‌ی ارتباطات واحدهای تولیدکننده‌ی آمار تعریف شود. این امر دولت‌ها را به سمت طراحی یک نظام آماری در سطح ملی سوق می‌دهد تا در سایه‌ی آن پیوسته اطلاعات آماری مورد نیاز را با اطمینان قابل قبولی در اختیار داشته باشند. عبارت «نظام آماری ملی» از دو بخش «نظام آماری» و «ملی» تشکیل شده است که در ادامه به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

یک نظام، مجموعه‌ای از رکن‌ها (واحدها) است که طبق قاعده‌ها و اصل‌هایی تعریف و به هم مرتبط شده و برای نیل به هدف‌هایی مشخص به‌طور هماهنگ عمل می‌کنند. با این تعریف، نظام آماری ملی شامل:

> مجموعه‌ای از واحدها است که در تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی، آموزش، و تولید آمار نقش دارند و نیز شامل مجموعه‌ی اصول، قوانین و مقرراتی است که تعامل درونی و برونی این واحدها را تعریف می‌کنند (سازمان ملل، ۲۰۰۳).

واژه‌ی ملی نیز در این عبارت، قلمرو فعالیت‌ها، وظایف و اختیارات نظام آماری را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، همان‌طور که یک سازمان می‌تواند دارای نظام آماری باشد، یک «کشور» نیز می‌تواند دارای یک نظام آماری باشد که در این حالت، نظام آماری ملی نامیده می‌شود. بدیهی است انتظاری که از یک نظام آماری «ملی» می‌رود بسیار گسترده‌تر از سایر نظام‌های آماری محدودتر است. شکل ۱-۴ دلیل‌های تشکیل یک نظام آماری را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴. دلیل‌های ضرورت تأسیس یک نظام آماری

۱-۵ آمارهای رسمی

آمار واژه‌ای است که معنای دوگانه ولی مرتبط به هم دارد. در معنای اول به «اطلاعات عددی» یعنی اعداد و ارقامی که به منظور خاصی تهیه و به شکل‌های مختلف (نمودار، جدول، شاخص، نماگر و ...) نمایش داده می‌شوند، اطلاق می‌شود. به‌عنوان مثال، در اخبار می‌شنویم و یا می‌خوانیم که آمارها نشان می‌دهند نرخ بیکاری رو به کاهش است یا آمارها گواهی بر این ادعا هستند که ابتلا به سرطان دستگاه تنفسی با مصرف سیگار مرتبط است. در معنای دوم، واژه‌ی آمار عنوانی برای یک شاخه‌ی علمی است؛ مجموعه‌ی فن‌های گرداوری داده‌ها، طبقه‌بندی و تلخیص آن‌ها و سرانجام نتیجه‌گیری از داده‌ها. ارتباط این دو در این واقعیت نهفته است که اگر «اعداد و ارقام» پیش‌گفته با روش‌های علمی به دست آمده باشند باید با کمک «علم آمار» باشد. به عبارت دیگر، استفاده از علم آمار شرط لازم برای تهیه‌ی آمارهای قابل استناد است. افرون[1] آمار را این‌گونه تعریف کرده است:

«آمار علم گرداوری داده‌ها به‌ویژه زمانی است که اطلاعات در شکل خرد به جای کلان است»

باید توجه داشت که آمار علم است، علم عدم حتمیت، مانند فیزیک. آمار ریاضیات نیست، بلکه از ریاضیات استفاده می‌کند. واژه‌ی آمار در عبارت «آمارهای رسمی» به معنای اول آن است ولی واژه‌ی رسمی، آن را به اطلاعات عددی خاصی محدود می‌کند. آمارهای رسمی به

[1] مصاحبه‌ای با گولیان چمپکین که در مجله‌ی سیگنی‌فیکنس در سال ۲۰۱۰ چاپ شده است.

اطلاعات عددی گفته می‌شوند که توسط دولت یا نهادها، شرکت‌ها و ... وابسته به دولت تولید و منتشر می‌شوند و اطلاعاتی را در مورد وضعیت عمومی کشور برای امور مدیریتی (برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری، و تصمیم‌گیری) به دست می‌دهند.

در این تعریف، آمارهای رسمی دارای جایگاه حاکمیتی هستند زیرا در امر مدیریت کلان کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند و دولت‌مردان و سیاست‌گذاران در برنامه‌ریزی‌ها و ارزیابی عمل‌کرد و بعدهای مختلف برنامه‌ها از آن‌ها کمک می‌گیرند. به همین دلیل دولت یا مرجع‌های دارای صلاحیت عهده‌دار تولید آن هستند.

آمارهای رسمی طیف وسیعی از اطلاعات آماری مرتبط با افراد، خانوارها، بنگاه‌های اقتصادی، مکان‌ها، رفتارها و ... را شامل می‌شوند؛ براورد میانگین هزینه و درامد خانوارها، پیش‌بینی جمعیت سال بعد، براورد تعداد ساختمان‌های خالی از سکنه، براورد تورّم، پیش‌بینی میزان تولید یک محصول کشاورزی، براورد نرخ بیکاری، رشد اقتصادی و... مثال‌هایی از آمارهای رسمی هستند. تولید آمارهای رسمی با چنین تنوعی آن هم در سطح کشور به اجرای فرایندی نیاز دارد که تنها «نظام آماری ملی» از عهده‌ی آن برمی‌آید. توجه به واژه‌ی فرایند از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا تولید آمار نتیجه‌ی فعالیت‌های مختلفی است: وضع قوانین و مقررات، تهیه و به‌کارگیری تعریف‌ها و استانداردها، تعیین نیازها و اولویت‌ها، به‌کارگیری روش‌های علمی، طراحی جنبه‌های اجرایی، استخراج و تحلیل داده‌ها و سرانجام انتشار و اطلاع‌رسانی اطلاعات آماری.

با توجه به کاربرد آمارهای رسمی (و به‌طور کلّی آمارها)، می‌توان آمارها را نوعی کالا و محصول قلمداد کرد که مشتریان و کاربران خود را دارند. با چنین نگاهی باید از کیفیت این محصول نیز سخن گفت. مولفه‌های کیفیت آمارهای رسمی در فصل ۵ تشریح خواهند شد.

در انتهای این بخش تعریف آمارهای رسمی از بایمر و لای‌برگ (۲۰۰۳) آورده می‌شود:

«تقریبا تمام کشورهای جهان دارای یک یا چند سازمان دولتی (به‌طور معمول موسسه‌های ملی) هستند که به تصمیم‌گیران و سایر کاربران شامل عموم مردم و جامعه‌ی پژوهش‌گران جریانی مستمر از اطلاعات ارائه می‌کنند (...). به این حجم از داده‌ها به‌طور معمول آمارهای رسمی گفته می‌شود. آمارهای رسمی باید هدف‌مند بوده و به سادگی در دسترس باشند و بر پایه‌ی مستمر تولید شده به‌طوری که امکان اندازه‌گیری تغییر وجود داشته باشد.»

۱-۶ اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی

پیش‌تر اشاره شد که آمار امری حاکمیتی است که در جنبه‌های مختلف هدایت و اداره‌ی امور کشور مورد استناد قرار می‌گیرد. این جایگاه، تولید آمارهای رسمی را از اهمیت ویژه‌ای برخوردار کرده به‌طوری که نظام گسترده‌ای به آن اختصاص یافته است. در این نظام برای حفظ مطلوبیت فعالیت‌های تولید و انتشار آمارهای رسمی باید اصل‌هایی حاکم باشند که در ادامه به شرح آن‌ها خواهیم پرداخت. لازم به ذکر است ۱۰ اصل زیر در آوریل سال ۱۹۹۴ میلادی به تصویب کمیسیون آمار سازمان ملل رسیده است. این اصل‌ها با تجدید نظر در مقدمه‌ی آن بار دیگر در سال ۲۰۱۳ میلادی به تصویب کمیسیون آمار سازمان ملل متحد رسید و در ماه جولای همان سال، این مقدمه و اصل‌ها توسط شورای اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل تائید شد.

اصل ۱. استقلال حرفه‌ای، بی‌طرفی و دسترسی برابر

آمارهای رسمی فراهم‌کننده‌ی عنصری ضروری در نظام اطلاعاتی یک جامعه‌ی آزاد هستند که آماره‌هایی را درباره‌ی اقتصاد، جمعیت‌شناسی، اجتماع، انرژی، محیط زیست و ... برای خدمت به دولت، اقتصاد و عموم مردم ارائه می‌کنند.

اصل ۲. استانداردها و اخلاق حرفه‌ای

به‌منظور حفظ اعتماد به آمارهای رسمی، لازم است موسسه‌های آماری بر اساس ملاحظه‌های حرفه‌ای شامل اصل‌های اخلاق حرفه‌ای، روش‌ها و شیوه‌های گرداوری، ذخیره‌سازی و نمایش داده‌های آماری عمل کنند.

اصل ۳. پاسخگویی و شفافیت

به‌منظور تسهیل در تفسیر داده‌ها، لازم است موسسه‌های آماری اطلاعات مربوط به استانداردهای علمی منبع‌ها، روش‌ها و شیوه‌های آماری را ارائه کنند.

اصل ۴. پیشگیری از استفاده‌ی نادرست

موسسه‌های آماری حق دارند درباره‌ی تفسیرها و استفاده‌های نادرست از آمارها اظهار نظر کنند.

اصل ۵. منبع‌های آمارهای رسمی

داده‌ها برای مقصودهای آماری می‌توانند از انواع منبع‌ها به دست آیند، از طریق آمارگیری‌ها یا رکوردهای ثبتی. موسسه‌های آماری باید منبع داده‌ای را با توجه به کیفیت، روزامدی، هزینه‌ها و بار پاسخگویان انتخاب کنند.

اصل ۶. حفظ محرمانگی

داده‌هایی که موسسه‌های آماری در آمارگیری‌ها از افراد حقیقی و حقوقی گرداوری می‌کنند به‌طور اکید محرمانه است و تنها برای هدف‌های آماری به کار گرفته می‌شوند.

اصل ۷. قانون آمار

قوانین، مقررات و معیارهایی که نظام‌های آماری تحت آن‌ها عمل می‌کنند باید در اختیار عموم قرار بگیرند.

اصل ۸. هماهنگی در سطح ملی

همکاری بین موسسه‌های آماری درون یک کشور برای سازگاری و کارایی نظام آماری ضروری است.

اصل ۹. استفاده از استانداردهای بین‌المللی

استفاده‌ی موسسه‌های آماری در هر کشور از مفهوم‌ها، رده‌بندی‌ها و روش‌هایی که سازگاری و کارایی نظام‌های آماری را در تمام سطح‌های رسمی ارتقا می‌بخشند.

اصل ۱۰. همکاری‌های بین‌المللی

همکاری‌های دو و چند جانبه‌ی آماری، نظام آمارهای رسمی را در تمام کشور بهبود می‌بخشد.

۱-۷ پیشینه‌ی تولید آمارهای رسمی در ایران

پیش‌تر به پیوند نزدیک آمارها با امر برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری و نیز به حاکمیتی بودن آن‌ها اشاره شد. از این رو منطقی است تاریخ شروع تولید آمار در جهان را در همان زمانی جستجو کرد که برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در زندگی بشر اهمیت یافت. از بدو پیدایش اولین تمدن‌های بشری و حکومت‌ها، تولید آمارهایی در زمینه‌های توان نظامی، مالیات، کشاورزی و... به چشم می‌خورند. به همین دلیل است که واژه‌ی «Statistics» به معنای آمار از واژه‌ی لاتین «Status» به معنای ایالت مشتق شده است.

سابقه‌ی آمارگیری‌های محدود و با شیوه‌های ابتکاری در ایران به سال‌های بسیار دور نظیر دوره‌ی هخامنشیان، اشکانیان و ساسانیان برمی‌گردد. در ایران باستان برای دریافت مالیات سرانه، جمع‌آوری سپاه و احصای پیروان ادیان مختلف سرشماری نفوس اجرا می‌شد. در زمان داریوش، واژه‌ی «شاهامار» به معنی سرشماری به کار می‌رفت و برای تعیین خراج نقدی و جنسی ایالت‌ها، از زمین‌های زراعی برحسب مساحت، وضع آبیاری، جنس زمین و تعداد باغ‌ها و اغنام و احشام آمارگیری و اطلاعات آن‌ها در دفاتری به نام قانون ثبت و بدین ترتیب میزان مالیات هر ایالت تعیین می‌شد.

اولین سرشماری از جمعیت تهران در سال ۱۲۴۶ هجری شمسی توسط مهندس عبدالغفار با تهیه‌ی شیوه‌نامه‌ای مفصل انجام شد. در این سرشماری جمعیت تهران برابر با ۱۵۵٬۷۳۶ نفر اعلام شد. دومین سرشماری جمعیت شهر تهران در سال ۱۲۶۲ هجری شمسی توسط میرزا سیّد شفیع مدیرلشکر انجام شد. در سال ۱۲۷۷ هجری شمسی اولین سرشماری مسکن در تهران توسط حسن اخضر علی‌شاه به اجرا در آمد (هوشمند، ۱۳۷۵). با وجود این سابقه، به کارگیری شیوه‌های به‌طور نسبی نظام‌یافته و تا اندازه‌ای گسترده را باید در ۱۰۰ سال اخیر جستجو کرد.

در سال ۱۲۹۵ شمسی، هیئت دولت مجموعه‌ای شامل ۴۱ ماده را برای تأسیس اداره‌ی ثبت احوال در وزارت داخله (وزارت کشور) تصویب کرد. در سال ۱۳۰۳ در همین اداره، بخشی برای تولید آمارهای جمعیتی اختصاص یافت و مقرراتی برای تعیین فعالیت‌های این بخش به تصویب رسید و نام این اداره به اداره کل «احصائیه و ثبت احوال» تغییر یافت.

در سال ۱۳۱۸ شمسی، قانون سرشماری از تصویب مجلس شورای ملی گذشت. در این قانون، وزارت کشور مامور اجرای سرشماری شد. عملیات اجرایی این سرشماری که شهر به شهر و با خانه‌نشین کردن مردم از طریق اعلان یک روز خاص به‌عنوان تعطیل عمومی در شهر صورت می‌گرفت (روش دوفاکتو)، با اشغال ایران در سوم شهریور ۱۳۲۰ متوقف شد. عملیات اجرایی این سرشماری تنها در ۳۵ شهر صورت گرفت.

به دلیل اهمیت یافتن اطلاعات آماری در حوزه‌های اجتماعی و اقتصادی که به گسترش فعالیت‌های آمارگیری منجر می‌شد، در سال ۱۳۳۱ بین وزارت کشور و سازمان برنامه در خصوص تولید آمار موافقت‌نامه‌ای امضا شد و به دنبال آن در سال ۱۳۳۲ لایحه‌ی «آمار و سرشماری» به مجلس وقت ارائه شد. این لایحه در سال ۱۳۳۴ به تصویب رسید که نتیجه‌ی آن تأسیس «اداره‌ی آمار عمومی» در وزارت کشور بود. به این ترتیب بخش آمارگیری از ثبت احوال رویدادهای چهارگانه (تولد، مرگ، ازدواج و طلاق) جدا شد و نظام آماری ملی تحولی دیگر یافت.

اداره‌ی آمار عمومی طبق ماده‌ی ۲ی قانون تأسیس خود دارای بودجه‌ی اختصاصی بود که دولت هر سال آن را تعیین می‌کرد. بر اساس ماده‌ی ۳ی این قانون، تمام وزارتخانه‌ها، موسسه‌های دولتی و بانک‌ها برای انجام آمارگیری‌ها موظف به همکاری با این اداره بودند. همچنین در این قانون به آموزش و تأمین نیروی انسانی متخصص و محرمانگی اطلاعات فردی توجه شده بود. نکته‌ی قابل توجه در این قانون، نگاه «تمرکز گرایانه‌ی» آن بود به‌طوری که انتخاب رئیسان اداره‌های آمار دستگاه‌های اجرایی، تعیین وظایف و نظارت بر اجرای طرح‌های آماری آن‌ها همگی توسط اداره‌ی آمار عمومی صورت می‌گرفت. اجرای کامل اولین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۳۵ انجام گرفت. به‌منظور تأمین نیروی انسانی و ظرفیت‌سازی آماری در کشور در سال ۱۳۳۷ موسسه‌ی آمار در دانشگاه تهران توسط این اداره تأسیس شد.

چون از یک سو اداره‌ی آمار عمومی از نظر نیروی انسانی و بودجه محدودیت داشت و نیازهای آماری جدیدی برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران ایجاد شده بود که فعالیت‌های تخصصی و پیچیده‌تری را در اداره‌ی آمار عمومی می‌طلبید و از سوی دیگر ضروری بود تولید آمار بی‌طرفانه و فارغ از ملاحظات سیاسی باشد لذا مجلس وقت قانون تأسیس مرکز آمار ایران را در سال ۱۳۴۴ تصویب کرد و به این ترتیب اداره آمار عمومی به مرکز آمار ایران تغییر نام داد و از وزارت کشور جدا و به «سازمان برنامه« وابسته شد.

تشکیل مرکز آمار ایران نگاه حاشیه‌ای فرایند تولید آمار را به نگاهی در متن تصمیم‌گیری تغییر داد و به نظام آماری ملی ثبات بخشید. تا پیش از تأسیس مرکز آمار ایران مسئولیت تولید آمار را یک اداره برعهده داشت که از جایگاه مناسبی برخوردار نبود در حالی که با تصویب قانون مرکز آمار ایران و وابستگی آن به سازمان برنامه بر ارتباط برنامه‌ریزی و اطلاعات آماری تاکید و نظام آماری ملی به «جایگاه واقعی» خود نزدیک شد. جایگاه مناسب نظام آماری ملی جایی است که از سیاست دور باشد تا بی‌طرفی آن حفظ شود، به بخش تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی کشور نزدیک باشد زیرا اطلاعات آماری باید در خدمت این بخش باشد. سرانجام به دلیل نوع فعالیت‌ها، هدایت و اداره‌ی آن باید به‌طور کامل حرفه‌ای و تخصصی صورت گیرد.

قانون تأسیس مرکز آمار ایران، مانند قانون تأسیس اداره‌ی آمار عمومی، نگاهی «تمرکزگرایانه» به نظام آماری ملی داشت. به همین دلیل رئیس آن با پیش‌نهاد مدیر عامل سازمان برنامه و با تائید هیئت وزیران تعیین می‌شد. در این قانون، مرکز آمار ایران عهده‌دار تمام فعالیت‌های تولید و پردازش داده‌های آمارگیری‌های واحدهای تولیدکننده‌ی آمار بود. برخی از مهم‌ترین وظایف آن در این قانون عبارت بودند از:

- تهیه‌ی طرح و اجرای برنامه‌های آماری، آمارگیری‌های نمونه‌ای و انجام سرشماری‌ها،
- پردازش، استخراج و انتشار آمارهای گرداوری شده،
- انتشار سالنامه‌ی آماری حاوی همه‌ی آمارهای کشور،
- انجام خدمت‌های آماری برای وزارت‌خانه‌ها و موسسه‌های دولتی و ملی، و
- تهیه و اجرای برنامه‌های کار آموزی برای تعلیم پرسش‌گران و کارشناسان مورد نیاز خود و سایر دستگاه‌های اجرایی کشور.

از تحولات نظام آماری ملی در این دوره، اجرای دومین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۴۵ و تأسیس موسسه‌ی آموزش عالی آمار در همان سال توسط مرکز آمار ایران به

منظور تربیت کادر فنی ارکان نظام آماری ملی و تحقق بند «هـه»ی مـاده‌ی ۲ی قـانون تأسیس مرکز آمار ایران مصوّب سال ۱۳۴۴ هجری شمسی بود.

با افزایش حوزه‌های جدید تولید آمار در کشور و نیز با پیشرفت فناوری و به منظور کاهش تمرکز در تولید آمار، در سال ۱۳۵۳ قانون تأسیس مرکـز آمـار ایـران مصـوّب سـال ۱۳۴۴ بـه شکلی «جامع» مورد بازبینی قرار گرفت و قانون بازبینی شده به تصویب مجلس وقت رسید. در مـاده‌ی ۳ی ایـن قـانون، تهیـه‌ی آمارهـای لازم بـه منظـور تـأمین نیازمنـدی‌های برنامـه‌ریزی و هدف‌های برنامه‌های عمرانی کشور از وظایف مرکز آمار ایـران قلمـداد شـده و در مـاده‌ی ۴ بـه اجرای سرشماری عمومی نفوس و مسکن هر ۱۰ سال یک‌بار تصریح شده است.

به‌منظور کاهش تمرکز در تولید آمارهای رسـمی و لـزوم همـاهنگی فعالیت‌هـای آمـاری در بین دستگاه‌های اجرایی مختلف، مواد ۱۰ تا ۱۵ این قانون به شورای عالی آمـار اختصـاص دارد (نظام‌نامه‌ی شورای عالی آمار در سـال ۱۳۱۴ شمسـی تنظـیم شـده بـود). در قـانون سـال ۱۳۵۳ شمسی، رئیس «سازمان برنامه و بودجه» و رئیس مرکز آمار ایران که معاون این سـازمان نیـز محسوب می‌شود به ترتیب رئیس و دبیر این شورا هستند. سایر اعضا را قائم مقام بانک مرکزی، معاون سازمان امور اداری و استخدامی کشور و معاونان ۸ وزارت‌خانه تشـکیل می‌دهنـد. در آن سال، سازمان برنامه به سازمان برنامه و بودجه تغییر نام داد.

پس از سال ۱۳۵۳ شمسی به‌مدت ۳۰ سال، بازبینی همه‌جانبه‌ای در خصوص نظـام آمـاری ملی صورت نگرفت ولی نظام آماری ایران تغییرهایی را در خود دید. برای مثال تا سـال ۱۳۵۹ مرکز آمار ایران برای اجرای فعالیت‌های آماری خود از ۱۸ واحد منطقه‌ای استفاده می‌کـرد کـه «تابع» مرکز آمار ایران بودند. در سال ۱۳۵۹ با تصویب مصوبه‌ای در شـورای عـالی انقـلاب، این واحدها در دفاتر برنامه و بودجه‌ی استان‌ها کـه وابسـته بـه سـازمان برنامـه و بودجـه بودنـد، ادغام شدند. با توجه به این ادغام، اجرای برنامه‌های مرکز آمار ایران در استان‌ها به معاونت‌های آمار و اطلاعات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان‌ها محول شده است که از نظـر تشـکیلاتی تابع مرکز آمار ایران نیستند. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، موسسـه‌ی آمـوزش عـالی آمـار در دانشگاه شهید بهشتی ادغام شـد و نظـام آمـاری از یـک واحـد آمـوزش عـالی آمـار بـا رویکـردی کاربردی محروم شد.

در سال ۱۳۷۸ مرکز آمار ایران به منظور ظرفیت‌سـازی آمـاری، آمـوزش حـین خـدمت و اجرای پژوهش‌های آماری، پژوهشکده‌ی آمار را تأسیس کرد.

با توجه به برنامه‌های ۵ ساله‌ی توسعه‌ی اقتصـادی، اجتمـاعی و فرهنگـی و سـند چشـم‌انداز ۲۰ساله‌ی کشور، ماده‌ی ۵۶ قانون برنامه‌ی چهارم توسعه‌ی کشور بر توسعه‌ی نظام آماری ملـی تاکید کرده است. از این رو بازبینی جامعی در نظام آماری ملی فعلی صورت گرفت و برنامـه‌ای نیز برای توسعه‌ی نظام آماری ملـی تهیـه شـد. ایـن برنامـه در تابسـتان سـال ۱۳۸۴ بـه تصـویب شورای عالی آمار و هیئت دولت رسید. به این ترتیـب نظـام آمـاری ملـی پـس از سـال‌ها بـا یـک استراتژی مشخص در مسیر توسعه قرار گرفت.

متأسفانه اجرای احکام برنامه‌ی ملی آمار در طول برنامه‌ی چهارم توسعه مورد غفلت واقع شد و توسعه‌ای که انتظار می‌رفت نظام آماری ملی با اجرای برنامه‌ی چهـارم بـه آن دسـت یابـد، انجام نشد. تقریباً مفاد همین برنامه‌ی ملی آمار در برنامه‌ی پنجم توسعه‌ی کشور به تصویب رسید و باز هم حکم‌های پیش‌بینی شده در آن که باید اقدام‌هایی توسط دستگاه‌های اجرایی مختلـف بـرای توسعه‌ی نظام آماری کشور انجام می‌گرفت، انجام نشد. از جمله‌ی این حکم‌ها تأسیس رشته‌ی آمار

رسمی به‌منظور تربیت نیروی انسانی مورد نیاز نظام آماری ملی ایران بود که باید توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام می‌شد که در پایان دو برنامه‌ی توسعه‌ای ۵ساله محقق نشد.

۱-۸ نظام آماری ملی

در بخش‌های قبل ضرورت تولید آمارهای رسمی به‌منظور تهیه و اجرای برنامه‌های توسعه‌ای در کشورها و نیز اصل‌های بنیادین ناظر بر تولید و انتشار این آمارها تشریح شد. آمارهای رسمی حاصل عمل‌کرد نظامی است که به آن نظام آماری ملی گفته می‌شود. این نظام دارای ارکانی است که کارکرد آن‌ها در چارچوبی تعریف شده منجر به تولید آمارهای رسمی می‌شود.

تعریف ۱-۲. *نظام آماری ملی، مجموعه‌ای از واحدهای تولید کننده‌ی آمار دولتی یا وابسته به دولت هستند که به گردآوری، پردازش و اطلاع‌رسانی آمارهای رسمی می‌پردازند (سازمان ملل، ۲۰۰۳).*

با تعریف بالا، نظام آماری ملی، مجموعه‌ی وسیعی از دستگاه‌های دولتی و واحدهای آموزشی که از بودجه‌ی دولتی استفاده می‌کنند و شرکت‌های وابسته به دولت را شامل می‌شود.

عمل‌کرد هر نظام آماری ملی باید تابع قانونی خاص و شیوه‌نامه‌ها و استانداردهای اجرایی باشد که در تشریح اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی در مورد قانون آمار و استانداردهای اجرایی برای تولید آمارهای رسمی توضیح داده شد.

۱-۸-۱ انواع نظام‌های آماری ملی

نظام‌های آماری ملی بر حسب شیوه‌ی عمل‌کرد به دو نوع متمرکز و غیر متمرکز تقسیم‌بندی می‌شوند. کشورها بر اساس ویژگی‌هایی که دارند دارای یکی از این دو نوع نظام آماری هستند *(سازمان ملل، ۲۰۰۳)*.

تعریف ۱-۳. *یک نظام آماری ملی متمرکز است، اگر مدیریت برنامه‌های تولید آمارهای رسمی با مسئولیت یک واحد آماری ملی انجام شود.*

تعریف ۱-۴. *یک نظام آماری ملی غیرمتمرکز است، اگر در آن به غیر از واحد آماری ملی، دستگاه‌های دیگر نیز به‌صورت مستقل و البته هماهنگ با سایر رکن‌های نظام به تولید و انتشار آمارهای رسمی بپردازند.*

۱-۱-۸-۱ نظام آماری ملی متمرکز

در حال حاضر با توجه به پیشرفت‌های آموزش عالی آمار و فناوری اطلاعات، کم‌تر کشوری را می‌توان یافت که دارای نظام آماری ملی متمرکز باشد. این نوع نظام آماری ملی می‌تواند در کشورهایی با جمعیت کم و وسعت محدود که دارای افراد متخصص و منبع‌های محدود هستند، وجود داشته باشد. این نوع نظام آماری ملی دارای مزیت‌هایی است که در زیر می‌آیند:

- تمرکز نیروی انسانی متخصص محدود در یک مرکز،
- ایجاد هماهنگی در برنامه‌های آماری در یک مرکز،

- تمرکز ابزارهای محدود و شیوه‌های تخصصی استفاده از آن‌ها در یک مرکز،
- تضمین کیفیت، بی‌طرفی و دوری از دخالت‌های سیاسی،
- اطمینان پاسخ‌گویان با تعامل با یک مرکز به‌منظور همکاری در طرح‌های آمارگیری،
- اعتماد بیش‌تر کاربران به آمارهای تولید شده در یک مرکز،
- اطمینان بیش‌تر به یک مرکز در رعایت اصول حفظ محرمانگی اطلاعات آماری، و
- متعادل‌سازی اولویت‌های تولید آمار با توجه به منبع‌ها و اعتبارات در یک مرکز.

۲-۱-۸-۱ نظام آماری ملی غیرمتمرکز

نظام‌های آماری ملی به لحاظ عمل‌کرد به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. یک گروه نظام‌های آماری ملی هستند که در ارتباط با واحدهای تولید کننده‌ی آمار تعریف می‌شوند و گروه دیگر در ارتباط با عدم تمرکز منطقه‌ای تعریف می‌شوند.

آن گروه از نظام‌های آماری ملی که در ارتباط با واحدهای تولیدکننده‌ی آمار تعریف می‌شوند، خود به سه رده‌ی زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

آ) نظام آماری ملی غیرمتمرکز با وجود اختیار هماهنگی متمرکز،

ب) نظام آماری ملی غیرمتمرکز بدون کنترل و هماهنگی متمرکز در تولید آمار، و

پ) نظام آماری ملی غیرمتمرکز با کنترل و هماهنگی متمرکز در تولید آمار.

در حال حاضر نظام آماری ملی غیرمتمرکز از نوع آ، دیگر وجود خارجی ندارد و بیش‌تر نظام‌های آماری به لحاظ واحدهای تولید کننده‌ی آمار از نوع ب و پ هستند. در نظام‌های اخیر علاوه بر واحد آماری ملی که مسئولیت تولید برخی از آمارهای رسمی را داشته و هدایت نظام آماری ملی را به عهده دارد، سایر دستگاه‌ها و نهادها نیز به تولید و انتشار آمارهای رسمی در حوزه‌ی ماموریت خود می‌پردازند.

این نوع نظام‌های آماری ملی غیرمتمرکز، در ارتباط با واحدهای تولیدکننده‌ی آمار در خارج از واحد آماری ملی تعریف می‌شوند که متفاوت با نظام‌های آماری ملی غیرمتمرکز نوع دوم هستند که با عدم تمرکز منطقه‌ای تعریف می‌شوند.

نظام‌های آماری ملی که به لحاظ منطقه‌ای غیر متمرکزند، دو لایه‌ای هستند. یعنی به‌جز ستاد مرکزی واحد آماری ملی واحدهای آماری منطقه‌ای (استانی، ایالتی و ...) وابسته به ستاد مرکزی نیز وجود دارند که نقش آن‌ها گرداوری داده‌ها طبق روش‌ها و شیوه‌نامه‌های ابلاغی از ستاد مرکزی است.

در برخی از نظام‌های آماری ملی، واحدهای آماری منطقه‌ای علاوه بر مسئولیت گرداوری داده‌ها در طرح‌های ملی، نقشی مهم در انتشار آمارهای منطقه‌ای دارند. در این نوع نظام ممکن است آمارهایی خاص توسط ستاد مرکزی و آمارهایی در زمینه‌های دیگر توسط واحدهای آماری منطقه‌ای تولید و منتشر شوند (مانند نظام آماری استرالیا).

در نوع دیگر نظام آماری غیرمتمرکز، واحدهای آماری منطقه‌ای به‌طور مستقیم زیر نظر واحد آماری ملی نیستند، بلکه بخشی از دستگاه اجرایی منطقه‌ای هستند (مانند نظام‌های آماری ملی آلمان و سوئیس).

۱-۹ ویژگی‌های یک نظام آماری ملی کارا

رسالت نظام‌های آماری ملی تولید و انتشار نیازهای آماری تصمیم‌گیران، برنامه‌ریزان، پژوهش‌گران، منتقدان برنامه‌ها و عموم مردم است. نظام‌های آماری ملی علاوه بر ویژگی‌های روزامدی، هزینه‌ی کم و کیفیت بالا در تولید آمارهای مورد نیاز برای کارایی بالا باید دارای ویژگی‌های دیگری باشند که در ادامه فهرست می‌شوند.

۱. وجود قانون آمار شامل
   - وظایف واحد آماری ملی،
   - وابستگی سازمانی واحد آماری ملی،
   - شیوه‌ی انتصاب رئیس واحد آماری ملی،
   - شورای آمار (برای هماهنگی‌های آماری)،
   - نحوه‌ی ارتباط ارکان نظام آماری،
   - محرمانگی اطلاعات هویتی واحدهای آماری،
   - تشویق به همکاری در طرح‌های آماری،
   - جریمه‌ی عدم مشارکت در آمارگیری‌ها و ....
۲. حفظ مشروعیت و اعتبار
۳. بی‌طرفی سیاسی: اجتناب از جبهه‌گیری‌های سیاسی
۴. براورده ساختن اولویت‌های آماری در سطح‌های ملی و استانی
۵. وجود ساز و کارهایی برای هماهنگی در تولید آمار بین رکن‌های نظام آماری
۶. ساز و کارهایی برای متعادل کردن اولویت‌های آماری
۷. کاربر محوری در اطلاع‌رسانی آماری
۸. وجود یک محیط پشتیبان فنی
۹. در دسترس بودن مشخصه‌های آمارهای تولیدی (شیوه‌ها، خطاها، نحوه‌ی برخورد با خطاها و ...).

۱-۱۰ خلاصه‌ی فصل

داده‌ها محصول فعالیت‌هایی هستند که پیوسته در جهان هستی، با یا بدون دخالت انسان رخ می‌دهند. از بین انبوه فعالیت‌هایی که به‌طور شبانه‌روز می‌توانند منجر به تولید داده شوند، فعالیت‌هایی برای تولید داده مد نظر قرار می‌گیرند که نیاز ما در تصمیمی که پیش رو داریم و برنامه‌ای که برای رسیدن به مقصودی طراحی می‌کنیم، براورده سازند. داده‌ی آماری به مشخصه یا اطلاعی به‌طور معمول عددی گفته می‌شود که از طریق مشاهده گرداوری می‌شود. از پردازش داده‌ها، اطلاعات آماری به دست می‌آیند که کاربردهای ویژه‌ای در امر برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری و مدیریت شواهدمبنا دارند. آمارهای رسمی نوعی اطلاعات آماری هستند که توسط دولت یا نهادهای وابسته به آن تولید و منتشر می‌شوند و برای برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های کلان و مهم کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند. به دلیل اهمیت ویژه‌ی آمارهای رسمی و لزوم حفظ مطلوبیت، کیفیت و بی‌طرفی در تولید و انتشار آن‌ها، اصل‌هایی تحت عنوان اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی توسط بخش آمار سازمان ملل متحد به تصویب کشورهای

عضو رسیده و به‌عنوان چارچوبی برای تولید و انتشار آمارهای رسمی مورد توافق کشورها است.

تولید آمارهای رسمی در ایران به سال‌های بسیار دور برمی‌گردد. ولی تولید این آمارها از سال ۱۳۴۴ با تشکیل مرکز آمار ایران و همچنین با بازنگری و تصویب قانون مرکز آمار ایران در سال ۱۳۵۳ از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شد. تولید و انتشار آمارهای رسمی در هر کشور حاصل عمل‌کرد نظامی است که به آن نظام آماری ملی گفته می‌شود. نظام آماری ملی مجموعه‌ای از واحدهای دولتی یا وابسته به دولت هستند که به گرداوری، پردازش و اطلاع‌رسانی آماری می‌پردازند. هر نظام آماری از نظر نحوه‌ی تقسیم وظایف می‌تواند متمرکز، غیرمتمرکز یا دارای حالتی بینابین باشد.

تمرین

۱. سازمان ملل متّحد هر ساله جمعیت کره‌ی زمین را اعلام می‌کند، آیا این آمار یک آمار رسمی است؟ توضیح دهید.

۲. در مرحله‌های تهیه‌ی یک برنامه‌ی توسعه‌ای، نیاز به آمارهای رسمی در چه مرحله‌هایی احساس می‌شود؟ توضیح دهید.

۳. هدف‌های تولید و انتشار آمارهای رسمی را فقط نام ببرید.

۴. نظام آماری ملی ایران متمرکز است یا غیر متمرکز؟ توضیح دهید.

۵. در صورت نبود یا کم‌بود آمارهای رسمی، مدیریت شواهدمبنا بر چه اساسی انجام می‌شود؟

۶. نتیجه‌ی رعایت اصل ۳ از اصل‌های بنیادین تولید آمارهای رسمی در یک نظام آماری ملی را شرح دهید.

۷. عدم رعایت اصل ۹ از اصل‌های بنیادین تولید آمارهای رسمی در یک نظام آماری ملی چه چالش‌هایی را برای این نظام آماری ایجاد می‌کند؟

۸. قانون تأسیس مرکز آمار ایران در سال ۱۳۴۴ شمسی نظام آماری ملی را به‌صورت متمرکز ترسیم کرده بود. آیا در این سال قانون‌گذار می‌توانست نظام آماری ملی غیر متمرکز را برای کشور ایجاد کند؟ توضیح دهید.

۹. ویژگی‌های ۳، ۷ و ۹ از ویژگی‌های یک نظام آماری کارا را توضیح دهید.

۱۰. ارزش داده‌های آماری در چیست؟

مرجع‌ها

هوشمند، غلامرضا (۱۳۷۵)، *مروری بر تاریخچه‌ی سرشماری‌ها و آمارگیری‌های ایران و جهان از دیرباز تا کنون*، تهران: سازمان برنامه و بودجه‌ی استان تهران.

Biemer, P. P., and Lyberg, L. (2003), *Introduction to Survey Quality*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

United Nations Statistics Division (2003), *Handbook of Statistical Organisation: The Operation and Organization of a Statistical Agency*, New York: United Nations.

فصل ۲
آمارگیری

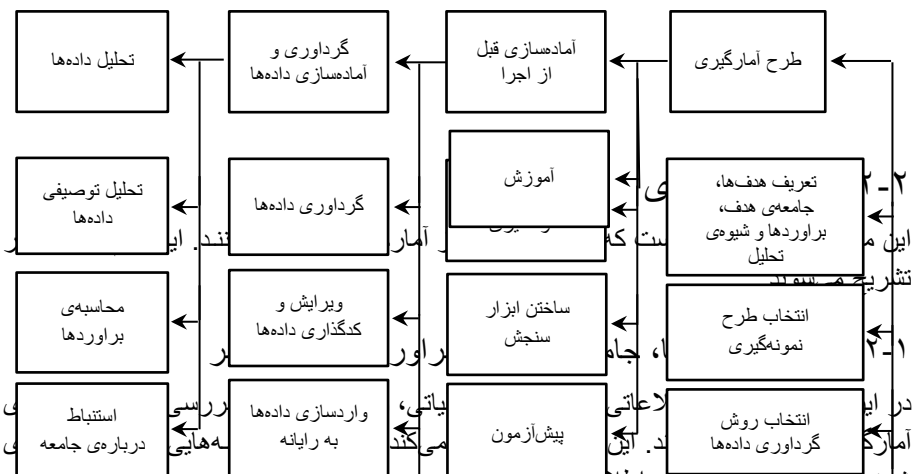
۲-۱ مقدمه

تولیدکنندگان و شرکت‌های تجاری بزرگ و در سطحی وسیع‌تر دولت‌ها برای مقصودهای تجاری و نیز پیش‌برد برنامه‌ها و سیاست‌های خود با انجام آمارگیری‌های اجتماعی-اقتصادی یا اجرای نظرپرسی‌ها اطلاعات آماری مورد نیاز برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را فراهم کرده و شیوه‌های تصمیم‌گیری و سیاست‌های خود را مبتنی بر آن یافته‌ها تنظیم می‌کنند. شرکت‌های تولیدی بزرگ با انجام طرح رضایت مشتری سعی در شناخت نظرات مشتریان به‌منظور بهبود کیفیت تولیدها و رقابت با رقبای خود دارند. دولت‌ها نیز با انجام آمارگیری‌ها در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و ... اطلاعات آماری مورد نیاز برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای و مدیریت شواهدمبنا را فراهم می‌کنند. به‌علاوه با انجام نظرپرسی‌ها رفتار مردم را در خصوص یک سیاست و یا تصمیم خاص پیش‌بینی کرده و هماهنگ با آن اقدام می‌کنند.
تولید آمار با استفاده از روش‌های مختلف صورت می‌گیرد. تولید آمار می‌تواند به روش ثبتی باشد و یا از طریق آمارگیری انجام شود. روش‌های تولید آمار در فصل چهارم به‌صورت مفصل تشریح شده‌اند.

> **تعریف ۲-۱.** آمارگیری فعالیتی است که اطلاعاتی درباره‌ی مشخصه‌های مورد نظر از برخی (نمونه، به‌طور معمول تصادفی) یا تمام واحدهای جامعه‌ای (سرشماری) به‌صورت منظم و روش‌مند با استفاده از مفهوم‌ها، روش‌ها و شیوه‌های خوش‌تعریف گرداوری کرده و این اطلاعات را به خلاصه‌های سودمند تبدیل می‌کند.

فرایند یک آمارگیری دارای مولفه‌های مختلفی است و هر مولفه شامل گام‌هایی است که با نظریه‌های آماری یا دانش تجربی پشتیبانی می‌شوند. مولفه‌های فرایند آمارگیری در شکل ۲-۱ نشان داده شده‌اند. در ادامه، این مولفه‌ها همراه با گام‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها تشریح شده و وابستگی هر یک به نظریه‌های آماری و یا دانش تجربی مشخص می‌شود.

در فرایند آمارگیری اگر اقدامی متکی بر نظریه یا نظریه‌ها باشد، این اقدام در هر جامعه‌ای که انجام شود باید به یک صورت باشد. در حقیقت نظریه‌ها، اقدامات فرایند آمارگیری را استاندارد می‌کنند. اگر فعالیتی وابسته به نظریه نباشد یا علاوه بر وابستگی به نظریه، شرایط اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی نیز در انجام آن دخیل باشند این فعالیت نظریه‌پذیر صرف نبوده و وابسته به دانش تجربی نیز است. به عبارت دیگر اگر فعالیتی در فرایند اجرای یک آمارگیری در جامعه‌های مختلف، به‌طور متفاوت اجرا شود، آن فعالیت نباید به طور کامل متکی بر نظریه‌های آماری باشد.



شکل ۲-۱. فرایند یک آمارگیری

تنها گفته شود که هدف مطالعه مهیا کردن اطلاعاتی درباره‌ی «وضعیت مسکن فقیران» است، کافی نیست.

این عبارتِ مبهم، طیف وسیعی از مفاهیم را در خود دارد. باید مشخص شود که معنی «وضعیت مسکن» چیست. آیا منظور قدمت ساختمان است یا نیاز آن به تعمیرات اساسی؟ آیا منظور نوع مصالح به‌کار رفته در مسکن است؟ آیا تراکم جمعیت آن منظور است؟ به‌علاوه منظور از «فقیر» چه کسی است؟ آیا فقر باید برحسب درامدها، هزینه‌ها، قرض و وام‌ها و یا تمام این موارد تعریف شود.

مجریان آمارگیری با مشورت ذینفعان، تعریف‌ها و اطلاعات مورد نیاز و موارد استفاده‌ی آن‌ها را مشخص می‌کنند. به عبارت دیگر باید مشخص شود که چه اطلاعاتی در خصوص «وضعیت مسکن فقیران» لازم است. چه کسی و برای چه مقصودهایی این اطلاعات را لازم دارد.

تعریف‌های عملیاتی شامل تعریف جامعه‌ی هدف است. این تعریف مشخص می‌کند که چه کسی با چه خصیصه‌ای در چه مکانی و در چه زمان باید در نظر گرفته شود. در مثال بالا جامعه‌ی هدف می‌تواند تمام خانوارهای با درامد ناخالص پایین‌تر از سطح معینی در یک منطقه مشخص جغرافیایی در مقطع زمانی خاص باشد. اصطلاح‌های «خانوار» و «درامد ناخالص» نیز باید تعریف شوند. افزون بر این، مجریان آمارگیری باید بدانند که حد تفصیل اطلاعات چه باید باشد. آیا ذینفعان، اطلاعات را بر حسب گروه‌های درامدی، نوع مسکن، قدمت مسکن، جنسیت سرپرست خانوار و ... لازم دارند؟ این اطلاعات به طراحی پرسش‌نامه‌ای کارا کمک می‌کند.

۲-۲-۲ انتخاب طرح نمونه‌گیری

یک روش نمونه‌گیری، شیوه‌ای هدف‌مند و علمی است که از جامعه‌ی هدف، واحدهای نمونه‌ای را طوری انتخاب می‌کند که نمایانگر آن جامعه باشند. روش‌های نمونه‌گیری یا احتمالی هستند یا نااحتمالی. در نمونه‌گیری احتمالی هر واحد جامعه، شانسی بزرگ‌تر از صفر برای انتخاب شدن در نمونه دارد. در صورتی‌که در نمونه‌گیری نااحتمالی شانس برخی از واحدهای جامعه‌ای برای انتخاب در نمونه صفر است. مثال‌هایی از نمونه‌گیری نااحتمالی عبارتند از: فراخوان‌هایی که توسط صدا و سیما برای شرکت در مسابقه‌ای خاص صورت می‌گیرد، نمونه‌هایی که در آزمایش‌ها برای بررسی تأثیر برخی داروها انتخاب می‌شوند و یا برخی از نظرپرسی‌ها که در خصوص خصیصه‌های حساس انجام می‌شوند. این نوع از روش‌های نمونه‌گیری براوردهایی اریب (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. فصل ۳) به دست می‌دهند. این رویکرد نمونه‌گیری راهی سریع و کم‌هزینه برای انتخاب واحدها از جامعه مهیا می‌کند. در صورتی‌که نمونه‌گیری احتمالی پیچیده، زمان‌بر و پرهزینه‌تر از نمونه‌گیری نااحتمالی است (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. لوهر، ۲۰۱۰).

این مرحله از طرح آمارگیری به‌طور کامل متکی بر نظریه‌های نمونه‌گیری است. محققین پیش‌گام در زمینه‌ی روش‌های نمونه‌گیری، کوکران، دمینگ و هنسن بودند. این محققین ریاضی‌دان با توجه به تجربیات ارزشمندشان، آشنا با مقتضیات کاربردهای نمونه‌گیری بودند.

۲-۲-۳ انتخاب روش گرداوری داده‌ها

یکی از گام‌های مهم در طرح آمارگیری، انتخاب روش گرداوری داده‌ها است. این مرحله وابسته به عوامل متعددی است که روی انتخاب روش گرداوری داده‌ها موثرند. عواملی مانند، فناوری‌های مدرن، اعتبار آمارگیری، سطح فرهنگ آماری در جامعه و گستردگی دسترسی به اینترنت می‌توانند در انتخاب رویکرد گرداوری داده‌ها بسیار موثر باشند. این رویکردها یا با کمک پرسش‌گر اجرا می‌شوند و یا به‌صورت خوداجرا. هر یک از این رویکردها خود به چند روش تقسیم می‌شوند. گرداوری داده‌ها با کمک پرسش‌گر می‌تواند به‌صورت مصاحبه‌ی رو در رو و با کمک پرسش‌نامه‌ی کاغذی باشد و یا به کمک رایانه و یا به‌صورت تلفنی انجام شود.

هر شیوه‌ی اطلاع‌گیریی که پرسش‌گر در فرایند اطلاع‌گیری دخالت نداشته باشد روشی خوداجرا به شمار می‌آید. بنا بر این روش خوداجرا نیز می‌تواند تلفنی، پستی و یا به کمک رایانه باشد. به‌طور معمول هزینه‌های روش خوداجرا بدون کمک پرسش‌گر کم‌تر از روش‌های با کمک پرسش‌گر است، ولی دقت داده‌های گرداوری‌شده با کمک پرسش‌گر بیش‌تر است. به‌عنوان مثال رخداد یکی از خطاهای غیرنمونه‌گیری یعنی بی‌پاسخی واحد یا قلم اطلاعاتی در روش‌های با کمک پرسش‌گر بسیار کم‌تر از نرخ بی‌پاسخی در روش‌های خوداجرا است.

۲-۲-۳-۱ روش پستی

در این روش پرسش‌نامه یا سایر ابزار گرداوری داده‌ها همراه با شیوه‌نامه‌ی تکمیل آن از طریق پست برای واحدهای نمونه‌ای ارسال می‌شود. در بسته‌ی ارسالی پاکتی که دارای آدرس گیرنده و نقش تمبر است نیز وجود دارد تا پاسخ‌گویان بتوانند بدون پرداخت هزینه‌ای پرسش‌نامه‌ی تکمیل‌شده را عودت دهند. این روش بسیار ارزان است ولی در کشورهای مختلف نرخ‌های پاسخ متفاوت ولی پایینی دارد. این نرخ‌های پاسخ به‌طور معمول از ۲۰ درصد تا ۶۰ تغییر می‌کنند. با روش‌های پیگیری و ابزارهای قانونی می‌توان این نرخ را افزایش داد. سواد عمومی و کارایی نظام پستی جامعه نیز در بالا بردن نرخ بازگشت پرسش‌نامه موثر است. در برخی کشورها آمارگیری را پستی آغاز می‌کنند ولی برای بالا بردن نرخ پاسخ از روش دومی نیز برای گرداوری داده‌ها از بی‌پاسخ‌ها، مثل مصاحبه‌ی رو در رو استفاده می‌کنند (روش ترکیبی).

۲-۲-۳-۲ روش تلفنی

گرداوری اطلاعات به روش تلفنی ناظر بر فرایند انتخاب تصادفی شماره تلفن‌های ثابت غیراداری، تماس با واحد نمونه‌ای و پرسیدن پرسش‌های پرسش‌نامه است. این‌کار می‌تواند توسط شخص پرسش‌گر یا رایانه انجام شود. در این روش پاسخ‌گو یا پاسخ پرسش‌ها را شفاهی به پرسش‌گر یا رایانه ارائه می‌کند یا با کمک دکمه‌های تلفن. روش تلفنی گرداوری داده‌ها نیز ارزان ولی با نرخ پاسخ پایینی همراه است. این نرخ را می‌توان با ایجاد اعتماد بین پاسخ‌گو و پرسش‌گر و یا اپراتور، اطلاع قبلی به پاسخ‌گو، حامی آمارگیری، قاعده‌ی پاسخ‌گویی، مشوق مادی و معنوی و ... افزایش داد. در این روش انتخاب واحدهای پاسخ‌گو کاملا متکی بر نظریه‌های نمونه‌گیری است ولی انجام سایر اقدامات برای بالا بردن نرخ پاسخ مبتنی بر فرهنگ جامعه‌ی آمارگیری و دانش تجربی است.

۲-۳-۲-۳ مصاحبه‌ی رو در رو

این روش گرداوری داده‌ها یا به‌صورت سنتی و استفاده از مداد و کاغذ و یا به‌صورت مدرن و با استفاده از ابزار الکترونیکی (مانند تبلت) انجام می‌شود. این روش بسیار گران است زیرا استخدام و آموزش پرسش‌گرها و خرید تبلت‌ها بسیار پرهزینه هستند. از آن‌جا که پرسش‌گر می‌تواند با جلب اعتماد پاسخ‌گو موجب مشارکت او در آمارگیری شود و نیز در صورت عدم درک مفهوم پرسش می‌تواند مفهوم دقیق پرسش را به پاسخ‌گو منتقل کند، این روش نسبت به سایر روش‌های گرداوری داده‌ها پر هزینه بوده ولی از دقت بالایی برخوردار است. روش گرداوری داده‌ها به‌صورت مصاحبه‌ی حضوری هم متکی به نظریه است (طراحی پرسش‌نامه) و هم متکی بر دانش تجربی.

۲-۳-۲-۴ روش خوداجرا

روش خوداجرای گرداوری داده‌های آمارگیری، روشی است که در آن شیوه‌نامه‌ی تکمیل پرسش‌نامه یا به پاسخ‌گو آموزش داده می‌شود و یا در اختیارش قرار می‌گیرد تا با مطالعه‌ی آن خود به تکمیل پرسش‌نامه بپردازد. این روش همانند سایر روش‌های گرداوری داده‌ها نقاط قوت و ضعفی دارد. یکی از نقاط قوت این روش خصوصی بودن پاسخ‌گویی به پرسش‌های پرسش‌نامه است. از آن‌جا که در زمان تکمیل پرسش‌نامه، پرسش‌گر وجود ندارد، یا در صورت حضور دخالتی در پاسخ‌گیری ندارد و در صورت ضرورت نیز فقط به راهنمایی می‌پردازد، پاسخ‌گو با احساس امنیت بیش‌تری به پرسش‌ها به‌خصوص پرسش‌های حساس پاسخ می‌دهد. از نقاط ضعف این روش، عدم درک شیوه‌نامه‌ی تکمیل پرسش‌نامه توسط پاسخ‌گو، عدم دقت پاسخ‌گو در پاسخ‌گویی به پرسش‌ها و نرخ پایین تکمیل پرسش‌نامه نسبت به مصاحبه‌ی رو در رو است.

این روش گرداوری داده‌ها می‌تواند با کمک رایانه و در حضور آمارگیر و یا به‌صورت وبی و پستی انجام شود. سطح سواد عمومی، گستردگی استفاده از وب، اعتبار آمارگیری و ... در انتخاب این شیوه موثر است، بنا بر این انتخاب این روش گرداوری داده‌ها متکی بر نظریه نیست.

۲-۳-۲-۵ روش ترکیبی

گاهی اوقات برای صرفه‌جویی در هزینه‌ها از دو یا چند روش گرداوری داده‌ها استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال ممکن است یک آمارگیری با روش پستی شروع شود ولی برای پاسخ گرفتن از پاسخ‌گویانی که پرسش‌نامه را عودت نداده‌اند از روش مصاحبه‌ی حضوری استفاده می‌شود. فرمول‌های براورد در روش ترکیبی، پیچیده و در برخی موارد نیاز به محاسبه‌ی آن‌ها با استفاده از روش‌های عددی است.

۲-۲-۴ انتخاب رویکرد تحلیل

مرحله‌ی نهایی در طرح آمارگیری تعیین رویکرد تحلیل داده‌ها است. این تحلیل می‌تواند به‌صورت توصیف ویژگی‌های جامعه باشد که با رسم نمودارها، جدول‌ها و یا محاسبه‌ی آماره‌های خلاصه‌ساز انجام شود. در تحلیل توصیفی داده‌ها سعی می‌شود آن‌چه را که می‌توان با خلاصه‌سازی داده‌ها آشکار کرد، بیان نمود. استنباط آماری داده‌ها مرحله‌ی پیچیده‌تری شامل

آزمون فرض‌ها و اندازه‌گیری تغییرات است. به‌عنوان مثال در دو نظرپرسی در دو مقطع زمانی درباره‌ی موضوعی یکسان می‌توان تغییر در نظرات جامعه‌ی مورد مطالعه را اندازه‌گیری کرد.

۲-۳ آماده‌سازی قبل از اجرا

در این مرحله تمام اقدامات زمینه‌ساز برای اجرای نهایی یک طرح آمارگیری به‌منظور گرداوری داده‌های مورد نیاز انجام می‌شوند. این مرحله‌ها در زیر تشریح می‌شوند.

۲-۳-۱ ساختن چارچوب نمونه‌گیری

در صورتی‌که هدف از یک آمارگیری نمونه‌ای استفاده از روش‌های نمونه‌گیری احتمالی باشد، باید چارچوب یا چارچوب‌های نمونه‌گیری مناسب برای انتخاب واحدهای نمونه‌ای در دست باشند. چارچوب نمونه‌گیری شامل فهرستی از واحدهای نمونه‌گیری است که به محقق امکان انتخاب واحدهای نمونه‌ای را می‌دهد. به‌طور معمول چارچوب‌های نمونه‌گیری از سرشماری‌ها ساخته می‌شوند. این‌گونه چارچوب‌ها با دور شدن از سال سرشماری، روزامدی خود را از دست می‌دهند. در این حالت ممکن است که یک چارچوب پوشش کاملی از جامعه‌ی هدف به‌دست ندهد. در این‌صورت ممکن است از دو یا چند چارچوب که پوشش کاملی از جامعه‌ی هدف در اختیار قرار می‌دهند، استفاده کرد. چارچوب‌های نمونه‌گیری انواعی دارند که عبارتند از:

- چارچوب فهرستی،
- چارچوب ناحیه‌ای،
- چارچوب چندگانه، و
- چارچوب مفهومی.

این مرحله از گام آماده‌سازی قبل از اجرای نهایی طرح آمارگیری، مبتنی بر نظریه‌های آماری است. وجود نقص در چارچوب‌های نمونه‌گیری همانند بیش‌پوششی، کم‌پوششی، بد رده‌بندی و ... آماره‌های آمارگیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. محققین برای تعدیل این اثر مخرب، از روش‌های تعدیل وزن‌های طرحی استفاده می‌کنند.

۲-۳-۲ انتخاب نمونه

پس از انتخاب طرح نمونه‌گیری و ساختن چارچوب نمونه‌گیری مناسب و نیز تعیین تعداد واحدهایی که در نمونه باید باشند، نوبت انتخاب واحدهای جامعه‌ای که در نمونه قرار می‌گیرند، است. این مرحله وابسته به روش نمونه‌گیری است. به‌عنوان مثال اگر روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی تصادفی باشد، ابتدا باید واحدهای جامعه‌ای به طبقه‌ها منتسب شده سپس با تعیین اندازه‌ی نمونه‌ای در هر طبقه، یک نمونه‌ی تصادفی به اندازه‌ی مشخص‌شده از آن طبقه انتخاب کرد.

این مرحله نیز متکی بر نظریه‌های آماری است. استفاده از این نظریه‌ها است که به این مرحله اعتبار علمی می‌بخشد. مشکلی که می‌تواند در این مرحله رخ دهد، انتخاب نمونه‌ای است که نمایانگر جامعه نباشد. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که چارچوب نمونه‌گیری پوشش کامل با جامعه‌ی هدف نداشته باشد. اگر نمونه‌ی نمایانگری از یک چارچوب نمونه‌گیری انتخاب شود،

در مرحله‌ی اجرای طرح ممکن است خطاهای غیرنمونه‌گیری مانند بی‌پاسخی واحد و بی‌پاسخی پرسش روی دهند. این خطاها نیز سبب نمایان‌گر نبودن نمونه‌ی انتخاب‌شده می‌شوند.

۲-۳-۳ ساختن پرسش‌ها یا وسیله‌ی اندازه‌گیری متغیرها

در مقدمه گفته شد که در ابتدای هر مطالعه‌ی آماری باید هدف‌های پژوهش، پرسش‌ها، حد تفصیل خصیصه‌های مورد نظر و ... مشخص شوند. این اطلاعات به پژوهش‌گر کمک می‌کنند تا پرسش‌هایی که متغیرهای مورد نظر را اندازه می‌گیرند، طرح کنند. به‌طور مثال فرض کنید که یکی از خصیصه‌های مورد نظر در مثال «وضعیت مسکن فقیران»، درامد خانوار باشد. اندازه‌گیری این خصیصه می‌تواند با پرسش بسته‌ی زیر انجام شود.

درامد ماهانه‌ی خانوار شما (جمع درامد ماهانه‌ی تمام افراد خانوار) چه میزان است؟

☐ کم‌تر از ۵۰۰ هزار تومان ☐ بین ۵۰۰ هزار تا یک میلیون تومان
☐ بین ۱ تا ۲ میلیون تومان ☐ بیش‌تر از ۲ میلیون تومان

اگر لازم باشد جنسیت سرپرست خانوار نیز مشخص شود، می‌توان از پرسش زیر استفاده کرد.

جنسیت سرپرست خانوار ☐ زن ☐ مرد

در این مرحله تمام پرسش‌هایی که متغیرهای مورد نظر را اندازه‌گیری می‌کنند باید طراحی شوند. در این گام مشخص می‌شود که در انتهای مطالعه چه خصیصه‌هایی از جامعه باید توصیف شوند. در ساختن هر پرسش باید اصل‌هایی در جمله‌بندی، مفهوم پرسش و ... رعایت شود تا پاسخ‌های پاسخ‌گویان مرتبط با پرسش مورد نظر باشد، پس این مرحله نیز متکی بر نظریه است.

۲-۳-۴ طراحی پرسش‌نامه و یا سایر صورت‌های گرداوری داده‌ها

پرسش‌نامه، مجموعه‌ای از پرسش‌ها است که برای کسب اطلاعات از واحدهای نمونه‌ای درباره‌ی یک موضوع طراحی می‌شود. پرسش‌نامه به دلیل اثرش روی کیفیت داده‌ها، در فرایند گرداوری داده‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند. طول پرسش‌نامه، جمله‌بندی پرسش‌ها و ترتیب پرسش‌ها همگی می‌توانند کیفیت داده‌های گرداوری‌شده را تحت تاثیر قرار دهند.

یکی از نکته‌هایی که طراحان پرسش‌نامه باید به آن دقت کنند، بار پاسخ‌گو است. بار پاسخ‌گو زحمت یا بار روانی است که پاسخ‌گو برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های یک پرسش‌نامه متحمل می‌شود. پرسش‌نامه‌ی بلند، پرسش‌های حساس، پرسش‌هایی که پاسخ‌گویی به آن‌ها زمان‌بر است و ... همه در ایجاد بار پاسخ‌گو موثر هستند. به‌طور معمول پاسخ‌گویان برای رهایی از این زحمت یا در آمارگیری شرکت نمی‌کنند یا پاسخ‌های نادقیق به برخی پرسش‌ها می‌دهند و یا به برخی پرسش‌ها، پاسخ نمی‌دهند. وقوع این حالت‌ها به شدت کیفیت داده‌های حاصل از آمارگیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

جنبه‌هایی که در طراحی یک پرسش‌نامه باید مورد توجه قرار گیرند عبارت‌اند از:

- چه پرسشی باید پرسیده شود،
- بهترین جمله‌بندی برای پرسش‌ها چیست، و
- ترتیب پرسش‌ها در پرسش‌نامه چگونه باید باشد.

این مرحله از آماده‌سازی طرح برای اجرای نهایی هم وابسته به نظریه است و هم وابسته به دانش تجربی. به‌عنوان مثال روایی (اعتبار) و پایایی دو آماره‌ی متکی بر نظریه برای ارزیابی یک پرسش‌نامه‌اند.

روایی ناظر بر درستی اندازه‌گیری از ساختار مورد نظر است که به‌صورت همبستگی بین مقدار اندازه‌گیری‌شده، y_i، و مقدار واقعی، Y_i، تعریف شده و از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$Validity = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_{it}-\bar{y})(Y_i-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2 \sum_{i=1}^{n}(Y_i-\bar{Y})^2}} \qquad (۲\text{-}۱)$$

که در آن n اندازه‌ی نمونه‌ای، $\bar{y}$ میانگین نمونه‌ای متغیر پاسخ Y و $\bar{Y}$ نیز میانگین جامعه‌ای متغیر پاسخ مورد نظر است. رابطه‌ی (۲-۱) همبستگی بین پاسخ پاسخ‌گو و مقدار واقعی متغیر را محاسبه می‌کند. اگر این همبستگی نزدیک ۱ باشد، گفته می‌شود که اندازه‌گیری دارای روایی بالایی است.

پایایی معیاری برای تغییرپذیری پاسخ‌ها روی تکرار آمارگیری است. پایایی نمایانگر این است که آیا در پاسخ پاسخگویان سازگاری یا ثبات وجود دارد؟ پایایی از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$Reliability(y_{it}) = \frac{\text{واریانس مقدارهای واقعی متغیر}}{\text{واریانس مقدارهای گزارش‌شده}} = \frac{E_i(Y_i-\bar{Y})^2}{E_i(Y_i-\bar{Y})^2+E_{it}(\varepsilon_{it}-\bar{\varepsilon})^2} \qquad (۲\text{-}۲)$$

که در آن y_{it}، مقدارهای اندازه‌گیری‌شده‌ی واحد iام در تکرار tام، Y_i مقدار واقعی متغیر Y برای واحد آماری iام، ε_{it} تغییرپذیری مقدار iام در تکرار tام و $\bar{\varepsilon}$ نیز میانگین تغییرات در مدل خطای اندازه‌گیری $y_{it} = Y_i + \varepsilon_{it}$ است.

اگر واریانس تغییرات پاسخ $E_{it}(\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon})$ کم باشد، پایایی به سمت ۱ میل می‌کند. در این‌صورت اندازه‌گیری در جامعه دارای پایایی بالا است (گرووز و همکاران، ۲۰۰۸).

فصل ششم این کتاب به پرسش‌نامه به‌عنوان یکی از ابزارهای پرکاربرد گرداوری اطلاعات اختصاص داده شده است.

۲-۳-۵ پیش‌آزمون و بازنگری در فرایند گرداوری اطلاعات

پیش‌آزمون یک آمارگیری، اجرای تمام مرحله‌های گرداوری داده‌ها در یک منطقه‌ی جغرافیایی بسیار محدودتر از سطح جغرافیایی جامعه‌ی هدف است. پیش‌آزمون پس از طراحی یک آمارگیری و قبل از اجرای نهایی آن است. هدف از انجام پیش‌آزمون، بازنگری (در صورت لزوم) ابزار و مرحله‌های گرداوری اطلاعات شامل روش گرداوری داده‌ها، آموزش پرسش‌گران و سایر عوامل اجرایی و ... است. پس از بازنگری در مولفه‌های اجرای یک آمارگیری، طرح آمارگیری استاندارد شده و در صورت عدم تغییر در مولفه‌های اجرایی آن، تکرار اجرای این طرح بدون نیاز به پیش‌آزمون انجام می‌شود. ممکن است لازم باشد پیش‌آزمون بیش از یک‌بار به‌منظور استاندارد کردن طرح انجام شود.

آموزش پرسش‌گرها و سایر عوامل اجرایی بر اساس شیوه‌نامه‌هایی صورت می‌گیرند که این عوامل باید بر اساس آن‌ها در اجرا شرکت کنند. شیوه‌ی تکمیل پرسش‌نامه، شیوه‌ی ویرایش میدانی، کدگذاری و ... بر اساس این شیوه‌نامه‌ها انجام می‌شوند. میزان دقت این شیوه‌نامه‌ها در پیش‌آزمون بررسی می‌شود.

این مرحله هم متکی بر نظریه است و هم متکی بر دانش تجربی. شیوه‌ی آموزش عوامل اجرایی، شیوه‌ی جذب آن‌ها، نحوه‌ی نظارت بر کار آمارگیران، کدگذاران و ... وابسته به فناوری، سواد آماری، فرهنگ عمومی جامعه و ... است.

۲-۴ گرداوری و آماده‌سازی داده‌ها

مرحله‌ی گرداوری و آماده‌سازی داده‌ها شامل گام‌هایی است که انجام آن‌ها منجر به آماده شدن داده‌های آمارگیری برای تحلیل و اطلاع‌رسانی می‌شود. این گام‌ها در زیر توضیح داده می‌شوند.

۲-۴-۱ گرداوری داده‌ها

این گام شامل اقداماتی است که توسط آمارگیر برای کسب داده‌های آمارگیری از واحدهای نمونه‌ای انجام می‌شود. در این گام داده‌های آمارگیری با اسفاده از یکی از روش‌های گرداوری داده‌ها، از واحدهای نمونه‌ای گرداوری می‌شوند. این روش‌ها پستی، تلفنی، وبی، رو در رو، خوداجرا و ترکیبی هستند. روش‌های تلفنی، رو در رو و خوداجرا می‌توانند با کمک رایانه انجام گیرد. هر یک از این روش‌های گرداوری داده‌ها دارای مزیت‌ها و ضعف‌هایی هستند که گروه پژوهش با توجه به عوامل اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و بودجه‌ای یکی از آن‌ها را انتخاب می‌کند. انتخاب شیوه‌ی گرداوری داده‌ها متکی بر فرهنگ عمومی، سواد آماری، احساس امنیت و ... است. در انتخاب روش گرداوری داده‌ها نظریه‌های آماری نقش ندارند.

۲-۴-۲ بازبینی و کدگذاری داده‌ها

در زمان آمارگیری شاید لازم باشد که برخی از خصیصه‌ها مانند شغل و یا پاسخ‌های برخی از پرسش‌های باز، کدگذاری شوند. کدگذاری یا در زمان طراحی ابزار روی پرسش‌نامه اعمال می‌شود یا پس از ورود داده‌ها به رایانه به‌عنوان بخشی از فعالیت گرداوری داده‌ها انجام می‌شود.

در زمان آمارگیری ممکن است برخی از اطلاعات آماری با کم‌دقتی مامور آمارگیر یا اصلا وارد پرسش‌نامه نشده باشد، مثل جنسیت پاسخگو و یا به اشتباه وارد شده باشد، مانند سن پاسخگو. در زمان اجرای آمارگیری، داده‌های گرداوری شده بازبینی و داده‌های خطاآلود، ویرایش می‌شوند. در مثال جنسیت، به کمک مامور آمارگیر می‌توان جنسیت پاسخگو را مشخص کرد و در مثال سن می‌توان با مراجعه‌ی مجدد به پاسخگو سن را تصحیح نمود.

این گام از مرحله‌ی گرداوری داده نیز متکی بر نظریه‌های آماری نیست. اقداماتی که در بالا برای تصحیح داده‌های خطاآلود ذکرشان رفت متکی بر نظریه نیستند.

۲-۴-۳ واردسازی داده‌ها

پس از اجرای گام گرداوری، کدگذاری و ویرایش داده‌ها، نوبت به واردسازی داده‌ها در یک فایل رایانه‌ای است. روش‌های تحلیل داده‌ها چه توصیفی باشند و چه استنباطی روی فایل مجموعه

داده‌های آمارگیری اجرا می‌شوند. فایل حاصل از واردسازی داده‌ها، پاک‌سازی نشده است. بعد از وارد شدن داده‌ها، مراحل بعدی انجام می‌شوند تا فایل کامل و پاک‌شده از داده‌های خطاآلود آماده شود. واردسازی داده‌ها وابسته به فناوری موجود، اعتبار طرح و تخصص رایانه‌ای است.

۲-۴-۴ پاک‌سازی فایل داده‌ها

پس از واردسازی داده‌ها در یک فایل رایانه‌ای، مجموعه داده‌های آمارگیری شامل داده‌های خطاآلود، داده‌های گم‌شده و داده‌های ناسازگار هستند. مثالی از داده‌های خطاآلود داده‌های دورافتاده هستند، یعنی داده‌های خیلی بزرگ و یا خیلی کوچک نسبت به سایر داده‌ها. در طول آمارگیری ممکن است برخی از واحدهای نمونه‌ای یا به کل پرسش‌نامه پاسخ ندهند و یا به برخی از پرسش‌ها. این رخدادها سبب داده‌های گم‌شده می‌شوند. در برخی موارد نیز دقت کم آمارگیر سبب وجود داده‌های ناسازگار می‌شود، مانند ثبت فردی با ۶ سال سن، تحصیلات کارشناسی ارشد، متأهل و دارای سه فرزند.

در مرحله‌ی پاک‌سازی داده‌ها ابتدا باید داده‌های خطاآلود و ناسازگار شناسایی شده و سپس اقدام به تصحیح آن‌ها کرد. تصحیح این داده‌ها متکی بر نظریه‌های علمی است. از آن‌جا که واحد گرداوری داده‌ها، مجموعه داده‌های کامل در اختیار ذینفعان قرار می‌دهد، لذا باید داده‌های گم‌شده، جانهی یعنی با داده‌هایی که با روشی علمی براورد شده‌اند، جایگزین شوند. این گام به طور کامل متکی بر نظریه‌های علمی است. جزئیات بیش‌تر در خصوص پاک‌سازی داده‌ها در فصل هفتم ارائه شده است.

۲-۵ تحلیل داده‌ها

پس از کامل شدن فایل داده‌های حاصل از آمارگیری، تحلیل‌های پیش‌بینی‌شده در فرایند آمارگیری روی این مجموعه داده‌ها انجام می‌شود. این تحلیل‌ها می‌توانند، توصیفی یا براورد پارامترهای جامعه‌ای و یا استنباط درباره‌ی جامعه‌ی هدف باشند. در تحلیل توصیفی به‌طور معمول از نمودارهای جعبه‌ای، شماتیک و ساقه و برگ و نیز خلاصه‌های ۵ عددی شامل کمینه، چارک اول، میانگین، چارک سوم و بیشینه‌ی مقدار متغیر مورد نظر استفاده می‌شود. با این نمودارها و خلاصه‌های عددی می‌توان تصویری از رفتار جامعه‌ای متغیر مورد مطالعه به دست داد ولی نمی‌توان در مورد یک ویژگی خاص قضاوت کرد. به‌عنوان مثال ممکن است نمودارهای جعبه‌ای و ساقه و برگ و نیز خلاصه‌های ۵ عددی، توزیع متغیر مورد مطالعه را چوله نشان دهند، ولی نمی‌توان بر چوله بودن توزیع این متغیر حکم کرد. این برداشت مبنایی برای استنباط آماری و آزمون چولگی توزیع متغیر مورد مطالعه می‌شود (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. توکی، ۱۹۷۷).

براورد پارامترهای توزیع جامعه‌ای متغیر مورد مطالعه همانند نسبت، میانگین، واریانس براوردگر، چندک و ... نیز می‌تواند توصیف‌گر توزیع جامعه‌ای متغیر باشد. برای قضاوت کردن نیاز به استنباط آماری و آزمون فرض است. به‌عنوان مثال اگر در یک نظرپرسی، نسبت خانوارهای بیننده‌ی یک سریال خاص صدا و سیما برابر ۶۵ درصد به دست آمده باشد، می‌توان آزمون $H_0: \pi = ۰/۷$ را در مقابل $H_a: \pi < ۰/۷$ برای قضاوت درباره‌ی نسبت واقعی بینندگان این سریال انجام داد (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. کسه‌لا و برگر، ۲۰۰۸).

۲-۶ مستندسازی

اجرای فرایند یک آمارگیری برای اولین‌بار و نیز انجام این آمارگیری به‌صورت پیوسته یا دوره‌ای شامل تجربیات ارزشمندی است که می‌تواند به بهبود کیفیت داده‌های این آمارگیری در نوبت‌های بعد کمک کند. تدوین مشکلات اجرایی، موانع، شیوه‌های برخورد با این مشکلات و راه حل‌ها، تجربیات شیوه‌ی گرداوری داده‌ها و سایر گام‌های آمارگیری می‌تواند به بهبود طرح برای اجرای بعدی کمک کند. مستندسازی یک طرح آمارگیری، تدوین تجربیات آمارگیری در تمام مراحل اجرای آن با تاکید بر مانع‌ها و مشکل‌های اجرایی و راه‌حل‌های ارائه‌شده و تشریح نتیجه‌های راه‌حل‌های دنبال‌شده، است.

۲-۷ خلاصه‌ی فصل

فرایند آمارگیری از مرحله‌های طرح آمارگیری، آماده‌سازی برای اجرای طرح، گرداوری و آماده‌سازی داده‌ها، تحلیل داده‌ها و مستندسازی طرح است. هر کدام از این مرحله‌ها شامل گام‌هایی است که بی‌دقتی در طراحی و اجرای آن‌ها سبب افزایش خطای نمونه‌گیری و بروز منبع‌های خطاهای غیرنمونه‌گیری شده و می‌تواند کیفیت آماره‌های آمارگیری را به‌شدت متأثر کند. وظیفه‌ی مدیر آمارگیری نظارت بر تمام مرحله‌هایی است که منجر به اجرای آمارگیری در دوره‌ی معین و با اعتبار مشخص می‌شود. گروهی که وظیفه‌ی مطالعه‌ی آماری را به عهده دارد باید شامل تمام تخصص‌ها و دانشی باشد که مورد نیاز مطالعه است. برخی از گام‌های اجرای آمارگیری متکی بر نظریه است به این معنی که اگر این گام‌ها در هر کجای جهان با هدفی مشخص اجرا شوند باید شبیه به هم باشند. برخی از گام‌های اجرای آمارگیری نیز وابسته به سواد عمومی، سواد آماری و ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی جامعه است. اجرای این گام‌ها متکی بر دانش تجربی مجریان طرح آمارگیری بوده و ممکن است نحوه‌ی اجرای آن‌ها در جامعه‌های مختلف، متفاوت باشد.

تمرین

۱. اولین گام در انجام یک مطالعه‌ی آماری چیست؟ توضیح دهید.

۲. مهم‌ترین عامل در انتخاب روش نمونه‌گیری به منظور گرداوری داده‌ها چیست؟

۳. یک چارچوب نمونه‌گیری چه نقص‌هایی می‌تواند داشته باشد؟

۴. مثالی از یک آمارگیری نمونه‌ای نااحتمالی (به‌جز مثال‌های این فصل) بزنید.

۵. آیا طراحی یک پرسش‌نامه به‌طور کامل متکی بر نظریه‌های علمی است؟ توضیح دهید.

۶. آیا روش تلفنی برای گرداوری داده‌ها در شهر تهران روشی مناسب است؟ توضیح دهید.

۷. آیا در اجرای سرشماری نفوس و مسکن بعدی در ایران، روش گرداوری داده‌ها به کمک تبلت روشی مناسب است؟ توضیح دهید.

۸. پرسش‌نامه‌ی یک طرح آمارگیری شامل ۱۰۰ پرسش و نیز پرسش‌های حساس مانند میزان درامد ماهانه، سوابق یک بیماری خاص و سوء پیشینه است. بار پاسخ‌گویی در این آمارگیری چیست؟ توضیح دهید.

۹. در یک آمارگیری پرسش‌های اقتصادی اجتماعی مانند جنسیت، میزان تحصیلات، درامد ماهانه، محل سکونت، تعداد افراد خانوار و ... بهتر است در ابتدای پرسش‌نامه قرار بگیرند یا در انتهای آن؟ توضیح دهید.

۱۰. مراحل آماده‌سازی داده‌های حاصل از یک آمارگیری را برای تحلیل شرح دهید.

۱۱. چه روشی را برای گرداوری اطلاعات در یک آمارگیری در شهرستان فیروزکوه پیش‌نهاد می‌کنید؟

مرجع‌ها

Casella, G., and Berger, R. L. (2008), *Statistical Inference*, Duxbury Press.

Groves, R. M., et al. (2008), *Survey Methodology*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Lohr, S. (2010*), Sampling: Design and analysis*, Duxbury Press.

Tukey, J. W. (1977), *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley.

فصل ۳
روش‌شناسی آمارگیری

۳-۱ مقدمه

همان‌گونه که در فصل‌های قبل بیان شد، سازمان‌های آماری ملی و آمارشناسان همواره در تلاش هستند که با توجه به امکانات و محدودیت‌های مالی، آمارهایی تولید کنند که سطح مطلوبی از کیفیت را دارا باشند. کیفیت در آمارگیری‌های نمونه‌ای، مفهومی گسترده و چند بعدی است و در بیش‌تر آمارگیری‌های نمونه‌ای امکان دستیابی به آمارهایی با بهترین سطح کیفیت در تمام جنبه‌های آن به‌طور تقریبی غیر ممکن است. چنان‌چه جنبه‌های مختلف کیفیت شناخته نشود، امکان دارد، تولیدکنندگان به اشتباه تنها بر یک بعد کیفیت تاکید کنند و با این کار کیفیت را در سایر بعدها کاهش دهند. مثال بسیار شایع در این مورد، افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای بدون توجه به شرایط اجرای آمارگیری است. در این مواقع، برخی از آمارشناسان به اشتباه گمان می‌برند با افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای، قادرند خطای کل آمارگیری را کاهش دهند، در صورتی‌که با این کار تنها خطای نمونه‌گیری کاهش می‌یابد، در حالی‌که خطای غیرنمونه‌گیری افزایش یافته و منجر به بالا رفتن میزان خطای کل آمارگیری می‌شود.

روش‌شناسی آمارگیری سعی در تعیین اصل‌هایی درباره‌ی طراحی، گرداوری، پردازش و تحلیل آمارگیری‌ها که مرتبط با هزینه و کیفیت براوردهای آمارگیری‌ها هستند، دارد. به‌عبارت دیگر روش‌شناسی آمارگیری مرتبط است با:

- طراحی آمارگیری با در نظر گرفتن محدودیت‌های عملیاتی آن،
- روش‌های گرداوری داده‌ها، و
- خطای کل آمارگیری (خطاهای نمونه‌گیری و خطاهای غیرنمونه‌گیری).

روش‌شناسی آمارگیری تلاش دارد علت بروز خطا در آماره‌های آمارگیری را دریابد. در این فصل به معرفی خطای کل آمارگیری و روش‌های کاهش یا جبران اثرهای آن پرداخته می‌شود.

در بخش دوم این فصل ساختار خطای کل در آمارگیری‌های نمونه‌ای، خطاهای نمونه‌گیری و انواع خطاهای غیرنمونه‌گیری معرفی می‌شوند. از بین خطاهای غیرنمونه‌گیری، خطای بی‌پاسخی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین شرح تفصیلی روش‌های براورد واریانس به‌عنوان یکی از مولفه‌های خطای نمونه‌گیری در افزوده‌ی بخش تکمیلی می‌آید.

۳-۲ ساختار خطای کل آمارگیری

در بیش‌تر مطالعه‌های آماری، اندازه‌ی جامعه‌ای به حدی بزرگ است که امکان گرداوری اطلاعات از تمام اعضای آن وجود ندارد؛ در این حالت، می‌توان یک نمونه‌ی کوچک ولی نمایانگر را برای براورد پارامترهای جامعه‌ای به‌کار برد. در این مواقع، خصیصه‌های مورد نظر برای واحدهای نمونه‌ای اندازه‌گیری شده و سپس آماره‌های حاصل به کل جامعه تعمیم داده می‌شوند. برای دستیابی به براوردهای مطلوب، فعالیت‌های آماری به چهار مرحله‌ی اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

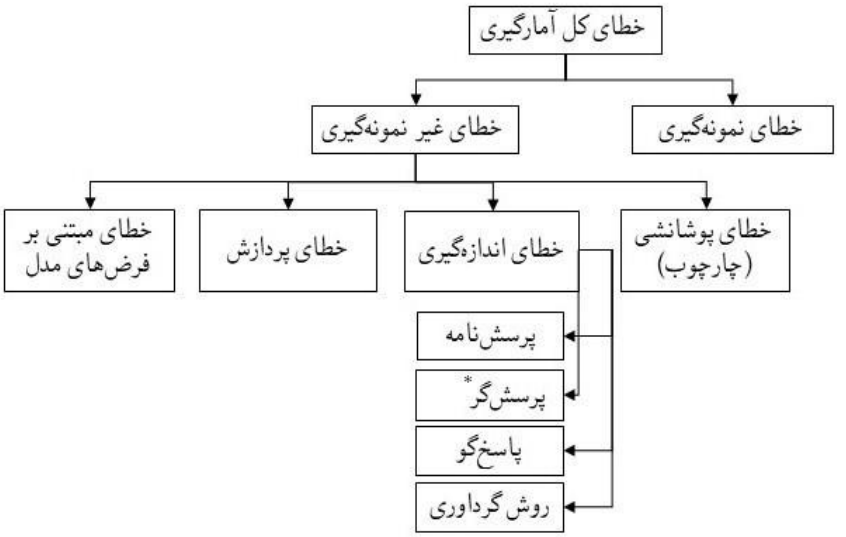
آ) تهیه‌ی چارچوب آمارگیری مناسب،
ب) طراحی روش نمونه‌گیری و انتخاب نمونه،
پ) گرداوری اطلاعات از تمام واحدهای نمونه‌ای، و
ت) پردازش داده‌ها و استنباط درباره‌ی کل جامعه.

چنان‌چه فعالیت‌های مذکور در هر یک از این چهار مرحله بدون هیچ کاستی و نقصی انجام شود، می‌توان انتظار داشت که آماره‌های آمارگیری از کیفیت بالایی برخوردار باشند. در عمل امکان دستیابی به چنین براوردهایی غیر ممکن است. با وجود گسترش یافتن روش‌های جدید آمارگیری، همواره وجود خطا در آمارگیری‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. بنا بر این شناخت منبع‌های بروز خطای غیرنمونه‌گیری و تلاش برای کنترل و کاهش اثرهای آن‌ها در مرحله‌ی طراحی آمارگیری، مرحله‌ی گرداوری داده‌ها و مرحله‌ی پردازش داده‌ها، از جمله مسئله‌های مهم روش‌شناسی آمارگیری در دهه‌های اخیر به حساب می‌آید.

به‌طور کلی، خطاهای آمارگیری را می‌توان به دو رده‌ی اصلی خطاهای نمونه‌گیری و خطاهای غیرنمونه‌گیری تقسیم کرد (شکل ۳-۱).

خطای نمونه‌گیری که در زبان آماری با اصطلاح «دقت» (وارون واریانس) یا «درستی» (وارون میانگین توان دوم خطا، MSE) همراه شده است، از انتخاب آگاهانه‌ی قسمتی از جامعه به‌جای کل جامعه، ناشی می‌شود. بزرگی خطای نمونه‌گیری را می‌توان با به‌کارگیری روش‌های مناسب نمونه‌گیری و رابطه‌های براورد، تا حد زیادی کنترل کرد.

سایر خطاها، به غیر از خطای نمونه‌گیری، خطای غیرنمونه‌گیری نامیده می‌شوند. این خطاها، ناشی از عامل‌هایی هستند که چه به‌صورت عمدی و چه به‌صورت غیر عمدی در هنگام طراحی و در حین اجرای فعالیت‌های یک آمارگیری رخ داده و موجب کاهش کیفیت آماره‌های آمارگیری می‌شوند. در بسیاری از موارد، بروز خطاهای غیرنمونه‌گیری در آمارگیری‌ها اجتناب‌ناپذیر است ولی می‌توان با شناختن علت‌های بروز آن‌ها، این منبع‌ها را کنترل کرد.



* در برخی از روش‌های گرداوری اطلاعات از پرسش‌گر استفاده نمی‌شود.

شکل ۳-۱. مولفه‌های خطای کل آمارگیری، خطای نمونه‌گیری **و** خطاهای غیرنمونه‌گیری

برای اندازه‌گیری و کنترل خطاهای آمارگیری، باید این خطاها را از طریق مدل‌های ریاضی کمّی کرد و مورد بررسی قرار داد. کیش (۱۹۶۵) مدلی عمومی را برای خطای کل آمارگیری معرفی کرد که در آن این خطا به اریبی‌های ثابت و خطاهای متغیر تجزیه می‌شود. به‌عنوان نمونه، چنان‌چه میانگین نمونه‌ای ($\bar{y}$) به‌عنوان براوردی از میانگین جامعه‌ای ($\bar{Y}$) در نظر گرفته شود، خطای کل آمارگیری را می‌توان با عبارت زیر نشان داد.

$$MSE(\bar{y}) = \sum_r Var_r(\bar{y}) + (\sum_r B_r)^2 \qquad (۳-۱)$$

در رابطه‌ی (۳-۱)، MSE، میانگین توان دوم خطا، $Var(y)$ خطای متغیر، B، اریبی و r تعداد منبع‌های خطا را نشان می‌دهند. در این رابطه، اولین عبارت سمت راست، $\sum_r Var_r(\bar{y})$، میزان پراکندگی ناشی از r منبع خطا را نشان می‌دهد و دومین عبارت، توان دوم اریبی‌های حاصل از هر یک از r منبع خطا است. برخی از منبع‌های خطایی که منجر به اریبی می‌شوند می‌توان به خطای بی‌پاسخی، خطای پرسش‌گر و ... اشاره کرد.

با این مدل ساده، می‌توان به‌روشنی متوجه شد که چرا افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای، به تنهایی برای کاهش خطای کل آمارگیری موثر نیست. با فرض ناریب بودن براوردگر، از آن‌جا که $var(\bar{y}) = \frac{s^2}{n}$ (S^2، واریانس متغیر پاسخ y است)، یکی از مولفه‌های $\sum_r Var_r(\bar{y})$، یعنی واریانس نمونه‌گیری است، لذا افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای منجر به کاهش واریانس براوردگر می‌شود ولی هیچ تضمینی بر کاهش سایر مولفه‌های واریانسی و اریبی ناشی از خطاهای غیرنمونه‌گیری وجود ندارد. بنا بر این افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای نمی‌تواند دلیلی بر کاهش یافتن خطای کل آمارگیری باشد.

۳-۳ خطای نمونه‌گیری

در نمونه‌گیری‌ها، قسمتی از جامعه به روش‌های احتمالی و یا نااحتمالی به‌عنوان نمونه انتخاب شده و سایر واحدهای جامعه‌ای کنار گذاشته می‌شوند. خطای نمونه‌گیری از مطالعه‌ی نمونه به جای جامعه ناشی می‌شود. این نوع خطا تصادفی بوده و به‌دلیل استنباط در مورد تعداد زیادی از واحدها (کل جامعه‌ی هدف) با استفاده از تعداد اندکی از آن‌ها (نمونه) به‌وجود می‌آید. همان‌گونه که در بالا اشاره شد، نادیده گرفتن قسمتی از جامعه منجر به ایجاد خطای نمونه‌گیری می‌شود. در واقع خطای نمونه‌گیری از تفاوت میان براورد حاصل از آمارگیری نمونه‌ای و مقدار واقعی پارامتر مورد مطالعه ناشی می‌شود و با معیارهایی مانند واریانس و اریبی براوردگرها کمّی می‌شود. هرچه اندازه‌ی نمونه‌ای بزرگ‌تر باشد با فرض نااریب بودن براوردگر، خطای نمونه‌گیری کم‌تر می‌شود. در صورتی‌که براوردگر اریب باشد، با افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای لزوماً خطای نمونه‌گیری کاهش نمی‌یابد.

با فرض نااریب بودن براوردگر، عمومی‌ترین معیار برای سنجیدن خطای نمونه‌گیری در طرح‌های آمارگیری نمونه‌ای احتمالی، استفاده از واریانس براوردگر است. در حالت کلی، واریانس براوردگر نامعلوم بوده و از داده‌های به‌دست آمده از آمارگیری نمونه‌ای براورد می‌شود. واریانس نمونه‌گیری، پراکندگی واحدهای نمونه‌ای را حول مرکز آن نشان می‌دهد و در ساده‌ترین حالت خطای نمونه‌گیری با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$Var(\bar{y}) = \frac{۱}{k-۱}\sum_{i=۱}^{k}(\bar{y}_i - \bar{Y})^۲ \qquad (۳-۲)$$

در رابطه‌ی (۳-۲)، $\bar{y}_i$ میانگین نمونه‌ی iام به اندازه‌ی n، $\bar{Y}$ میانگین جامعه‌ای و k تعداد نمونه‌های ممکن به یک روش نمونه‌گیری مشخص به اندازه‌ی n از جامعه‌ی مورد نظر است.

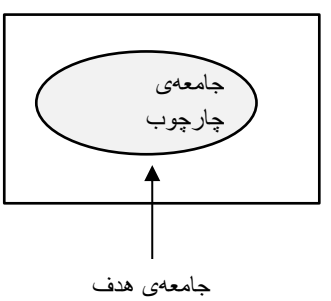
۳-۴ خطاهای غیرنمونه‌گیری

نوع دیگری از خطا که ممکن است در آمارگیری‌ها به‌طور نظام‌مند در هر یک از مرحله‌های طراحی و اجرای آمارگیری رخ دهد، خطای غیرنمونه‌گیری نامیده می‌شود. این نوع از خطاها بیش‌تر به شیوه‌ی گرداوری و پردازش داده‌ها وابسته هستند (باندا، ۲۰۰۳). این خطاها به‌دلیل تعریف‌ها و مفهوم‌های گمراه‌کننده‌ی پرسش‌ها، چارچوب‌های ناقص، روش‌های نادرست گرداوری داده‌ها، جدول‌بندی، کدگذاری، پوشش ناقص واحدهای نمونه‌ای و ... رخ می‌دهند. خطاهای غیرنمونه‌گیری غیر قابل پیش‌بینی هستند و به‌سادگی کنترل نمی‌شوند و بر خلاف خطای نمونه‌گیری با افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای، بیش‌تر می‌شوند. در ادامه انواع خطاهای غیرنمونه‌گیری بیان و شرح کوتاهی از هر یک ارائه می‌شود.

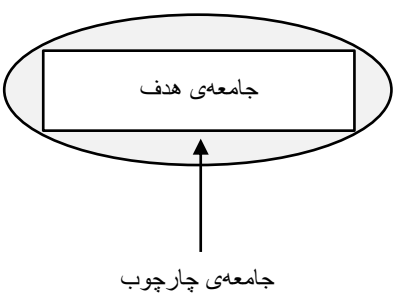
۳-۴-۱ خطای پوشانشی یا چارچوبی

اولین گامی که در طراحی یک آمارگیری مطرح می‌شود، شناخت اعضای جامعه و نحوه‌ی دسترسی به آن‌ها است. یکی از ابزارهای دسترسی به اعضای جامعه «چارچوب نمونه‌گیری» است. به بیان دیگر، چارچوب نمونه‌گیری ساختاری است که به واسطه‌ی آن دسترسی به واحدهای جامعه‌ای امکان‌پذیر می‌شود. برای مثال چنان‌چه بخواهیم میانگین درامد خانوارهای ایرانی را به‌دست آوریم، سعی می‌کنیم با مراجعه به مکان‌های مسکونی و پرسش از خانوارهایی که در آن مکان‌ها سکونت دارند اطلاعات مورد نظر را به‌دست آوریم. در این آمارگیری فهرستی کامل از تمام مکان‌هایی که محل سکونت خانوارها محسوب می‌شوند، می‌تواند دسترسی ما را به اعضای جامعه ممکن سازد. به چنین فهرستی «چارچوب نمونه‌گیری» گفته می‌شود. در آمارگیری‌های نمونه‌ای، فرض بر آن است که ارتباط یک به یک میان چارچوب فهرستی و واحدهای نمونه‌ای در جامعه وجود داشته باشد. چنین چارچوبی «چارچوب کامل» نامیده می‌شود. ولی چنان‌چه بعضی از واحدهای جامعه‌ای در چارچوب موجود نباشند یا برخی از آن‌ها بیش از یک‌بار در چارچوب حضور داشته باشند، چارچوب کامل نیست. برای روشن شدن مطلب فرض کنید چارچوب مثال بالا که در بردارنده‌ی فهرست مکان‌های محل سکونت خانوارها است، به‌روز نبوده و ساختمان‌های تازه‌ساز را در بر نمی‌گیرد. در این حالت امکان شناسایی خانوارهایی که در این ساختمان‌های تازه‌ساز زندگی می‌کنند، وجود نداشته و بنا بر این شانسی برای انتخاب شدن در آمارگیری ندارند.

از طرف دیگر، چنان‌چه اطلاعات مربوط به یک واحد مسکونی بیش از یک‌بار در چارچوب آورده شده باشد یا چارچوب شامل اطلاعات مربوط به مکان‌هایی که محل سکونت خانوار نیستند نیز باشد، در این صورت وجود یک‌سری اطلاعات تکراری یا زائد، منجر به از دست دادن نمونه‌ی موثر خواهد شد. عدم ارتباط یک به یک میان واحدهای جامعه‌ای و واحدهای چارچوبی در شکل ۳-۲ و شکل ۳-۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۲. کم‌پوشانشی چارچوب



شکل ۳-۳. بیش‌پوشانشی چارچوب

همان‌گونه که در شکل ۳-۲ مشاهده می‌شود، در جامعه واحدهایی وجود دارند که متعلق به جامعه‌ی مورد بررسی (جامعه‌ی هدف) هستند اما در چارچوب حضور ندارند. این تفاوت میان واحدهای جامعه‌ی هدف و جامعه‌ی چارچوب به اصطلاح «کم‌پوشانشی چارچوب» نامیده

می‌شود. همچنین در شکل ۳-۳، مشاهده می‌شود که در جامعه‌ی چارچوب، واحدهایی وجود دارند که متعلق به جامعه‌ی مورد بررسی (جامعه‌ی هدف) نیستند. این تفاوت، «بیش‌پوشانشی چارچوب» نامیده می‌شود.

خطای بیش‌پوشانشی به دلیل تکراری بودن برخی واحدهای واجد شرایط و یا وجود برخی واحدهای غیر واجد شرایط شرکت در آمارگیری در چارچوب نمونه‌گیری رخ می‌دهد. در آمارگیری تلفنی از خانوارهای ساکن یک شهر ممکن است خانواری دارای بیش از یک خط تلفن باشد و بیش‌تر از یک بار برای آمارگیری با او تماس گرفته شود. خطای کم‌پوشانشی زمانی رخ می‌دهد که برخی از واحدهای جامعه‌ی هدف که واجد شرایط شرکت در آمارگیری هستند، در چارچوب نمونه‌گیری قرار نداشته باشند. در هر حالتی که امکان شناسایی تمام افراد جامعه‌ی هدف که واجد شرایط شرکت در آمارگیری هستند، وجود نداشته باشد، خطای کم‌پوشانشی روی می‌دهد. در دسترس نبودن چارچوب برای جامعه‌ی مورد نظر، نقص چارچوب یا چارچوب نمونه‌گیری کهنه همه از موردهایی هستند که منجر به بروز خطای کم‌پوشانشی می‌شوند. استفاده از بازه‌ی نیم‌باز، چارچوب‌های چندگانه، تعدیل‌های پساآمارگیری و براوردهای کالیبده، راه‌کارهای پیش‌نهادی آمارشناسان برای تعدیل اثرهای این نوع از خطای غیرنمونه‌گیری هستند (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. گرووز و همکاران، ۲۰۰۸ و لوهر، ۲۰۱۰).

هر یک از دو حالت بالا، باعث ایجاد نوعی عدم تقارن میان واحدهای چارچوبی و واحدهای جامعه‌ای شده و موجب به وجود آمدن خطایی تحت عنوان «خطای چارچوبی» که به آن «خطای پوشانشی» نیز اطلاق می‌شود، خواهند شد.

کم‌پوشانشی چارچوب، از آن‌جا که بخشی از جامعه‌ی هدف کنار گذاشته می‌شود، براوردگرهای اریب ایجاد می‌کند. این اریبی به‌صورت رابطه‌ی (۳-۳) در زیر تعریف می‌شود:

$$\bar{Y}_C - \bar{Y} = \frac{U}{N}(\bar{Y}_C - \bar{Y}_U) \qquad (۳-۳)$$

که در آن:

$\bar{Y}$: میانگین کل واحدهای جامعه‌ی هدف،
$\bar{Y}_U$: میانگین واحدهای جامعه‌ی پوشش داده‌نشده،
$\bar{Y}_C$: میانگین جامعه‌ی واجد شرایط پوشش داده‌شده در چارچوب نمونه‌گیری،
N : تعداد کل واحدهای واجد شرایط در جامعه‌ی هدف، و
U : تعداد کل واحدهای واجد شرایط در جامعه‌ی هدف که در چارچوب نمونه‌گیری نیستند.

هنگامی‌که بیش‌پوشانشی رخ می‌دهد، برخی از واحدها که واجد شرایط آمارگیری نیستند در چارچوب آمارگیری حضور دارند. در این حالت اریبی با استفاده از رابطه‌ی (۳-۴) قابل محاسبه است:

$$\bar{Y}_C - \bar{Y} = (\bar{Y} - \bar{Y}_T) \qquad (۳-۴)$$

که در آن:

$\bar{Y}$: میانگین کل واحدهای جامعه‌ی هدف،
$\bar{Y}_T$: میانگین واحدهای غیر واجد شرایط موجود در چارچوب، و
$\bar{Y}_C$: میانگین جامعه‌ی پوشش داده‌شده.

۳-۴-۲ خطای اندازه‌گیری

خطای اندازه‌گیری یا خطای مشاهده‌ای هر خطایی است که سبب شود مقدار اندازه‌گیری‌شده‌ی متغیر مورد مطالعه برای یک واحد نمونه‌ای متفاوت با مقدار واقعی آن متغیر باشد. شش مولفه وجود دارند که هر یک از آن‌ها می‌تواند سبب خطای اندازه‌گیری شود. این شش مولفه عبارتند از پرسش‌گر، پاسخ‌گو، روش گرداوری داده‌ها، پرسش‌نامه (ابزار سنجش)، نظام بازیابی اطلاعات، و محیط مصاحبه. مولفه‌ی پرسش‌گر ناظر بر شیوه‌ی کار پرسش‌گر در ترغیب واحدهای نمونه‌ای به مشارکت صادقانه در آمارگیری و انجام مصاحبه طبق شیوه‌نامه‌ی مربوط است. حتی اگر همه‌ی مرحله‌های مصاحبه به‌صورت کامل و دقیق انجام شود ولی بارکار پرسش‌گر بیش از یک واحد نمونه‌ای باشد، واریانس پرسش‌گر به‌عنوان یک مولفه‌ی خطای اندازه‌گیری وجود خواهد داشت. مولفه‌ی پاسخ‌گو به نحوه‌ی مشارکت پاسخ‌گو در فرایند پاسخ‌گویی اشاره دارد. زحمت پاسخ‌گویی به برخی از پرسش‌ها و شرایط جسمی و روحی پاسخ‌گو روی دقت پاسخ‌ها موثر است. به‌عنوان مثال این شرایط می‌تواند سبب نادقیق‌گویی و بی‌پاسخی (پرسش یا واحد) یا هر دو شود. روش گرداوری داده‌ها ناظر بر شیوه‌ی ایجاد ارتباط با واحدهای نمونه‌ای برای گرداوری داده‌ها است. این شیوه‌ها که می‌توانند سبب بروز خطای اندازه‌گیری شوند در فصل دوم تشریح شده‌اند. ابزار سنجش نیز می‌تواند سبب خطای اندازه‌گیری شود. به‌عنوان مثال اگر در یک آمارگیری هدف اندازه‌گیری فشار خون واحدهای نمونه‌ای باشد، دقت فشارسنج و نیز فرد اندازه‌گیر می‌توانند موجب عدم دقت در اندازه‌گیری شوند. منظور از نظام بازیابی اطلاعات، قالب اطلاعاتی است که پاسخ‌گو به آن دسترسی دارد. برای مثال این قالب می‌تواند صفحه‌ی دفترچه‌ی بیمه یا مدرک‌های پزشکی افراد خانوار یا حافظه‌ی پاسخ‌گو باشد. محیط مصاحبه به فضایی اشاره دارد که مصاحبه در آن انجام می‌شود. این فضا می‌تواند خانه، مرکز آموزشی، بیمارستان یا ... باشد.

هر حالتی که منجر به انتخاب نمونه‌ی اریبی از افراد شود سبب بروز خطای اندازه‌گیری می‌شود. انتخاب نمونه‌ای که شامل افرادی است که به احتمال زیاد پاسخ‌گو خواهند بود، انتخاب عمدی یک نمونه‌ی نماینده، تعیین نادرست جامعه‌ی هدف، جایگزینی واحدهایی که دسترسی به آن‌ها ساده نیست با واحدهایی از جامعه که به‌راحتی به دست می‌آیند و انتخاب نمونه‌ای از داوطلبان برای شرکت در آمارگیری، همه و همه نمودهایی از اریبی گزینش هستند. به عبارت دیگر تمامی روش‌های نمونه‌گیری نااحتمالی می‌توانند منجر به انتخاب نمونه‌ای اریب از جامعه شوند. نمونه‌های احتمالاتی دارای کم‌ترین میزان اریبی انتخاب هستند اما استفاده از آن‌ها بسیار پر هزینه است.

گاهی اوقات هنگام گرداوری داده‌ها از جامعه‌های انسانی یا کارگاهی، واحدهای پاسخ‌گو واقعیت را پنهان می‌کنند. مثلاً در آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی، پاسخ‌گو درامد سالانه‌ی کارگاه را کم‌تر از مقدار واقعی آن گزارش می‌کند تا مالیات بر درامد کم‌تری پرداخت کند. این مسئله خطا در براورد میانگین درامد سالانه‌ی کارگاه‌های یک منطقه یا حتی کارگاه‌های فعال در یک رشته‌فعالیت خاص را سبب می‌شود. ناآگاهی پاسخ‌گو درباره‌ی پرسشی که از وی شده است، جمله‌بندی و استفاده از واژه‌های فنی و مبهم، ترتیب قرار گرفتن پرسش‌ها، طراحی نامناسب ابزار اندازه‌گیری و ظاهر پرسش‌گران، تأثیر زیادی در دست‌یابی به پاسخ‌های صحیح از واحدهای پاسخ‌گو دارند. واحدها برای فرار از خطرهایی که آن‌ها را تهدید خواهد کرد از ابراز

نظر واقعی خود اجتناب می‌کنند؛ بنا بر این فراهم آوردن شرایطی که اعتماد پاسخگو را جلب کند می‌تواند بروز خطای اندازه‌گیری را کاهش دهد. اشتباه‌های نگارشی و پاسخ‌های ناخوانا، طبقه‌بندی و تفسیر پاسخ‌های ارائه‌شده به پرسش‌های پاسخ باز از مواردی هستند که خطای اندازه‌گیری را ایجاد می‌کنند. خطای اندازه‌گیری یک نگرانی برای تمام آمارشناسان است و می‌تواند مشکلات بسیاری را سبب شود.

بیان شد که تفاوت میان مقدار واقعی و مقدار اندازه‌گیری شده، خطای اندازه گیری نامیده می‌شود که می‌تواند ناشی از خطای فنی در ابزار اندازه‌گیری (مثل پرسش‌نامه)، اشتباه پرسش‌گر یا پاسخگو و شیوه‌ی گرداوری داده‌ها باشد. این نوع خطا می‌تواند تصادفی یا نظام‌مند باشد. منظور از خطای نظام‌مند، خطایی است که در هر اجرا روی می‌دهد. خطای اندازه‌گیری می‌تواند واریانس و اریبی براوردها را سبب شود. در حقیقت، آنچه به‌عنوان پاسخ مشاهده می‌شود، به‌علت خطا در اندازه‌گیری، دقیقاً همان مقدار واقعی نیست. رابطه‌ی میان مقدار مشاهده‌شده‌ی صفت مورد نظر y، مقدار واقعی Y و خطای اندازه‌گیری e را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد.

$$y = Y + e \qquad (۳-۵)$$

با توجه به رابطه‌ی (۳-۵)، خطای اندازه‌گیری را تنها هنگامی‌که مقدار واقعی و مقدار مشاهده‌شده‌ی صفت مورد نظر در دسترس باشند، می‌توان محاسبه کرد.

۳-۴-۲-۱ منبع‌های رخداد خطای اندازه‌گیری

خطای اندازه‌گیری، مرتبط با متغیرهایی است که در آمارگیری اندازه‌گیری می‌شوند. بنا براین گاهی از این خطا به‌عنوان خطای مشاهده‌ای یا خطای پاسخ نیز یاد می‌شود. خطای پرسش‌نامه، خطای پاسخگو، خطای تشخیص، خطای پرسش‌گر و روش گرداوری داده‌ها از جمله مهم‌ترین منبع‌های رخداد خطای اندازه‌گیری در آمارگیری‌های نمونه‌ای هستند که در ادامه به معرفی آن‌ها پرداخته می‌شود.

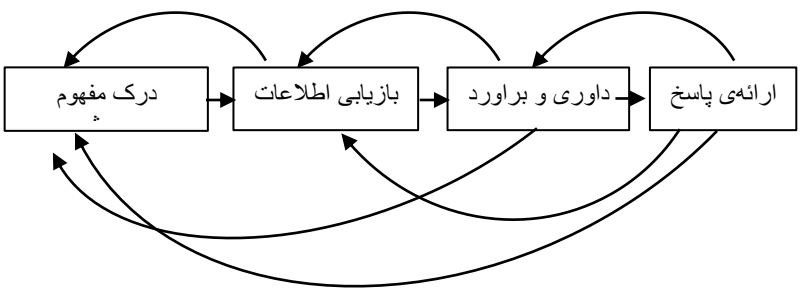
۳-۴-۲-۱-۱ خطای پرسش‌نامه

یکی از گام‌های مهم در آمارگیری‌های نمونه‌ای، طراحی پرسش‌نامه است. پرسش‌نامه باید به‌گونه‌ای طراحی شود که به دقیق‌ترین شیوه، اطلاعات مورد نیاز طراح آمارگیری را گرداوری کند. چنان‌چه پرسش‌های پرسش‌نامه با دقت و وسواس طراحی نشده باشند، نمی‌توان انتظار داشت که به پاسخ‌های دقیق مرتبط با پرسش دست پیدا کرد. از جمله مسائلی که باید در طراحی پرسش‌نامه در نظر داشت طول پرسش‌نامه، طول پرسش‌ها، نوع پرسش‌ها (باز یا بسته)، ترتیب پرسش‌ها، نحوه‌ی تکمیل پرسش‌نامه، گزینه‌های پاسخ و جمله‌بندی پرسش‌ها است. علاوه بر این، تعیین جایگاه پرسش‌ها در پرسش‌نامه نیز می‌تواند پاسخ به پرسش‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. برای مثال در بسیاری از پرسش‌نامه‌هایی که برای نظرپرسی‌ها طراحی شده‌اند، دیده می‌شود که در ابتدای پرسش‌نامه، پرسش‌های مربوط به اطلاعات شخصی از قبیل جنسیت، میزان تحصیلات، درامد و غیره قرار داده شده است. اگرچه برخی از این پرسش‌ها، پرسش حساس به حساب نمی‌آیند ولی مطرح کردن آن‌ها در ابتدای پرسش‌نامه بار منفی بر روی پاسخگو گذاشته و امکان دارد پاسخگو در پاسخگویی به سایر پرسش‌ها دقت لازم را در ارائه‌ی پاسخ صحیح به کار

نگیرد. برای ارزیابی پرسش‌نامه، چند روش آماری معرفی شده‌اند که با کمک آن‌ها می‌توان پرسش‌هایی را که دارای سطح خطای اندازه‌گیری بالایی هستند، شناسایی کرد. روایی و پایایی، دو ویژگی اساسی هر ابزار اندازه‌گیری از جمله پرسش‌نامه هستند. مفهوم اعتبار یا روایی به‌صورت اندازه‌ی تحقق هدف‌هایی که ابزار اندازه‌گیری برای دستیابی به آن‌ها تهیه شده است؛ تعریف می‌شود و روایی محتوا و ساختار را شامل می‌شود. ویژگی پایایی، اطلاعاتی در مورد این‌که شیوه یا ابزار گرداوری داده‌ها تا چه حد درست و با ثبات است و نتیجه‌های سازگاری را به‌دست می‌دهد، فراهم می‌کند. برای اطلاع بیش‌تر در خصوص این دو ویژگی به فصل ششم مراجعه شود.

۳-۴-۲-۱-۲ خطای پاسخ‌گو

تمایل پاسخ‌گو به ارائه‌ی پاسخ‌های صحیح، آگاهی پاسخ‌گو به پاسخ‌ها و عامل‌های دیگر، در نحوه‌ی پاسخ‌گویی موثر است. به‌طور کلی، اکثر فرایندهای پاسخ شامل چهار بخش هستند: درک مفهوم پرسش، که در آن پاسخ‌گو پرسش را تفسیر می‌کند و سعی در متوجه شدن منظور و خواسته‌ی پرسش دارد. بازیابی اطلاعات، در این مرحله پاسخ‌گو اطلاعات مورد نیاز را ترکیب یا خلاصه می‌کند. داوری و براورد، که در این بخش پاسخ‌گو اطلاعات مورد نیاز را بازیابی می‌کند و در نهایت در مرحله‌ی ارائه‌ی پاسخ، پاسخ‌گو پاسخ‌های خود را تنظیم کرده و آن‌ها را ارائه می‌دهد. این یک مدل ساده از فرایند پاسخ‌گویی است که در شکل ۳-۴ نشان داده شده است (گرووز و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۳-۴. مدل ساده‌ی پاسخ

۳-۴-۲-۱-۳ خطای تشخیص

خطای تشخیص هنگامی رخ می‌دهد که فرد پاسخ‌گو مفهوم درست و مورد نظر را از پرسش برداشت نکند. این نوع از خطا، به خطاهای مفهومی اشاره دارد. برای مثال خطا در مفهوم پرسش، طراحی نامناسب پرسش‌نامه و شیوه‌ی نادرست پرسش‌گری.

۳-۴-۲-۱-۴ خطای پرسش‌گر

پرسش‌گرهای آمارگیری دارای تفاوت‌های فردی هستند. این تفاوت‌ها باعث می‌شود که آن‌ها بدون در نظر گرفتن آموزش‌ها و در شرایط متفاوت به شیوه‌های مختلف با آمارگیری برخورد کرده و در نحوه‌ی پرسیدن پرسش‌ها، ثبت پاسخ‌ها و جلب همکاری پاسخگویان متفاوت با یکدیگر رفتار کنند. تمام این عامل‌ها، باعث ایجاد خطایی در آمارگیری می‌شود که به‌نام خطای پرسش‌گر شناخته می‌شود. برای جلوگیری از رخداد خطای پرسش‌گر، بهتر است نقش پرسش‌گر در هر آمارگیری مشخص شود. به‌عنوان مثالی در این خصوص، مطالعه‌ها نشان داده‌اند که پرسش‌هایی که درباره‌ی رفتارهای حساسیت‌برانگیز هستند (مانند پرسش درباره‌ی مصرف مواد مخدر) بیش از پرسش‌های دیگر تحت تأثیر حضور پرسش‌گر قرار می‌گیرند و امکان دارد حضور پرسش‌گر باعث اریبی پاسخ‌ها شود. نظریه‌ای که این اثرها را به‌خوبی توضیح می‌دهد این است که حضور اجتماعی پرسش‌گر، سبب می‌شود که پاسخگویان در مرحله‌ی داوری پاسخ‌های خود، هنجارهای اجتماعی را در نظر گرفته و فشار ناشی از پیروی از هنجارها، سبب کم شدن پاسخ صحیح به پرسش‌ها شود. همچنین می‌توان خطای پوشانش را با کم کردن بارکار او، کاهش داد. اگر بتوان بارکار هر پرسش‌گر را به یک پرسش‌نامه کاهش داد، خطای پرسش‌گر که با واریانس پرسش‌گر اندازه‌گیری می‌شود، صفر می‌شود.

۳-۴-۲-۱-۵ خطای گرداوری داده‌ها

روش‌های گوناگونی برای گرداوری داده‌های آمارگیری وجود دارد. انتخاب شیوه‌ی گرداوری داده‌ها به عامل‌هایی مانند بودجه، جامعه‌ی مورد بررسی، محتوای پرسش‌نامه، نیروی انسانی و ... بستگی دارد. در مرحله‌ی گرداوری داده‌ها از هر شیوه‌ای که با کمک پرسش‌گر و یا خوداجرا استفاده شود، امکان بروز خطاهای غیرنمونه‌گیری وجود دارد. در صورتی که شیوه‌ای مناسب (با توجه به فرهنگ وسواد آماری جامعه و ...) انتخاب نشود سهم خطای غیرنمونه‌گیری در خطای کل آمارگیری افزایش پیدا می‌کند.

۳-۴-۲-۲ مدل‌های اندازه‌گیری خطای اندازه‌گیری

ارزیابی اندازه و میزان بزرگی خطای اندازه‌گیری در فرایند گرداوری داده‌ها برای ارزیابی کیفیت داده‌های گرداوری‌شده مهم است. آزمایش‌های تصادفیده، مطالعات پژوهش‌شناختی، تکرار اندازه‌گیری و مقایسه‌ی رکوردی از جمله رویکردهای کمّی کردن خطای اندازه‌گیری هستند.

مقایسه‌ی پاسخ‌های آمارگیری با داده‌های به دست آمده از منبع معتبر دیگر، یک شیوه برای ارزیابی خطای آمارگیری است. برای مثال پاسخ به پرسش‌هایی نظیر سن می‌تواند از طریق مقایسه‌ی رکورد با ثبت ولادت اعتبارسنجی شود. روش دیگر برای ارزیابی خطای اندازه‌گیری به شیوه‌ی یادشده این است که براوردهای آمارگیری با براوردهای جامعه‌ای حاصل از منبع مستقل دیگر در سطح تجمیع شده مقایسه شوند. رویکرد سوم، انتخاب یک زیر نمونه از واحدهای نمونه‌ی اصلی آمارگیری و تکرار پرسش‌گری با استفاده از پرسش‌نامه‌ی جایگزین یا تغییر روش گرداوری داده‌ها است. در نهایت نیز می‌توان با استفاده از روش گروه متمرکز در محیط‌های آزمایشی پژوهش‌شناختی نسبت به ارزیابی کیفیتی خطای اندازه‌گیری پرداخت.

از آنجا که خطای پاسخ تنها خطای غیر قابل اجتناب در میان خطاهای غیرنمونه‌گیری است که در زمان گرداوری و ثبت داده‌ها رخ می‌دهد، لذا برای مدل‌سازی مناسب خطای پاسخ باید شرایط اجرای آمارگیری‌ها به‌طور کامل شناسایی شوند. مدل خطای پاسخ با در نظر گرفتن وضعیت اجرای آمارگیری‌ها طراحی می‌شود. اغلب مدل‌هایی که برای اندازه‌گیری خطای پاسخ استفاده می‌شوند از نوع مدل‌های تحلیل واریانس هستند که ساده‌ترین مدل توسط کیش (۱۹۶۲) به‌صورت جمع مولفه‌های خطای پرسش‌گر و سایر عامل‌ها بیان شده است. مدل دیگر توسط هارتلی (۱۹۸۱) به‌صورت ترکیبی از خطای پرسش‌گر، کدگذار و پاسخ‌گو تعریف شده است. خطای مشاهده‌ای به‌صورت تابعی از مقدار واقعی و اریبی اندازه‌گیری مدلی است که توسط بایمر و استوکس (۱۹۹۱) برای حالت تک مشاهده پیش‌نهاد شده است.

۳-۴-۳ خطای پردازش داده‌ها

هر نوع خطایی که پس از اتمام گرداوری اطلاعات از واحدهای نمونه‌ای تا انتشار داده‌ها، به‌صورت داده‌های خام و یا جدولی، رخ می‌دهد نوعی از خطای پردازش است. این خطاها ممکن است در مرحله‌های بازبینی پرسش‌نامه‌ها، هنگام کدگذاری اطلاعات، واردسازی داده‌ها به رایانه، ویرایش آدرس نمونه‌ها، منظور مقایسه‌ی آدرس آماری واحدهای نمونه‌گیری‌شده با آدرس آماری فهرست از پیش تهیه‌شده‌ی نمونه‌ها است، ویرایش پاسخ‌ها و بررسی ارتباط منطقی بین پرسش‌ها بر اساس الگوریتم‌های ویرایش از قبل طراحی‌شده، جانهی کردن، برنامه‌نویسی و طبقه‌بندی پاسخ‌ها و جدول‌سازی داده‌ها رخ دهند. پردازش داده‌ها مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است که با هدف تبدیل اطلاعات خام آمارگیری به اطلاعات آماری قابل اطلاع‌رسانی صورت می‌گیرد. حال چنان‌چه در این مرحله به‌صورت عمدی یا غیر عمدی اشتباهی رخ دهد، آن را خطای پردازش می‌نامند. برای مثال چنان‌چه رویکرد مناسبی برای تعدیل بی‌پاسخ‌ها استفاده نشود، در این صورت خطای پردازش رخ داده است. خطای پردازش همانند خطای اندازه‌گیری می‌تواند موجب اریبی براوردها شود.

۳-۵ خطای بی‌پاسخی

ناتوانی در به‌دست آوردن اطلاعات از واحدهای نمونه‌ای، منجر به ایجاد خطایی در آمارگیری‌ها می‌شود که آن را «خطای بی‌پاسخی» می‌نامند. مشکلات ناشی از بی‌پاسخی در آمارگیری‌ها به حدی زیاد است که مقاله‌های متعددی در رابطه با این موضوع منتشر شده است. در این زیربخش ابتدا انواع بی‌پاسخی را معرفی کرده سپس روش‌های اندازه‌گیری آن و ساختار گم‌شدگی و پاسخ را معرفی می‌کنیم. در نهایت در مورد راه‌حل‌هایی که به‌منظور تعدیل اثر بی‌پاسخی پیش‌نهاد شده‌اند، بحث می‌کنیم.

۳-۵-۱ انواع بی‌پاسخی

در طی آمارگیری، ممکن است واحدهای نمونه‌ای وجود داشته باشند که هیچ اطلاعاتی برای آن‌ها ثبت نشده باشد. روی دادن این بی‌پاسخی‌ها می‌تواند دلیل‌های مختلفی داشته باشد: پیدا نکردن محل سکونت پاسخ‌گو، عدم حضور پاسخ‌گو در مکان مورد انتظار، عدم تمایل پاسخ‌گو به پاسخ‌گویی،

خارج شدن پاسخگو از شرایط اندازه‌گیری و ... . این نوع بی‌پاسخی، بی‌پاسخی واحد آماری نامیده می‌شود. ممکن است برای تعدادی از واحدهای نمونه‌ای، تنها برای تعدادی از متغیرها یا پرسش‌هایشان اطلاعاتی درج نشده باشد. این نوع بی‌پاسخی، بی‌پاسخی قلم آماری (بی‌پاسخی پرسش) نامیده می‌شود. این بی‌پاسخی می‌تواند به دلایلی مانند: جا انداختن برخی از پرسش‌ها توسط پرسش‌گر یا پاسخگو، عدم تمایل پاسخگو به پاسخ دادن به برخی از پرسش‌ها و ... روی دهد.

برای روشن شدن موضوع فرض کنید که در آمارگیری از وضعیت بهداشت خانوارها، لازم باشد به نمونه‌ای نمایانگر از خانوارهای ساکن در کشور مراجعه شود. چنان‌چه خانوار نمونه‌ای حاضر به همکاری در آمارگیری نشود و به هیچ‌کدام از پرسش‌های این آمارگیری پاسخ ندهد، خانوار مذکور واحد بی‌پاسخ محسوب می‌شود. در این حالت عدم دریافت پاسخ کامل، از حدّاقل یک واحد نمونه‌ای منجر به بی‌پاسخی کامل یا بی‌پاسخی واحد اطلاعاتی می‌شود. در این صورت هیچ اطلاعی از واحد نمونه‌ای در دست نیست. عدم دسترسی به واحد نمونه‌گیری واجد شرایط و عدم همکاری واحد نمونه‌گیری (که در این حالت امکان تشخیص واجد شرایط بودن واحد نمونه‌ای وجود ندارد) می‌توانند علت‌های بروز بی‌پاسخی واحد باشند. چنان‌چه خانوار در این آمارگیری همکاری کند ولی پاسخ برخی از پرسش‌ها را ندهد، این بی‌پاسخی، بی‌پاسخی پرسش یا بی‌پاسخی قلم آماری محسوب می‌شود. این حالت زمانی است که پاسخگو فرصت کافی برای پاسخگویی به همه‌ی پرسش‌ها را نداشته است یا به‌دلیل حساس بودن پرسش، قابل‌فهم نبودن جمله‌بندی پرسش، نداشتن آگاهی در خصوص آنچه مورد پرسش قرار گرفته است و ... توانایی ارائه‌ی پاسخ درست به همه‌ی پرسش‌ها را نداشته است.

سه علت برای رخداد بی‌پاسخی در آمارگیری‌های نمونه‌ای بیان شده است که این سه عامل عبارت‌اند از:

۱. عدم دسترسی به واحدهای نمونه‌ای

در بسیاری از آمارگیری‌ها، به علت‌های مختلف امکان دسترسی به بعضی از واحدهای نمونه‌ای وجود ندارد. در این شرایط ما با واحدهای بی‌پاسخی مواجه هستیم که تشخیص واجد شرایط بودن یا واجد شرایط نبودن آن‌ها میسر نیست. مواردی از قبیل «عدم حضور در منزل»، «صعب‌العبور بودن مسیر»، «پیدا نشدن مکان واحد» و غیره از جمله موارد عدم دسترسی به واحد نمونه‌ای مورد نظر هستند. برای مثال، در بسیاری از آمارگیری‌های ملی که به‌صورت فصلی برگزار می‌شود، به‌علت مشکلات آب و هوایی در فصل زمستان، امکان دست‌یابی به واحدهای نمونه‌ای واقع در برخی مناطق کوهستانی وجود ندارد. در نمونه‌گیری‌های تلفنی نیز امکان دارد، تماس با برخی از واحدهای نمونه‌ای به‌علت مسدود بودن خط تلفن آن‌ها امکان‌پذیر نباشد.

۲. ناتوانی واحد نمونه‌گیری در پاسخگویی

در مواقعی که واحدهای نمونه‌ای تمایل به همکاری در آمارگیری دارند ولی برای مشارکت در آمارگیری در پاسخگویی به پرسش‌ها ناتوان هستند، با بی‌پاسخی ناشی از «ناتوانی در پاسخگویی» مواجه هستیم. ناتوانی ممکن است به دلیل‌های مختلف مانند ناآگاهی، عدم درک زبان پرسش و یا ... باشد.

۳. امتناع از پاسخگویی

چنان‌چه به واحد آمارگیری دسترسی پیدا کرده باشیم ولی واحد آماری حاضر به مشارکت در آمارگیری نباشد، نمی‌توانیم اطلاعات مورد نیاز از آن واحد را به دست آوریم. از آن‌جا که میان واحدهایی که از همکاری کردن در آمارگیری طفره می‌روند و سایر واحدهای نمونه‌ای، تفاوت‌های بزرگی وجود دارد، لذا بی‌پاسخی ناشی از امتناع از پاسخ دادن، از جمله موارد بسیار مهم و قابل توجه در آمارگیری‌ها به حساب می‌آید. برای مثال امکان دارد در آمارگیری از درامد خانوارها، خانوارهای با درامد بالا تمایل به مشارکت در آمارگیری نداشته باشند. در اکثر موارد خصوصیات این خانوارها با خانوارهای پاسخ‌گو بسیار متفاوت است.

در اکثر نمونه‌گیری‌ها، برای دریافت پاسخ از واحدهای نمونه‌ای، شخص پاسخ‌گو باید از هر لحاظ اطمینان حاصل کند که ضرری متوجه وی نیست. بنا بر این نقش پرسش‌گر در ایجاد اعتماد و کاستن تعداد واحدهای بی‌پاسخ ناشی از عدم همکاری می‌تواند بسیار موثر باشد.

۳-۵-۲ اندازه‌گیری شاخص‌های بی‌پاسخی در آمارگیری‌ها

از آن‌جا که اثر واحدهای بی‌پاسخ روی آماره‌های آمارگیری‌های نمونه‌ای می‌تواند قابل توجه باشد بنا بر این، باید در هر آمارگیری نرخ بی‌پاسخی به تفکیک علت‌های مختلف آن محاسبه شده و در اختیار طراحان آمارگیری قرار گیرد. مهمترین این شاخص‌ها، «نرخ عدم تکمیل پرسش‌نامه»، «نرخ بی‌پاسخی» و «نرخ واحدهای غیر واجد شرایط» هستند. فرمول‌های محاسبه‌ی این شاخص‌ها عبارتند از:

$$\text{نرخ عدم تکمیل پرسش‌نامه} = \frac{\text{تعداد پرسش‌نامه‌های تکمیل نشده}}{\text{تعداد کل واحدهای نمونه‌ای}} \times ۱۰۰$$

$$\text{نرخ بی‌پاسخی} = \frac{\text{تعداد واحدهای نمونه‌ای واجد شرایطی که پرسش‌نامه‌ی آن‌ها تکمیل نشده است}}{\text{تعداد کل واحدهای نمونه‌ای واجد شرایط}} \times ۱۰۰$$

$$\text{نرخ واحدهای غیر واجد شرایط} = \frac{\text{تعداد واحدهای نمونه‌ای که غیر واجد شرایط هستند}}{\text{کل واحدهای نمونه‌ای}} \times ۱۰۰$$

امروزه روش‌های زیادی برای کاهش نرخ بی‌پاسخی معرفی می‌شوند، اما رخدادن این نوع از خطای غیرِنمونه‌گیری در آمارگیری‌ها امری اجتناب ناپذیر است. وجود بی‌پاسخی چه در سرشماری‌ها و چه در نمونه‌گیری‌ها، باعث ایجاد مجموعه‌ی ناکاملی از داده‌ها می‌شود. انجام تحلیل‌های آماری بر روی چنین مجموعه داده‌هایی کار معتبری نیست. چنان‌چه هیچ مقداری به جای بی‌پاسخ‌ها قرار داده نشود، با حفظ اندازه‌ی نمونه‌ای از پیش تعیین‌شده، انجام محاسبه‌ها ممکن نیست. تنها استفاده از باپاسخ‌ها نیز ممکن است اریبی زیادی را به آماره‌های آمارگیری تحمیل و استنباط‌های آماری را کم اعتبار کند؛ ضمن آن که کاهش اندازه‌ی نمونه‌ای باعث افزایش

خطای نمونه‌گیری براوردها نیز می‌شود. هرچه نرخ بی‌پاسخی بیش‌تر باشد این مشکل‌ها جدی‌تر می‌شوند.

واحدهایی که پاسخ نمی‌دهند می‌توانند به شکل معناداری از واحدهایی که پاسخ می‌دهند متفاوت باشند. چه بسا افرادی که پاسخ نمی‌دهند دارای ویژگی مهمی باشند و به این ترتیب این ویژگی بی‌پاسخ‌ها در مطالعه منظور نمی‌شود.

در تعدادی از انواع آمارگیری‌ها مانند آمارگیری کشاورزی و آمارگیری حیات‌وحش اصطلاح «داده‌های گم‌شده» به جای «بی‌پاسخی» استفاده می‌شود. این دو اصطلاح در این‌جا تفاوتی ندارند و ایده‌ها و روش‌های تعدیل اثرهای آن‌ها یکسان هستند.

افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای و حذف واحدهای بی‌پاسخ از ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین روش‌های تعدیل اثر بی‌پاسخی واحد است. افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای به‌طور معمول به کاهش اریبی ناشی از بی‌پاسخی کمک نمی‌کند و حتی می‌تواند باعث افزایش آن نیز شود. اندازه‌ی نمونه‌ای بزرگ‌تر تنها مشاهده‌هایی را از گروهی که در هر صورت پاسخ می‌دهند، فراهم می‌کند. این امر سبب کاهش خطای نمونه‌گیری می‌شود.

خطاهای بی‌پاسخی اثرهای مخربی بر آماره‌های آمارگیری دارند. این اثرها افزایش خطای نمونه‌گیری و اریبی براوردها هستند. کاهش خطای نمونه‌گیری با افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای انجام می‌شود ولی برای تعدیل اریبی بی‌پاسخی باید از روش‌های مناسب استفاده کرد.

۱-۲-۵-۳ اریبی بی‌پاسخی

حذف بی‌پاسخ‌ها باعث اریبی در براورد و افزایش واریانس می‌شود. لوهر (۲۰۱۰) اریبی براوردگر میانگین را به‌صورتی که در ادامه بیان می‌شود، نشان می‌دهد. فرض کنید واحدهای جامعه‌ای به دو طبقه‌ی باپاسخ‌ها و بی‌پاسخ‌ها تقسیم شوند. جامعه‌ی باپاسخ‌ها واحدهایی هستند که اگر در نمونه گزینش شوند، پاسخ خواهند داد و اندازه‌ی این جامعه معلوم و N_R است. نماد N_M نیز نمایانگر اندازه‌ی جامعه‌ی بی‌پاسخ‌ها است. بنا بر این خواهیم داشت:

اندازه‌ی جامعه‌ای $N = N_R + N_M$ و میانگین آن $\bar{Y}_U$ است.

جدول ۳-۱. جامعه‌ی باپاسخ‌ها و بی‌پاسخ‌ها

جامعه	اندازه‌ی جامعه‌ای	میانگین جامعه‌ای
باپاسخ‌ها	N_R	$\bar{Y}_{RU}$
بی‌پاسخ‌ها	N_M	$\bar{Y}_{MU}$
کل	N	$\bar{Y}_U$

یک نمونه‌ی احتمالی از جامعه نیز به‌طور مشابه، شامل تعدادی پاسخگو و بی‌پاسخ است. فرض کنید، میانگین جامعه‌ای را تنها با میانگین داده‌های باپاسخ، $\bar{y}_R$، براورد کنیم. در این صورت $E(\bar{y}_R) = \bar{Y}_{RU}$. بنا بر این اریبی بی‌پاسخی واحد عبارت است از:

$$E(\bar{y}_R) - \bar{Y}_U = \frac{N_M}{N}(\bar{Y}_{RU} - \bar{Y}_{MU})$$

بر اساس این عبارت، اریبی کاهش پیدا می‌کند، اگر:

۱. میانگین واحدهای بی‌پاسخ نزدیک به میانگین واحدهای باپاسخ باشد، و

۲. $\frac{N_M}{N}$ کوچک باشد (نرخ بی‌پاسخی کم باشد).

از آن‌جایی که بی‌پاسخی‌ها مشاهده نمی‌شوند، نمی‌توان درباره‌ی بند ۱ مطمئن بود. اما می‌توانیم با روش‌ها و راه‌کارهایی نرخ بی‌پاسخی (بند ۲) را کاهش دهیم.

حذف داده‌ها در سرشماری‌ها، باعث از دست‌رفتن قسمتی از اطلاعات جامعه می‌شود. در نمونه‌گیری نیز با حذف بی‌پاسخ‌ها، اندازه‌ی نمونه‌ای کاهش پیدا می‌کند. از آن‌جایی که اندازه‌ی نمونه‌ای بر اساس ملاحظه‌هایی (میزان خطا، میزان هزینه، شرایط صفت مورد مطالعه و ...) تعیین می‌شود، کاهش آن از اندازه‌ی هدف، آماره‌ی آمارگیری را کم‌دقت می‌کند. بسیاری از براوردها و تقریب‌ها در نمونه‌گیری‌ها تنها در شرایط بزرگ نمونه‌ای معتبر هستند و با کاهش اندازه‌ی نمونه‌ای از اعتبار آن‌ها کاسته می‌شود. افزایش واریانس با کاهش اندازه‌ی نمونه‌ای یکی از این مشکل‌ها است. به‌طور کلی حذف بی‌پاسخ‌ها روش مناسبی نیست، مگر در شرایطی خاص، مانند یکسان بودن توزیع متغیر مورد نظر در جامعه‌ی بی‌پاسخ‌ها و باپاسخ‌ها، کم بودن بی‌پاسخ‌ها یا بزرگ بودن بیش از حد نمونه.

در سال‌های اخیر روش‌های متعددی برای کاهش اثر بی‌پاسخی ارائه شده است. در این‌جا این روش‌ها در دو گروه شیوه‌های برخورد با بی‌پاسخی واحد و بی‌پاسخی پرسش معرفی می‌شوند.

۳-۵-۳ ساختار گم‌شدگی (بی‌پاسخی) و ساختار پاسخ

بی‌پاسخی یا گم‌شدگی با توجه به دلیل‌هایی که برای وقوع آن می‌تواند وجود داشته باشد دارای سه ساختار است. ساختارهای بی‌پاسخی عبارتند از: بی‌پاسخی کاملاً تصادفی، بی‌پاسخی تصادفی و بی‌پاسخی غیر تصادفی. لوهر (۲۰۱۰) ساختارهای گم‌شدگی را (در آمارگیری‌های مقطعی) به‌صورتی که در ادامه بیان می‌شود، تعریف می‌کند.

فرض کنید که واحدهای جامعه‌ای به دو طبقه‌ی باپاسخ‌ها و بی‌پاسخ‌ها تقسیم شوند. پاسخ‌گویی یا بی‌پاسخی برای واحد iام یک متغیر تصادفی به شکل زیر فرض می‌شود:

$$R_i = \begin{cases} ۱ & \text{اگر واحد } i\text{ام پاسخ دهد} \\ ۰ & \text{اگر واحد } i\text{ام پاسخ ندهد} \end{cases} \quad ; \; i = ۱, \dots, N$$

پس از نمونه‌گیری، این تابع نشان‌گر، تحقق مقدارهای پاسخ را مشخص می‌کند. مقدار y_i ثبت می‌شود، اگر r_i (که تحقق R_i است) ۱ باشد. بنا بر این احتمال این‌که یک واحد گزینش‌شده، پاسخ دهد به‌صورت $\varphi_i = P(R_i = ۱)$ تعریف می‌شود. مقدار φ_i نامعلوم و البته مثبت فرض

می‌شود و به آن امتیاز تمایل گفته می‌شود. فرض کنید Y_i متغیر پاسخ و $\boldsymbol{X}_i$ یک بردار متغیر کمکی (شامل اطلاعات اضافی درباره‌ی متغیر پاسخ) برای واحد iام باشند.

گم‌شدگی کاملاً تصادفی (MCAR): اگر φ_i به y_i و $\boldsymbol{X}_i$ یا طرح نمونه‌گیری بستگی نداشته باشد، آن‌گاه ساختار گم‌شدگی کاملاً تصادفی است. برای مثال فرض کنید بخواهیم نمونه‌ی خون افراد بزرگسال را گرداوری کنیم و درباره‌ی تعداد گلبول‌های سفید و قرمز خون آن‌ها بررسی آماری انجام دهیم. روشن است که نبود نمونه‌ی خون برای برخی از افراد (خون ندادن این افراد) وابسته به تعداد گلبول‌های سفید خون آن‌ها نمی‌شود. در گم‌شدگی کاملاً تصادفی، پاسخ‌گویان نماینده‌ای از نمونه‌ی گزینش شده هستند.

اگر احتمال پاسخ دادن (φ_iها) همه برابر و پیشامد $\{R_i = ۱\}$ به‌طور مشروط برای واحدهای پاسخ‌گو مستقل از یکدیگر و فرایند گزینش نمونه (با تعداد باپاسخ‌های، n_R داده شده) باشند، آن‌گاه گم‌شدگی، یکنواخت و کاملاً تصادفی است. اگر نمونه‌ای به اندازه‌ی n به روش تصادفی ساده گزینش شود، آن‌گاه براساس این ساختار، پاسخ‌گویان یک زیرنمونه‌ی تصادفی ساده با اندازه‌ی متغیر n_R هستند. میانگین نمونه‌ای باپاسخ‌ها، $\bar{y}_R$، تقریباً برای میانگین جامعه براوردگری ناریب است. در گم‌شدگی کاملاً تصادفی می‌توان از ساختار گم‌شدگی چشم‌پوشی کرد.

گم‌شدگی تصادفی (MAR): در نوع دیگر گم‌شدگی، اگر φ_i به $\boldsymbol{X}_i$ بستگی داشته باشد نه به y_i، ساختار گم‌شدگی تصادفی است. در این جا فرض می‌شود که مقدارهای $\boldsymbol{X}_i$ همگی مشاهده شده‌اند و در واقع بی‌پاسخی وابسته به مقدارهای متغیرهایی است که مشاهده شده‌اند، نه به خود مقدارهای مشاهده نشده. پس؛

$$\begin{aligned}\varphi_i &= P(R_i = ۱|\boldsymbol{X}_i = \boldsymbol{x}_i, Y_i = y_i)\\ &= P(R_i = ۱|\boldsymbol{X}_i = \boldsymbol{x}_i), \quad i = ۱, \dots, N\end{aligned}$$

در این شرایط به راحتی می‌توان بی‌پاسخی را مدل‌بندی کرد، زیرا مقدارهای $\boldsymbol{X}_i$ برای تمام واحدهای نمونه‌ای معلوم هستند. در گم‌شدگی تصادفی نیز می‌توان از ساختار گم‌شدگی صرف نظر کرد.

فرض کنید در یک آمارگیری، درامد، متغیر پاسخ و شغل یکی از متغیرهای کمکی باشد. ممکن است فردی به دلیل نوع شغلی که دارد، درامد خود را اظهار نکند. برای مثال فردی که به هر دلیل درامدی کمتر از آن‌چه برای نوع شغل او انتظار می‌رود، کسب می‌کند؛ در این حالت ممکن است او به پرسش میزان درامد پاسخ ندهد.

گم‌شدگی غیر تصادفی (MNAR): اگر احتمال بی‌پاسخی وابسته به مقدار خود متغیر پاسخ (y_i) باشد و نتوان آن را با استفاده از متغیر کمکی توضیح داد، ساختار گم‌شدگی غیر تصادفی است. در چنین شرایطی ساختار گم‌شدگی غیرقابل چشم‌پوشی است. فرض کنیم در یک آمارگیری از درامد، برخی از افراد به دلیل بسیار بالا بودن و یا پایین بودن مقدار درامدشان از اعلام آن خودداری کنند، در این صورت بی‌پاسخی غیر تصادفی روی داده است. مدل‌ها می‌توانند در این شرایط نیز چاره‌ساز باشند، زیرا احتمال بی‌پاسخی ممکن است به متغیرهای معلوم وابسته باشد اما این متغیرها نمی‌توانند به‌طور کامل بی‌پاسخی را تعدیل کنند. علاقه‌مندان می‌توانند روشی دیگر در بیان انواع بی‌پاسخی را در کتاب لیتل و روبین (۱۹۸۷) ببینند.

در کنار آن‌چه برای بی‌پاسخی به‌عنوان ساختار تعریف شد، پاسخ نیز دارای ساختار است. ساختار پاسخ می‌تواند مختلط یا نامختلط باشد و از نظر تعریف به ساختارهای بی‌پاسخی شباهت دارد. ساختار مختلط مانند بی‌پاسخی غیرتصادفی، قابل صرف‌نظر کردن نیست اما ساختار نامختلط مانند بی‌پاسخی تصادفی و کاملاً تصادفی، قابل چشم‌پوشی است.

فرض کنید $q(r|s)$ ساختار پاسخ برای مجموعه‌ی پاسخ‌گوها، A_r، در نمونه‌ی s باشد. احتمال‌های (φ_i) این ساختار به‌طور معمول نامعلوم هستند. هنگامی که ساختار پاسخ $q(.|s,x_s)$ به طرح نمونه‌گیری s یا به متغیر کمکی $x_s = \{x_k: k \epsilon s\}$ یا هر دو بستگی داشته باشد اما از خود متغیر پاسخ، $y_s = \{y_k: k \epsilon s\}$، مستقل باشد؛ آن‌گاه ساختار پاسخ نامختلط است و گفته می‌شود که ساختار پاسخ قابل صرف‌نظر کردن است. چنان‌چه این احتمال‌ها به متغیر y_s وابسته باشند، ساختار مختلط است (دویل و سارندال، ۱۹۹۴).

۳-۵-۴ روش‌های تعدیل اثرهای بی‌پاسخی

همان‌گونه که تا به حال گفته شد، هدف از آمارگیری‌ها تولید شاخص‌هایی از طریق اندازه‌گیری تنها قسمتی از جامعه است. حال چنان‌چه نتوان نمونه‌ی تعیین‌شده را به‌طور کامل اندازه‌گیری کرد و براوردها تنها بر اساس موارد با پاسخ باشند، امکان دارد کیفیت آماره‌های آمارگیری با تهدید مواجه شوند. به بیان دیگر، بی‌پاسخی می‌تواند کیفیت آماره‌های آمارگیری را تحت تأثیر قرار دهد و آن‌ها را دچار انحراف کند. اگر این انحراف نظام‌مند باشد، یعنی اجراهای یک طرح آمارگیری به سمت خاصی تمایل داشته باشد، «اریبی بی‌پاسخی» به‌وجود می‌آید. با توجه به آن‌چه گفته شد، آمارشناسان همواره در تلاش هستند تا در حد امکان نرخ بی‌پاسخی را کاهش دهند. استفاده از روش‌هایی چون مراجعه‌ی مجدد، اختصاص مدت زمان طولانی برای گرداوری داده‌ها، بارکار کم‌تر برای پرسش‌گر، نامه‌های پیش‌آگاهی بخش، طراحی پرسش‌نامه‌های تا حد امکان کوتاه، استفاده از پاسخ‌گویان نماینده، تنظیم رفتار پرسش‌گر با توجه به نگرانی‌های واحد نمونه‌ای، جور کردن پرسش‌گر با مشخصات واحد نمونه‌ای، نامه‌های تشویقی برای امتناع‌های اولیه، جا به جایی پرسش‌گر و تغییر شیوه‌ی گرداوری داده‌ها برای پاسخ‌گویان بی‌علاقه و غیره از جمله مواردی است که به بالا بردن نرخ پاسخ در آمارگیری‌ها کمک می‌کند. تقریباً تمام این روش‌ها نیازمند صرف زمان بیش‌تر، تلاش یا ارتباط بیش‌تر با واحدهای نمونه‌ای هستند و به‌طور کلی موجب افزایش هزینه‌های آمارگیری می‌شوند. بنا بر این در بسیاری از موارد، سازمان‌های آماری ملی با به‌کار بردن روش‌های تعدیل بی‌پاسخی درصدد کم کردن اثرهای نامطلوب بی‌پاسخی هستند. «جانهی»، «تعدیل وزن‌دهی» و «مراجعه‌ی مجدد» سه رویکرد کلّی برای رویارویی با بی‌پاسخی هستند. اما بهترین روش، طراحی آمارگیری به گونه‌ای است که از بروز بی‌پاسخی جلوگیری کند. اگرچه نمی‌توان آن را به صفر رساند. روش‌های متعدد دیگری نیز وجود دارند که خواننده‌ی علاقه‌مند می‌تواند برای اطلاع از آن‌ها به سارندال و لاندستروم (۲۰۰۵) مراجعه کند. لیتل و روبین (۱۹۸۷) برخی از روش‌های رویارویی با بی‌پاسخی را به‌صورتی که در ادامه می‌آید؛ طبقه‌بندی کرده‌اند:

۱. روش‌های مبتنی بر واحدهای به‌طور کامل ثبت‌شده (داده‌های کامل)

در این روش واحدهای بی‌پاسخ کنار گذاشته می‌شوند و تحلیل‌ها تنها براساس واحدهای باپاسخ (مجموعه داده‌های کامل) انجام می‌شوند. این روش بسیار ساده است و می‌تواند برای آمارگیری‌هایی که نرخ بی‌پاسخی ناچیز است، مناسب باشد. اما با توجه به اریبی براورد و افزایش واریانس، این روش کارا نیست.

۲. روش‌های مبتنی بر جانهی

روش جانهی، مقداری را به جای مقدار بی‌پاسخ قرار می‌دهد و به‌طور معمول برای بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی استفاده می‌شود (در شرایط ویژه در بی‌پاسخی کامل نیز کاربرد دارد). با روش جانهی، مجموعه داده‌ها کامل می‌شود و می‌توان از روش‌های معمول آماری برای تحلیل داده‌ها استفاده کرد. مراجعه مجدد به واحدهای بی‌پاسخ یا گزینش نمونه‌ای دیگر با صرف هزینه و وقت زیادی همراه است؛ جانهی در هزینه و وقت نیز صرفه جویی می‌کند. تمامی روش‌های جانهی تا زمانی معتبر هستند که ساختار بی‌پاسخی قابل چشم پوشی باشد. ساختارهای بی‌پاسخی در زیربخش ۳-۵-۳ معرفی می‌شوند. جانهی نسبت به حفظ اندازه‌ی نمونه‌ای پایبند است ولی براوردهایی اریب به دست می‌دهد. روش‌های جانهی، بر اساس آن درجه‌ای از تصادف که در فرایند جانهی وجود دارد، می‌توانند به دو دسته‌ی اصلی جانهی قطعی و جانهی تصادفی تقسیم شوند. مهم‌ترین روش‌های جانهی عبارتند از: جانهی قیاسی، جانهی میانگینی، جانهی بی‌درنگی، جانهی بادرنگی، جانشانی، جانهی رگرسیونی، جانهی چندگانه و جانهی کسری. این روش‌ها در ادامه به‌طور کامل معرفی خواهند شد.

۳. روش‌های تعدیل وزن‌دهی

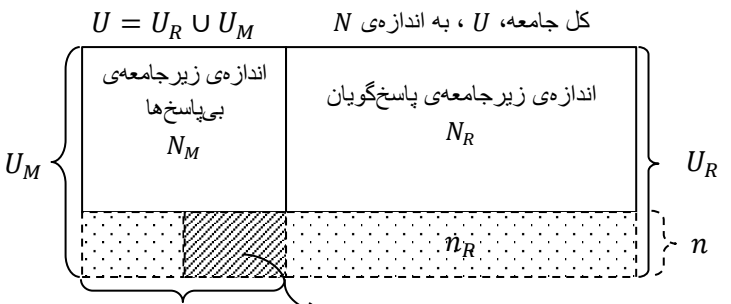
هنگامی‌که بی‌پاسخی وجود ندارد، استنباط‌ها براساس نمونه‌گیری، وابسته به وزن‌های طرحی و به‌طور مشابه احتمال‌های شمول هستند (وزن‌های طرحی، معکوس احتمال‌های شمول هستند). اگر π_i احتمال شمول و π_i^{-1} وزن طرحی برای واحد iام باشند، روش‌های وزن‌دهی، وزن‌ها را در جهت تعدیل اثر بی‌پاسخی، بهبود می‌بخشند. در این روش از آن‌جایی که از باپاسخ‌ها برای تحلیل‌ها استفاده می‌شود، احتمال پاسخ دادن برای واحد iام نیز در وزن طرحی و احتمال شمول دخالت داده می‌شود. در این روش برای براورد کردن پارامتر، وزن بیش‌تری به y_iهای مشاهده شده نسبت داده می‌شود (بیش‌تر از آن‌چه به‌طور معمول به آن‌ها تعلق می‌گیرد)، تا از این طریق بی‌پاسخی y_iهای گم‌شده جبران شود. این روش به‌طور معمول برای بی‌پاسخی کامل به‌کار گرفته می‌شود. روش پساطبقه‌بندی یکی از روش‌های معمول وزن‌دهی است.

۴. روش‌های مدل‌مبنا

این دسته از روش‌ها یک مدل آماری برای داده‌ها با بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی در نظر می‌گیرند و استنباط‌ها را توسط درستنمایی تحت آن مدل، پایه‌ریزی می‌کنند. پارامترها در این روش با استفاده از بیشینه‌ی درستنمایی براورد می‌شوند. الگوریتم EM از جمله این روش‌ها است.

۵. مراجعه‌ی مجدد

در این روش که برای اولین بار توسط هنسن و هورویتس (۱۹۴۶) پیش‌نهاد شد، زیرنمونه‌ای از بی‌پاسخ‌ها انتخاب شده، و براورد نهایی با استفاده از داده‌های مربوط به واحدهای پاسخگو و زیرنمونه‌ی انتخابی از بی‌پاسخ‌ها به دست می‌آید.
ایده‌ی اصلی در راهبرد مراجعه‌ی مجدد، انتخاب نمونه‌ای از بی‌پاسخ‌ها برای آمارگیری مجدد است. در این روش به زیرنمونه‌ی انتخاب شده از بی‌پاسخ‌ها مراجعه و داده‌ها گرداوری می‌شوند. سپس با استفاده از این داده‌ها آماره‌ی مورد نظر ما به‌عنوان مثال میانگین زیرجامعه‌ی بی‌پاسخ‌ها براورد می‌شود. در ادامه میانگین کل جامعه با استفاده از ترکیب موزون میانگین نمونه‌ای نمونه‌ی باپاسخ‌ها $(\bar{Y}_R)$ و میانگین نمونه‌ای، نمونه‌ی بی‌پاسخ‌ها $(\bar{Y}_M)$ براورده می‌شود. به این طرح نمونه‌گیری، نمونه‌گیری دوفازی گفته می‌شود. شکل ۳-۵ جامعه‌ی هدف در نمونه‌گیری دوفازی را نشان می‌دهد.



که در شکل ۳-۵، ν درصدی از تعداد بی‌پاسخ‌ها (n_M) است. در این روش نمونه‌گیری برای براور[illegible]

شکل ۳-۵. مثالی از جامعه‌ی آمارگیری به تفکیک زیرجامعه‌های پاسخ‌ها و بی‌پاسخ‌ها

[illegible] می‌شود:

$$\bar{Y}_R = \frac{1}{n_R}\sum_{i=1}^{n_R} Y_i$$

۲- میانگین نمونه‌ای بی‌پاسخ‌هایی که به واحدهای آن مراجعه‌ی مجدد شده محاسبه می‌شود:

$$\bar{Y}_M = \frac{1}{n_{MCB}}\sum_{i=1}^{n_{MCB}} Y_i$$

۳- براورد نااریب میانگین کل جامعه‌ای به‌صورت میانگین موزون براوردهای میانگین $\bar{Y}_R$ و $\bar{Y}_M$ محاسبه می‌شود:

$$\bar{Y}_{CB} = \frac{n_R}{n}\bar{Y}_R + \frac{n_M}{n}\bar{Y}_M$$

همچنین براورد واریانس براوردگر میانگین دوفازی به صورت زیر است:

$$\hat{V}(\bar{Y}_{CB}) = \frac{n_R - 1}{n - 1} \times \frac{S_R^2}{n} + \frac{n_M - 1}{n - 1} \times \frac{S_M^2}{\nu n} + \frac{1}{n - 1}\left[\frac{n_R}{n}(\mu_R - \bar{Y}_{CB})^2 + \frac{n_M}{n}(\mu_M - \bar{Y}_{CB})^2\right]$$

برای استفاده از براوردگرهای دوفازی فرض‌های زیر لازم هستند:

- عامل تصحیح جامعه‌ی متناهی ($1 - \frac{n}{N}$) در هر دو فاز قابل چشم پوشی است،
- شیوه‌ی نمونه‌گیری در هر دو فاز، نمونه‌گیری تصادفی ساده‌ی بدون جای‌گذاری است،
- تمام واحدهای زیرنمونه‌ی مجدد در آمارگیری شرکت کرده و پاسخگو هستند،
- خطای پوشش وجود ندارد، و
- توزیع متغیر مورد بررسی در زیرجامعه‌های بی‌پاسخ‌ها و باپاسخ‌ها یکسان است.

تمامی این روش‌ها از دیدگاه خود، به دنبال کاهش اثر بی‌پاسخی و افزایش اعتبار استنباط‌ها هستند. استفاده از یک روش یا ترکیبی از چند روش بستگی به تجربه‌ی آمارشناس، شرایط آمارگیری (منبع‌های مالی و انسانی) و ویژگی‌های صفت‌های مورد مطالعه دارد. از طرفی روش‌هایی مانند؛ تغییر در زمان اجرای طرح، آموزش صحیح پرسش‌گران، طراحی بهتر پرسش‌نامه، تجدید نظر در روش گرداوری داده‌ها، نمونه‌گیری دوفازی و ... می‌توانند در کاهش نرخ بی‌پاسخی و نیز کاهش اثر بی‌پاسخی تأثیرگذار باشند.

چنانچه تفاوت زیادی بین پاسخگویان و بی‌پاسخ‌ها وجود داشته باشد، براوردهای آمارگیری اریب خواهند شد. برای جبران بی‌پاسخی واحد دو رویکرد پایه‌ای وجود دارند که به‌طور معمول طراحان آمارگیری‌ها از آن‌ها بهره‌مند می‌شوند.

۱- تعدیل اندازه‌ی نمونه‌ای هدف با در نظر گرفتن نرخ از پیش تعیین‌شده‌ی بی‌پاسخی واحد. فرض کنید در جامعه‌ای از آمارگیری‌های خانواری قبلی نرخ پاسخگویی ۹۰ درصد براورد شده است. اگر در یک آمارگیری خانواری از این جامعه، اندازه‌ی نمونه‌ای هدف ۴۵۰ باشد، تعدیل بی‌پاسخی اندازه‌ی نمونه‌ای به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\text{اندازه‌ی نمونه‌ای تعدیل‌شده} = \frac{۴۵۰}{۰/۹} = ۵۰۰$$

۲- تعدیل بی‌پاسخی در مرحله‌ی محاسبه‌ی وزن‌های نمونه‌گیری

بر اساس توصیه‌های بین‌المللی پیش‌نهاد می‌شود برای کاهش اریبی ناشی از بی‌پاسخی واحد در براوردهای آمارگیری از روش دوم یعنی تعدیل بی‌پاسخی هنگام محاسبه‌ی وزن‌های نمونه‌گیری و استفاده از آن‌ها در براوردها استفاده شود. استفاده از خانوارهای جایگزین به جای خانوارهای بی‌پاسخ سبب افزایش احتمال انتخاب خانوارهای نمونه‌گیری نشده‌ی مجاور خانوارهای بی‌پاسخ می‌شود. هنگام انتخاب خانوارهای نمونه‌ای اصلی، فهرست جایگزین‌های هر خانوار نمونه‌ای نیز انتخاب می‌شود اما در عمل ممکن است مأمور آمارگیری از نزدیک‌ترین خانوار به خانوار نمونه‌ی اصلی که حاضر به همکاری و مشارکت در آمارگیری است استفاده کرده و این خود سبب بروز نوع دیگری از اریبی در آماره‌های آمارگیری می‌شود. به همین دلیل استفاده از خانوارهای جایگزین برای جبران اثر خانوارهای بی‌پاسخ در آمارگیری‌ها پیش‌نهاد نمی‌شود. در ادامه روش‌های جانهی برای بی‌پاسخی پرسش تشریح می‌شوند.

یکی از روش‌های تعدیل اثر بی‌پاسخی در مرحله‌ی بعد از گرداوری داده‌ها، جانهی است. روش های جانهی با توجه به میزان تصادفی سازی‌ای که در ساختارشان وجود دارد به دو گروه اصلی جانهی قطعی و جانهی تصادفی دسته‌بندی می‌شوند. در ادامه روش‌های جانهی قیاسی،

میانگینی، بی‌درنگی، بادرنگی، رگرسیونی و چندگانه به‌عنوان شناخته‌شده‌ترین روش‌های جانهی معرفی می‌شوند. روش‌های جانهی‌ای که از یک مقدار ثابت به‌عنوان جانهی‌گر استفاده می‌کنند به‌طور معمول شکل توزیع (پراکندگی و تمرکز) مجموعه داده‌ها را تغییر می‌دهند. اما هر چقدر در مقدار جانهی‌گر تغییرپذیری وجود داشته باشد، توزیع داده‌ها کم‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

۳-۵-۴-۱ روش‌های جانهی

روش‌های جانهی بیش‌تر برای تعدیل اثر بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی و قرار دادن مقداری به‌جای قلم بی‌پاسخ در یک آمارگیری به‌کار می‌رود. منظور از جانهی، جایگزین کردن مقدار مناسبی که به‌صورت علمی به دست می‌آید، برای پرسش‌های بی‌پاسخ است. سارندال و لاندستروم (۲۰۰۵)، مقدارهای جانهی را در سه گروه اصلی طبقه‌بندی کرده‌اند که عبارت‌اند از:

۱- مقدارهای ساخته‌شده به کمک قاعده‌ی پیش‌بینی آماری،
۲- مقدارهای مشاهده شده برای واحدهای پاسخ‌گوی مشابه، و
۳- مقدارهای ساخته‌شده توسط نظر کارشناس یا بهترین داوری ممکن.

در موارد اول و دوم، از فن‌های آماری برای به‌دست آوردن مقدار جانهی استفاده می‌شود ولی در مورد سوم، به کارشناس و دانش او در مورد جانهی واحدها اعتماد می‌شود.

این روش برخورد با بی‌پاسخی نیز دارای عیب‌ها و حسن‌هایی است. بدیهی است که مقدار جانهی‌شده متفاوت از مقدار واقعی است. برخی از روش‌های جانهی با اعمال مقدارهای تکراری باعث کم‌براوردی واریانس می‌شوند. استفاده از روش‌های جانهی به حفظ اندازه‌ی نمونه‌ای و هزینه‌های انجام‌شده کمک بزرگی می‌کند.

تمامی روش‌های جانهی، بر اساس درجه‌ای از تصادف که در فرایند جانهی وجود دارد، می‌توانند به دو دسته‌ی اصلی تقسیم شوند؛ جانهی قطعی و جانهی تصادفی. هنگامی‌که جانهی بر اساس قیاس، تصمیم فردی، اطلاعات گذشته و ... باشد به‌طوری که هیچ انتخاب تصادفی به کارگرفته نشود، جانهی قطعی است. در مقابل جانهی قطعی، جانهی تصادفی قرار دارد؛ در این روش روندی تصادفی در انتخاب مقدارهایی که باید جانهی شوند وجود دارد. جالب است بدانیم، چنان‌چه عبارت خطای تصادفی به روش‌های جانهی قطعی اضافه شود، این روش‌ها تصادفی محسوب می‌شوند (هنگامی‌که از یک مدل آماری برای جانهی استفاده می‌شود، این تفاوت بهتر قابل تمایز است). مهم‌ترین قاعده‌های جانهی آماری که مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از: جانهی رگرسیونی، جانهی نزدیک‌ترین همسایه، جانهی بی‌درنگی و جانهی چندگانه. همه‌ی روش‌های جانهی تا زمانی معتبر هستند که ساختار بی‌پاسخی قابل چشم پوشی (تصادفی) باشد (راهنمای کیفیت آمار کانادا ۲۰۰۳، ویرایش سوم).

در یک چشم‌انداز کلی، مهم‌ترین روش‌های جانهی به دنبال معرفی می‌شوند (لوهر، ۲۰۱۰؛ لیتل و روبین، ۱۹۸۷؛ و کیم، ۲۰۱۱).

۱- جانهی قیاسی

در این روش برای جانهی، از ارتباطی منطقی که میان برخی از متغیرها وجود دارد استفاده می‌شود. برای مثال، وقتی سن پاسخ‌گو گم‌شده است، ولی برای او تاریخ تولد ثبت شده باشد، می‌توان سن او را به‌دست آورد. این روش در مطالعه‌هایی که در طول زمان نیز انجام می‌شوند

کاربرد دارد. خانمی که در سال اول و سوم نمونه‌گیری دارای دو فرزند است، برای داده گم‌شده‌ی تعداد فرزندان او در سال دوم، عدد دو می‌تواند ثبت شود. این که بتوان به کمک روش‌های قیاسی اطلاعات کافی برای جانهی تمامی پرسش‌های بی‌پاسخ پیدا کرد، غیرممکن است؛ ولی می‌توان از این روش‌ها برای جانهی برخی از پرسش‌های بی‌پاسخ استفاده کرد. باید توجه داشت که توان به‌کارگیری این روش‌ها به شرایط موجود بستگی دارد و کاربرد عمده‌ی آن‌ها در آمارگیری‌های پانلی است.

۲- جانهی میانگینی

بسیاری از روش‌های جانهی بر اساس استفاده از یک براوردگر شکل گرفته‌اند. یکی از ساده‌ترین این براوردگرها، میانگین است. این روش‌ها در مواردی کاربرد دارند که متغیر مورد نظر کمی بوده و میانگین برای آن مفهوم داشته باشد. در داده‌های چند متغیره از آن‌جایی که جانهی برای متغیرها جدا جدا انجام می‌شود، در نهایت هم‌بستگی میان متغیرها دچار انحراف می‌شود. این روش جانهی به دلیل وارد کردن یک مقدار ثابت در مجموعه داده‌ها، شکل توزیع متغیر پاسخ را تغییر می‌دهد. یکی از راه‌های کاهش اثر این فرایند بر روی داده‌ها و افزایش دقت روش، استفاده از رده‌های جانهی است. رده‌های جانهی بر اساس یک متغیر رده‌بندی (بدون بی‌پاسخی)، نظر آمارشناس، احتمال‌های پاسخ و ... قابل تشکیل هستند. فن‌های زیادی در به‌کار بردن روش جانهی میانگینی وجود دارند. یکی از ضعف‌های این روش کم براورد کردن خطای نمونه‌گیری است.

۲-۱ جانهی میانگینی سراسری

واحدهای نمونه‌ای مربوط به هر متغیر را می‌توان به دو مجموعه تقسیم کرد، مجموعه‌ی واحدهای باپاسخ و مجموعه‌ی واحدهای بی‌پاسخ. میانگین متغیر برای مجموعه‌ی پاسخ‌گوها محاسبه شده ($\bar{y}_r$) و این مقدار برای مجموعه‌ی بی‌پاسخ‌ها قرارداده می‌شود. به این ترتیب به تمام واحدهای بی‌پاسخ یک مقدار یکسان نسبت داده می‌شود که می‌تواند توزیع داده‌ها را تغییر داده و سبب تغییر در براورد پارامترهای متمایل به مرکز و نیز کم براورد شدن واریانس آماره‌ها شود. همچنین این روش میزان اریبی ناشی از بی‌پاسخی را کاهش نمی‌دهد.

۲-۲ جانهی میانگینی خانه‌ای

اگر متغیر(های) کمکی کامل در دسترس باشد، می‌توان با استفاده از سطح‌های آن‌ها، واحدهای پاسخ‌گو (y_iها) را رده‌بندی کرد. به این ترتیب هر واحد پاسخ‌گو با توجه به سطح‌های متغیر کمکی در خانه‌ی خود (مانند خانه‌ی cام) قرار می‌گیرد. در چنین حالتی اگر واحد یا واحدهای بی‌پاسخ در خانه وجود داشته باشند، از میانگین واحدهای باپاسخ ($\bar{y}_{cr}$) برای جانهی استفاده می‌شود. در این فن، واحدهای بی‌پاسخی که در یک خانه قرار می‌گیرند، دارای مقدار جانهی یکسان هستند. این روش، زمانی باعث کاهش اریبی ناشی از بی‌پاسخی می‌شود که متغیر دارای بی‌پاسخی، تنها به متغیر کمکی استفاده شده در رده‌بندی، وابسته باشد.

۳- جانهی میانگینی تصادفی

فرض کنید در روش جانهی سراسری، برای متغیر مورد نظر (با داده‌های مشاهده شده) توزیعی مانند نرمال با میانگین $\bar{y}_r$ و واریانس S_r^2 فرض شود. مقدارهای بی‌پاسخ می‌توانند با مقدارهایی که به تصادف از یک توزیع نرمال با میانگین $\bar{y}_r$ و واریانس S_r^2 تولید می‌شوند، جانهی شوند.

در جانهی میانگین تصادفی خانه‌ای نیز همین روند برای هر خانه قابل اجرا است. برای مثال برای خانه‌ی cام از میانگین $\bar{y}_{cr}$ و واریانس S_{cr}^{2} استفاده می‌شود. این روش این هدف را دنبال می‌کند که مقدارهای تکراری با احتمال کم‌تری به مجموعه داده‌ها وارد شوند و در نتیجه مشکل‌هایی از قبیل کم‌براوردی واریانس و انحراف توزیع y_iها از توزیع اصلی تعدیل شوند.

۴- جانهی بی‌درنگی

در این روش، واحدهای بی‌پاسخ با استفاده از واحدهای باپاسخ در مطالعه‌ی جاری، جانهی می‌شوند. در این روش برعکس روش میانگینی، مقدارهای مشاهده شده برای مقدارهای گم‌شده جانهی می‌شوند، نه میانگین آن‌ها. در کاربرد سنتی این روش، یکی از واحدهای باپاسخ گزینش می‌شود و مقدار آن برای تمام بی‌پاسخی‌ها قرار داده می‌شود. در داده‌هایی که رده‌بندی شده‌اند نیز این روش در هر رده به‌کار می‌رود. رده‌بندی به‌طور معمول اثر مقدارهای تکراری را در هر رده محدود می‌کند و اثر آن را در کل داده‌ها کاهش می‌دهد. در مجموعه داده‌های چند متغیره برای حفظ هم‌بستگی متغیرها، تمام بی‌پاسخی‌ها در هر واحد با استفاده از پاسخ‌های واحد اهداکننده (واحد گزینش‌شده) جانهی می‌شود.

۵- جانهی بی‌درنگی تصادفی

در متغیر مورد نظر، برای هر واحد بی‌پاسخ به تصادف یک واحد باپاسخ انتخاب می‌شود و مقدار متغیر به واحد بی‌پاسخ نسبت داده می‌شود. این روش، جانهی بی‌درنگی سراسری تصادفی نامیده می‌شود. در مجموعه داده‌های چند متغیره اگر واحد بی‌پاسخ برای چند پرسش، بی‌پاسخ باشد به‌طور معمول برای حفظ همبستگی از مقدارهای موجود در همان واحد اهداکننده برای بی‌پاسخی‌های دیگر آن واحد استفاده می‌شود. اگر متغیر با استفاده از متغیرهای کمکی یا هر روش دیگر رده‌بندی شده باشد، این روش در هر رده اعمال می‌شود. به این ترتیب که هر واحد بی‌پاسخ توسط گزینش تصادفی واحدهای اهداکننده در رده‌ی خودش جانهی می‌شود. نام این روش جانهی بی‌درنگی تصادفی درون رده‌ای است.

۶- جانهی بی‌درنگی دنباله‌ای

فرض کنید مقدارهای متغیر مورد نظر بر اساس مقدارهای یک متغیر کمکی به زیر گروه‌هایی تقسیم شود و در هر زیر گروه، واحدهای پاسخگو بر اساس یک متغیر کمکی یا هر روند طبیعی دیگر مرتب شده باشند. در هر زیرگروه از اولین واحد پاسخگو، بررسی شروع می‌شود و همین که به یک واحد بی‌پاسخ برخورد شود با واحد باپاسخ قبلی جانهی می‌شود. اگر بیش از یک بی‌پاسخ بعد از واحد باپاسخ وجود داشته باشد، این واحد اهداکننده چندین‌بار در جانهی مقدارهای گم‌شده شرکت می‌کند. در صورتی که در متغیرهای کمکی یا متغیر خوشه‌بندی نیز بی‌پاسخی وجود داشته باشد، اجرای این روش با مشکل مواجه می‌شود. در این روش نیاز به یک نقطه‌ی شروع است، به همین دلیل اگر نخستین داده در هر زیر گروهی وجود نداشته باشد از روش‌های دیگر جانهی استفاده می‌شود. برای مثال ممکن است این بی‌پاسخی با میانگین باپاسخ‌ها در زیرگروه یا مقداری با تشخیص کارشناس آمار موضوعی، جانهی شود. استفاده از مقدارهای مطالعه‌های مشابه نیز می‌تواند مفید باشد.

۷- جانهی بی‌درنگی با نزدیک‌ترین همسایه

با استفاده از متغیرهای کمکی موجود می‌توان نزدیک‌ترین واحد دارای پاسخ را به واحد بی‌پاسخ پیدا و مقدار آن را جانهی کرد. این نزدیکی با استفاده از یک تابع فاصله برای متغیرهای کمکی واحدهای باپاسخ و بی‌پاسخ به‌دست می‌آید و با هم مقایسه می‌شوند. برای مثال اگر متغیرهای کمکی، سن و جنسیت باشند؛ آن‌گاه در جنسیت مشابه واحدی که کم‌ترین فاصله‌ی سنی را با واحد بی‌پاسخ دارد، برای مقدار جانهی استفاده می‌شود. در این روش پیدا کردن واحدهای باپاسخ نزدیک‌تر و شبیه‌تر به بی‌پاسخ‌ها، بیش‌ترین اهمیت را دارد. برای اندازه‌گیری میزان این تفاوت، از تابع فاصله‌های متنوعی می‌توان استفاده کرد.

برای نمونه فرض کنید که $\boldsymbol{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ik})$، بردار مقدارهای k متغیر کمکی مناسب برای واحد iام با y_iی گم‌شده باشد. اگر این متغیرها برای تشکیل رده‌بندی‌ها استفاده شوند، یکی از تابع‌های فاصله‌ی ممکن، می‌تواند به شکل زیر باشد.

$$d(i,j) = \begin{cases} ۱ & \text{اگر واحدهای } i \text{ و } j \text{ در خانه‌های مشابه ،باشند} \\ ۰ & \text{اگر واحدهای } i \text{ و } j \text{ در خانه‌های متفاوت ،باشند} \end{cases}$$

از دیگر تابع‌های فاصله، می‌توان به مینیمم انحراف به شکل

$$d(i,j) = \min_k \left| x_{ik} - x_{jk} \right|$$

یا فاصله‌ی ماهالانوبیس به‌صورت

$$d(i,j) = \left(\boldsymbol{x}_i - \boldsymbol{x}_j\right)' S_{xx}^{-۱} (\boldsymbol{x}_i - \boldsymbol{x}_j)$$

که در آن $S_{xx} = \sum_{i=۱}^{n} (x_i - \bar{x})^۲$ براورد ماتریس واریانس-کوواریانس $\boldsymbol{x}$ است، اشاره کرد.

در فرایند جانهی نزدیک‌ترین همسایه، مقدار جانهی‌شده برای واحد iام توسط $\hat{y}_i = y_{l(i)}$ تعیین می‌شود که $l(i)$ نشان‌دهنده‌ی واحد جایگزین برای واحد بی‌پاسخ iام است. انگیزه‌ی آماری که موجب استفاده از این جانهی می‌شود این است که دو واحدی که دارای مقدارهای x نزدیکی هستند باید مقدارهای y نزدیکی نیز داشته باشند (مشروط بر این که متغیرهای Y و X همبستگی قوی داشته باشند). مقدار جایگزین برای واحد بی‌پاسخ iام توسط کم‌ترین فاصله تعریف می‌شود. فاصله‌ی میان واحد iام بی‌پاسخ و واحد جایگزین بالقوه‌ی lام که به‌صورت کامل به پرسش‌نامه پاسخ داده است، با رابطه‌ی $D_{l(i)} = |x_l - x_i|$ محاسبه می‌شود. پس از محاسبه‌ی فاصله‌های $D_{l(i)}$ برای تمام واحدهای $l \epsilon r_k$، واحدی که کوچک‌ترین مقدار $D_{l(i)}$ را به‌دست می‌دهد به‌عنوان واحد جایگزین در نظر گرفته می‌شود. مجموعه‌ی تمام k متغیر کمکی که به‌صورت بالقوه می‌توانند جایگزین واحد بی‌پاسخ iام شوند با مجموعه‌ی r_k نشان داده می‌شود.

در جانهی بی‌درنگی، مقدار جانهی برای واحد iام مانند جانهی نزدیک‌ترین همسایه به‌صورت $\hat{y}_i = y_{l(i)}$ نشان داده می‌شود که در اینجا $l(i)$ جایگزینی است که به‌طور تصادفی از میان واحدهای بالقوه‌ی جایگزین $l \epsilon r_k$ انتخاب می‌شود.

این روش در آمارگیری‌های بزرگ می‌تواند ساده نباشد، زیرا اکثر آمارگیری‌ها بیش از یک متغیر کمکی دارند و سطح‌های همه‌ی متغیرها مانند نمونه‌ی بالا دو وضعیتی نیستند (به‌ویژه برای متغیرهای پیوسته). از طرفی تابع فاصله‌هایی که بخواهند چندین متغیر را در خود جای دهند شکل پیچیده‌ای به خود می‌گیرند.

۸- جانهی بادرنگی

در این روش برعکس جانهی بی‌درنگی از مقدارهای واحدهای مشاهده شده در مطالعه‌های مشابه یا قبلی، برای جانهی بی‌پاسخی‌ها استفاده می‌شود. این روش کاهش اریبی ناشی از بی‌پاسخی را تضمین نمی‌کند.

۹- جانشانی

روش جانشانی مشابه روش جانهی بادرنگی است. در این روش جانهی که مرتبط با بی‌پاسخی واحد است، در حین فرایند آمارگیری در صورت عدم حضور یک خانوار در منزل، آمارگیر می‌تواند همسایه‌ی آن خانوار را جایگزین نماید. در صورتی که بی‌پاسخی بستگی به طرح نمونه‌گیری یا متغیر مورد مطالعه نداشته‌باشد، جانشانی می‌تواند اریبی بی‌پاسخی را کاهش دهد. یک مشکل در جانهی به روش جانشانی، قضاوت شخصی آمارگیر در گزینش واحد یا واحدهای جایگزین است. این مشکل احتمال‌های گزینش را در طرح نمونه‌گیری تغییر می‌دهد، مگر آمارگیر طبق دستورالعملی واحد جایگزین را انتخاب کند.

برای برطرف کردن این مشکل می‌توان از «جانشانی برگزیده» استفاده کرد. به این ترتیب که در هنگام گزینش واحدهای نمونه‌ای، همزمان جانشین‌ها نیز گزینش می‌شوند. به محض این‌که آمارگیر با واحد بی‌پاسخ مواجه شود، از میان جانشین‌های معین‌شده یک واحد را به تصادف برمی‌گزیند و جانشین واحد بی‌پاسخ می‌کند. البته در مطالعه‌هایی که از این روش برای برخورد با بی‌پاسخی استفاده می‌شود، باید شرح کامل روش به‌کار گرفته‌شده در بخش نتیجه‌های آمارگیری ارائه شود.

۱۰- جانهی رگرسیونی

روش جانهی رگرسیونی و نزدیک‌ترین همسایه، به اطلاعات کمکی نیاز دارند. بردار کمکی برای واحد iام که برای جانهی استفاده می‌شود به‌صورت $\boldsymbol{X}_i = (x_{i1}, \dots, x_{ij})'$ تعریف می‌شود که در آن x_{ji}، مقدار متغیر کمکی jام برای واحد iام است. هنگامی‌که X_i یک متغیره باشد $\boldsymbol{X}_i = \boldsymbol{x}_i$ است.

در جانهی رگرسیونی، مقدارهای جانهی‌شده برای مقدارهای گم‌شده‌ی y_i به‌صورت زیر هستند.

$$\widehat{y_t} = X_t^{'}\hat{\beta}_k$$

که در آن $\hat{\beta}_k = (\sum_{i\epsilon r_k} w_i X_i' X_i)^{-1} \sum_{i\epsilon r_k} w_i X_i y_i$ و r_k مجموعه‌ی واحدهایی است که به‌طور کامل پرسش‌نامه را پاسخ داده‌اند. در رابطه‌ی اخیر w_iها وزن‌های طرحی هستند. در جانهی رگرسیونی، بردار همبستگی رگرسیونی $\hat{\beta}_k$ نتیجه‌ی برازش رگرسیون چندگانه روی داده‌های (X_i, y_i) است که برای $i\epsilon r_k$ در دسترس و با مقدارهای تعیین‌شده‌ی w_i وزن داده شده‌اند. در اکثر موارد تمام w_iها برابر هستند.

برای هر واحد پاسخگو، چندین متغیر اندازه‌گیری می‌شود. اگر هرکدام از این متغیرها دارای مقدار گم‌شده باشند، می‌توان با برازش مدل رگرسیونی متغیرهای موجود بر روی متغیر گم‌شده مقدار آن را پیش‌گویی کرد. اگر برای واحد پاسخگوی iام، هدف اندازه‌گیری متغیرهای y_{i1}، y_{i2}

$y_{i۵}$ و $y_{i۴}$، $y_{i۳}$ ، $y_{i۲}$، و $y_{i۵}$ مشاهده شوند، آن‌گاه می‌توان $y_{i۱}$ و $y_{i۴}$ را از طریق معادله‌های $\tilde{y}_۱ = \tilde{f}(y_۲, y_۳, y_۵)$ و $\tilde{y}_۴ = \tilde{f}_۱(\tilde{y}_۱, y_۲, y_۳, y_۵)$ پیش‌گویی کرد (علامت تیلدا به معنای براورد است).

اکنون حالت کلی بردار متغیرهای $\boldsymbol{X}_۱$، $\boldsymbol{X}_۲$، ... و $\boldsymbol{X}_k$ را در نظر بگیرید. فرض کنید که بردار متغیر $\boldsymbol{y}$ برای n_r واحد نخست مشاهده‌شده و برای $n - n_r$ واحد دیگر، بی‌پاسخ است. جانهی رگرسیونی، ابتدا مدل رگرسیونی $\boldsymbol{y}$ روی $\boldsymbol{X}_۱$، $\boldsymbol{X}_۲$، ... و $\boldsymbol{X}_k$ را بر اساس n_r عضو مشاهده‌شده براورد می‌کند و سپس مقدارهای بی‌پاسخ با مقدارهای پیش‌گویی‌شده توسط مدل رگرسیونی جانهی می‌شوند. بنا بر این مدل رگرسیونی و مقدارهای پیش‌گویی‌شده براساس n_r مشاهده عبارتند از:

$$y_i = \beta_۰ + \beta_۱ x_{i۱} + \cdots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i; \qquad i = ۱, \dots, n_r \qquad (۳\text{-}۶)$$

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_۰ + \hat{\beta}_۱ x_{i۱} + \cdots + \hat{\beta}_k x_{ik}; \qquad i = n_r + ۱, \dots, n \qquad (۳\text{-}۷)$$

عبارت خطا ε_i است که دارای فرض‌های $E(\varepsilon_i) = ۰$، $V(\varepsilon_i) = \sigma^۲$ و $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = ۰$ برای $i \neq j$ است. پارامترهای β_i ضریب‌های رگرسیونی و $\hat{\beta}_i$ها براوردهای آن‌ها هستند که به روش کم‌ترین توان‌های دوم به‌دست می‌آیند. در یک مطالعه‌ی چندمتغیره ممکن است نوع، رابطه‌ها و همبستگی‌های متغیرها به شکلی باشند که گروه‌های متفاوتی از آن‌ها برای برازش مدل‌های رگرسیونی متفاوت، تشکیل شوند. بر اساس $\hat{\beta}_i$ها، مقدارهای $\hat{y}_i$ برای مقدارهای گم‌شده به دست می‌آید.

۱۱- جانهی رگرسیونی تصادفی

گاهی اوقات برای این که عدم اطمینان در متغیر پیش‌گویی‌شده را نشان دهند از رگرسیون تصادفی استفاده می‌شود. رگرسیون تصادفی عبارت است از همان مدل رگرسیونی به اضافه‌ی یک جمله‌ی خطای تصادفی. بنا بر این در این‌جا عبارت (۳-۷) به همراه یک عبارت تصادفی، در جانهی استفاده می‌شود:

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_۰ + \hat{\beta}_۱ x_{i۱} + \cdots + \hat{\beta}_k x_{ik} + \ddot{e}\,; \qquad i = n_r + ۱, \dots, n \qquad (۳\text{-}۸)$$

که در عبارت (۳-۸)، $\ddot{e}$ جمله‌ای است از جنس خطا، که به روش‌های متفاوتی می‌تواند تولید شود. در این‌جا دو روش ساده و متداول بیان می‌شوند.

۱. می‌دانیم براورد عبارت خطا در رابطه‌ی (۳-۶) عبارت است از: $\hat{e}_i = y_i - \hat{y}_i$ $i = ۱, \dots, n_r$. بنا بر این $\ddot{e}$ می‌تواند یک مقدار تصادفی از میان این عنصرها باشد. پس از این‌که مقدار بی‌پاسخ از مدل رگرسیونی پیش‌گویی شد، این مقدار تصادفی به مقدار پیش‌گویی‌شده اضافه می‌شود و مقدار جدید جانهی می‌شود.

۲. افزون بر شرط‌های موجود برای عبارت خطا، فرض کنید ε_iها دارای توزیع نرمال ($\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$) باشند. اکنون می‌توان از یک توزیع $N(0, \hat{\sigma}^2)$ ($\hat{\sigma}^2$ از n_r داده‌ی مشاهده‌شده محاسبه می‌شود)، عددهایی را به تصادف گزینش کرد و به جای $\dot{e}$ در عبارت (۳-۸) قرار داد و مقدار جانهی را از جمع مقدار پیش‌گویی‌شده و مقدار تصادفی تولید شده به‌دست آورد.

۱۲- جانهی چندگانه (MI)

در جانهی چندگانه هر مقدار گم‌شده، mبار جانهی می‌شود ($m \geq 2$). در هر بار جانهی مقدار بی‌پاسخ، بمی‌توان از یک مدل تصادفی مشابه استفاده کرد. هر جانهی، مقدار متفاوتی برای مقدار گم‌شده به‌دست می‌دهد. به این ترتیب m مجموعه داده‌های کامل متفاوت به‌دست می‌آیند. این مجموعه داده‌ها، کامل و بدون گم‌شدگی هستند و روش‌های معمول براورد پارامتر و براورد واریانس برای آن‌ها قابل اعمال است. بدین ترتیب برای استنباط کلی، باید براوردهای هر مرحله ترکیب شوند تا بتوان پارامترهای میانگین و واریانس را براورد کرد.

اگر از مجموعه داده‌های iام، $\bar{y}_i$ به‌عنوان براورد پارامتر میانگین جامعه‌ای محاسبه شود، براورد ترکیبی میانگین جامعه‌ای عبارت است از: $\bar{y}_m = \sum_{i=1}^{m} \frac{\bar{y}_i}{m}$، که m تعداد مجموعه داده‌های کامل است. همچنین واریانس عبارت است از:

$$V_m = V_{between\ m\ sets} + V_{within\ m\ sets}$$

مدل به‌کار رفته در هر بار جانهی می‌تواند یکسان نباشد. در این صورت آن‌چه از تغییرها میان مجموعه‌ی داده‌ها مشاهده می‌شود ناشی از بی‌پاسخی نیست، بلکه ناشی از استفاده از مدل‌های متفاوت است. از طرفی تعیین مدل مناسب کار ساده‌ای نیست.

وقتی‌که با استفاده از هر روش تصادفی، یک مقدار برای جانهی گزینش می‌شود، آماره‌ی آمارگیری دارای اریبی است. اما اگر چند مقدار ممکن گزینش شوند، تغییرهای این مقدارها نیز با آن‌ها وارد محاسبه‌ها می‌شوند و شکل دقیق‌تری از براوردها را به دست می‌دهند. با بیان همین دلیل‌هاست که روبین در کتاب جانهی چندگانه برای بی‌پاسخی در آمارگیری‌ها (۱۹۸۷) استفاده از بیش از یک مجموعه داده‌ها را پیش‌نهاد می‌کند. او در این کتاب، مناسب‌ترین تعداد برای این مجموعه داده‌ها را بین ۲ تا ۱۰ مجموعه‌ی کامل معرفی می‌کند.

افزایش مجموعه داده‌ها، نیاز به فضای بیش‌تری برای نگهداری اطلاعات آن‌ها را نیز به وجود می‌آورد. از طرفی محاسبه‌ها و زمان لازم نیز افزایش پیدا می‌کنند. برخی اصل تغییرپذیری مقدار جانهی‌شده در جانهی چندگانه را مورد انتقاد قرار می‌دهند و آن را مشابه با اصل تغییرپذیری در گزینش نمونه‌های ممکن از جامعه می‌دانند. آن‌ها معتقدند همان‌طور که در نمونه‌گیری از یک نمونه‌ی ممکن برای استنباط استفاده می‌شود، در جانهی نیز می‌توان از یک مجموعه داده‌های کامل (داده‌ها پس از جانهی) استفاده کرد. هنگامی که فرایند جانهی تنها یک‌بار در کامل کردن مجموعه داده‌ها به کار رفته باشد، آن را جانهی تکی می‌نامند.

۱۳- جانهی کسری

جانهی کسری یک روش نسبتاً جدید برای برخورد با بی پاسخی قلم اطلاعاتی در آمارگیری‌های نمونه‌ای است. در این روش چندین مقدار جانهی با وزن های کسری متناظرشان برای هر قلم

گم‌شده (بی‌پاسخ) تولید می‌شود. جانهی کسری در مقابل روش‌های جانهی تکی نظیر روش جانهی رگرسیونی که برای هر مقدار گم‌شده فقط یک مقدار جانهی ارائه می‌دهند و عدم قطعیت داده‌های گم‌شده و براورد چندمنظوره را در نظر نمی‌گیرند معرفی شده است. در این روش همچون جانهی چندگانه برای نشان دادن عدم قطعیت در پیشگویی داده‌های گم‌شده هر مقدار بی‌پاسخ با چندین مقدار جانهی جایگزین می‌شود. جانهی کسری به‌عنوان یک رویکرد استاندارد برای براورد همه منظوره که به پارامتر وابسته نیست در آمارگیری‌های نمونه‌ای به کار گرفته می‌شود. در روش‌هایی که در آن‌ها بیش از یک مقدار برای هر مقدار بی‌پاسخ در نظر گرفته می‌شود؛ دو رویکرد کلی برای جانهی مقدارهای گم‌شده وجود دارد.

۱- رویکرد بیزی که تولید مقدار جانهی از روی توزیع پیشگوی پسینی y_{mis} به شرط y_{obs} است. این رویکرد اساس روشی است که توسط روبین (۱۹۸۷) تحت عنوان جانهی چندگانه معرفی شده است.

$$f(y_{i,mis}|y_{i,obs}) = \int f(y_{i,mis}|\theta, y_{i,obs})\, f(\theta|y_{i,obs}) d\theta$$

۲- رویکرد بسامدگرا که مقدارهای جانهی از روی توزیع شرطی $y_{i,mis}$ به شرط $y_{i,obs}$ و $\hat{\theta}$ به ازای یک مقدار براورد شده‌ی θ که اغلب براوردگر MLE است؛ به دست می‌آید.

این روش نسبتاً جدید یک روال جانهی ناپارامتری برای پارامترهای توصیفی مورد نظر در آمارگیری‌های نمونه‌ای است و نخستین بار توسط کالتون و کیش (۱۹۸۴) برای کاهش واریانس روش‌های جانهی تکی ارائه شده است. برای کنترل بی‌پاسخی جزئی در آمارگیری‌های نمونه‌ای برای نمایش عدم قطعیت ناشی از جانهی مقدار بی‌پاسخ، مجموعه‌ای از مقادیر جانهی همراه با وزن‌هایشان برای هر مقدار بی‌پاسخ تولید می‌شود. این روش با استفاده از ایده‌ی نمونه‌گیری از نقاط مهم زمانی که امید ریاضی در گام E از الگوریتم EM به‌صورت بسته وجود ندارد، به‌عنوان یک ابزار، محاسبات را ساده می‌کند (کیم، ۲۰۱۱). برای هر قلم بی‌پاسخ چند (بیش از یک مقدار) مقدار جانهی به همراه وزن تولید می‌شوند. هر وزن کسری بیانگر احتمال شرطی مقدار جانهی به شرط داده‌های مشاهده شده است و پارامترهای این احتمال شرطی با استفاده از یک روش تکراری نظیر الگوریتم EM محاسبه می‌شوند. این وزن‌های کسری نشان می‌دهند که مقدار جانهی با در نظر گرفتن مجموعه‌ی مشاهده‌های نمونه‌ای، با چه احتمالی می‌تواند یکی از مشاهده‌ها باشد.

بسته به ساختار داده‌ها و فرضیات مسئله، مدلی که مقدارهای جانهی از روی آن تولید می‌شود، می‌تواند به‌طور کامل پارامتری، نیم‌پارامتری یا پارامتری باشد.

از آنجا که روش بیزی به کار ر فته در جانهی چندگانه به پارامتر مورد بررسی وابسته است، یک مجموعه داده‌های کامل شده به روش جانهی چندگانه که منجر به تولید براوردهای مناسب برای میانگین می‌شود لزوماً منجر به براوردهای مناسبی برای نسبت نمی‌شود. در مقابل، روش جانهی کسری همه منظوره بوده و مجموعه داده‌های کامل شده‌ای در اختیار قرار می‌دهد که برای براورد طیف وسیعی از پارامترها مناسب است.

برای استفاده از فرمول براورد واریانس، در روش MI برقراری شرایط سازگاری معرفی شده توسط منگ (۱۹۹۴) ضروری است. این مسئله به خودی خود برای استنباط همه‌منظوره

محدود کننده به شمار می‌آید. در مقابل جانهی کسری یک ابزار جانهی موثر برای براورد همه‌منظوره با این ویژگی است که به شرایط سازگاری منگ (۱۹۹۴) نیاز ندارد.

وزن‌های کسری، بار ناشی از محاسبات تکراری نظیر الگوریتم مونته‌کارلوی زنجیر مارکوفی (MCMC) که برای ارزیابی امید شرطی مربوط به داده‌های گم‌شده اجرا می‌شوند؛ کاهش می‌دهند. کیم و هانگ (۲۰۱۲) جانهی کسری پارامتری را به رده‌ی بزرگتری از داده‌های ناکامل شامل مدل‌های خطای اندازه‌گیری گسترش دادند.

۲-۴-۵-۳ روش‌های وزن‌دهی

همان‌طور که می‌دانیم، کاربرد روش جانهی غالباً در تعدیل بی‌پاسخی پرسش است. در صورتی که تعدیل‌های موزون اغلب برای جبران اثر بی‌پاسخی واحد به کار می‌روند.

با توجه به مطالعه‌ی کالتون و فلورس ـ سروانتس (۲۰۰۳)، به‌طور کلی وزن‌ها طی چند مرحله توسعه می‌یابند تا اثر بی‌پاسخی را تعدیل کنند.

احتمال گزینش iامین عضو جامعه‌ای در نمونه، احتمال شمول واحد iام نامیده می‌شود و با π_i نمایش داده می‌شود. فرض کنید که S مجموعه‌ی همه‌ی نمونه‌های ممکن s، به اندازه‌ی n از جامعه‌ای به اندازه‌ی N باشد، که با یک طرح نمونه‌گیری احتمالی انتخاب شده‌اند. احتمال شمول واحد iام در نمونه‌ی s عبارت است از:

$$\pi_i = P(i \epsilon s) = \sum_{i \epsilon s} P(s)$$

همچنین احتمال انتخاب همزمان iامین و jامین عضو جامعه در نمونه برابر است با:

$$\pi_{i,j} = P(i,j \epsilon s) = \sum_{i,j \epsilon s} P(s)$$

در تعدیل وزن‌دهی فرض می‌شود که بی‌پاسخی تصادفی بوده و واحدهای بی‌پاسخ از هیچ روند مشخصی پیروی نمی‌کنند. در این رویکرد، وزن‌های پایه‌ای همه‌ی واحدهای نمونه‌گیری شده‌ی بی‌پاسخ واجد شرایط شرکت در آمارگیری، پس از گذراندن مراحل زیر به وزن‌های طرحی پایه‌ای واحدهای پاسخگو منتقل می‌شود.

در گام نخست از وزن‌دهی، به هر واحد نمونه‌گیری‌شده (باپاسخ و بی‌پاسخ صرف‌نظر از وضعیت پاسخگویی آن واحد)، یک وزن طرحی پایه نسبت داده می‌شود. این وزن که وابسته به نوع روش نمونه‌گیری است، وارون احتمال شمول آن واحد در نمونه و یا متناسب با آن است که با نماد w_i نشان داده می‌شود.

$$w_i = \frac{۱}{\pi_i}, \quad i = ۱, \dots, n$$

که در آن π_i احتمال شمول واحد iام از جامعه‌ی نمونه‌گیری‌شده به‌عنوان عضوی از نمونه است. بنا بر این یک واحد نمونه‌ای با احتمال شمول $\frac{۱}{۵۰}$ ، به اندازه‌ی خودش و ۴۹ واحد دیگر از جامعه‌ی نمونه‌گیری ارزش دارد. در حقیقت وزن‌های نمونه‌ای به‌عنوان عامل‌های تورمی عمل می‌کنند که بیان‌کننده‌ی واحدهایی از جامعه‌ی نمونه‌گیری هستند که به وسیله‌ی واحد نمونه‌گیری‌شده‌ای که به آن وزن تخصیص داده شده است، نشان داده می‌شوند. جمع وزن‌های

نمونه‌ای برابر با براورد ناااریبی از تعداد کل واحدهای جامعه‌ی هدف است. در نمونه‌گیری احتمالی به دلیل معلوم بودن احتمال‌های شمول، وزن‌های طرحی به آسانی تعیین می‌شوند.

در طرح‌های چندمرحله‌ای، وزن طرحی، بازتابی از احتمال شمول هر مرحله است. برای مثال در یک طرح نمونه‌گیری دو مرحله‌ای با انتخاب n حوزه‌ی آمارگیری از میان N حوزه به‌عنوان واحد نمونه‌گیری اولیه $PSU()$، واحد نمونه‌گیری اولیه‌ی iام در مرحله‌ی اول نمونه‌گیری با احتمال شمول π_i و خانوار jام در PSUی انتخاب شده در مرحله‌ی دوم دارای احتمال شمول $\pi_{j|i}$ است. بنا بر این احتمال شمول خانوار jام به‌عنوان عضوی از نمونه با حاصلضرب $\pi_{j|i} \times \pi_i$ برابر بوده و در نتیجه وزن طرحی برای خانوار jام در PSUی iام از نمونه برابر با $\frac{۱}{\pi_{j|i}\times\pi_i}$ است.

یک طرح نمونه‌گیری دومرحله‌ای با انتخاب n حوزه‌ی آمارگیری از میان N حوزه به‌عنوان واحد نمونه‌گیری مرحله‌ی اول و انتخاب m خانوار از میان M_i خانوار حوزه‌ی iام (SSU) را در نظر بگیرید. وزن طرحی در این طرح به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\pi_{ij} = \pi_{j|i} \times \pi_i = \frac{m}{M_i} \times \frac{n}{N} = \frac{mn}{M_i N}$$

$$w_{ij} = \frac{۱}{\pi_{ij}} = M_i \frac{N}{mn}$$

که در آن w_{ij} وزن طرحی خانوار نمونه‌ای jام در PSUی iام است.

در گام دوم، وزن طرحی برای تعدیل بی‌پاسخی واحد اصلاح می‌شود. در این مرحله وزن‌های طرحی واحدهای باپاسخ به منظور جبران اثر بی‌پاسخ‌ها تعدیل می‌شوند. راه‌کار کلی این است که اطلاعات کمکی که برای همه‌ی واحدهای نمونه‌ای اعم از باپاسخ‌ها و بی‌پاسخ‌ها موجود است، در نظر گرفته شود. بر اساس این اطلاعات، باپاسخ‌هایی که مشابه بی‌پاسخ‌ها هستند، شناسایی شده و نمونه به زیرگروه‌هایی تقسیم‌بندی می‌شود. سپس وزن‌های طرحی این واحدهای باپاسخ به‌گونه‌ای افزایش می‌یابند که معرف بی‌پاسخ‌های مشابه شوند. با به کارگیری این راه‌کار، احتمال این که واحد iام در نمونه انتخاب شود و پاسخ دهد، برابر با $\pi_i p_i$ است. که در آن احتمال پاسخ p_i (امتیاز تمایل) برای هر واحد در نمونه با استفاده از اطلاعات کمکی که برای همه‌ی واحدها در نمونه‌ی انتخابی در دسترس است، براورد می‌شود. به عبارتی نرخ پاسخ موزون برای هر زیرگروه محاسبه می‌شود. بنا بر این وزن تعدیل‌شده‌ی بی‌پاسخی برای واحد نمونه‌ای iام یا همان عکس نرخ پاسخ موزون به‌عنوان تعدیل بی‌پاسخی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$w_i = w_{i۱} \times w_{i۲} = \frac{۱}{\pi_i \hat{p}_i}$$

که در آن $w_{i۱}$ وزن طرحی و $w_{i۲}$ وزن تعدیل بی‌پاسخی است. نرخ بی‌پاسخی موزون برابر با حاصل تقسیم تعداد موزون مشاهده‌ها بر تعداد موزون واحدهای نمونه‌ای واجد شرایط است. این روش هنگامی که اطلاعات محدودی در مورد بی‌پاسخ‌ها در دسترس باشد، به‌طور کامل موثر است.

گام سوم توسعه‌ی وزن، تعدیل بیش‌تر وزن‌ها است، به‌طوری که برای متغیرهای مهم و کلیدی آمارگیری، براوردهای موزون حاصل از نمونه تا حد امکان به پارامترهای جامعه‌ای نزدیک باشند. این مرحله از تعدیل برای تصحیح بی‌پاسخی و بهبود دقت براوردها مفید است. به‌طور کلی این نوع تعدیل باعث می‌شود که توزیع توأم نمونه‌گیری متغیرهای معین (مانند توزیع جنسیت بر حسب گروه‌های سنی) با توزیع توأم معلوم جامعه‌ای جور شود. در مرحله‌ی سوم تعدیل وزن، اطلاعات کمکی نقش مهم‌تری ایفا می‌کنند. اغلب این نوع تعدیل، پساطبقه‌بندی نامیده می‌شود.

در ادامه پیش از معرفی روش‌های مختلف وزن‌دهی، برای روشن‌تر شدن چگونگی محاسبه‌ی وزن‌های پایه‌ای و تعدیل بی‌پاسخی آن‌ها چند مثال عددی آورده می‌شود.

مثال ۳-۱: فرض کنید برای بررسی درامد و سطح تحصیلات افراد بزرگسال (۱۸ سال و بالاتر) در یک ناحیه‌ی جغرافیایی از یک طرح نمونه‌گیری دومرحله‌ای با احتمال برابر به‌صورت انتخاب ۵ خانوار از میان ۲۵۰ خانوار به‌عنوان واحد نمونه‌گیری مرحله‌ی اول (PSU) و سپس انتخاب یک فرد بزرگسال از هر خانوار نمونه‌ای مرحله‌ی اول به‌عنوان واحد نمونه‌گیری مرحله‌ی دوم (SSU) استفاده شده است. احتمال انتخاب بزرگسال jام در خانوار iام برابر است با:

$$\pi_{ij} = \pi_i \times \pi_{j|i} = \frac{۵}{۲۵۰} \times \frac{۱}{M_i}\ ,\ \ i = ۱, \dots, ۵۰ \ \text{و}\ j = ۱$$

که در آن M_i تعداد افراد بزرگسال خانوار iام، π_i احتمال شمول خانوار iام، $\pi_{j|i}$ احتمال شمول فرد بزرگسال jام به شرط انتخاب خانوار iام است.

$$w_{ij} = \frac{۱}{\pi_{ij}} = ۵۰\ \ , j = ۱, \dots, M_i$$

داده‌های حاصل از این آمارگیری فرضی در جدول ۳-۲ آمده است. در این جدول فرض می‌کنیم y_{ij} درامد واحد نمونه‌ای jام در خانوار نمونه‌ای iام باشد و متغیر نشانگر Z_{ij} به‌صورت زیر تعریف شود:

$$z_{ij} = \begin{cases} ۱ & \text{سطح تحصیلات فرد } j\text{ام در خانوار } i\text{ام کارشناسی و بالاتر است} \\ ۰ & \text{سایر تحصیلات} \end{cases}$$

جدول ۳-۲. اطلاعات حاصل از آمارگیری فرضی مثال ۳-۱ (واحد y_{ij}ها به میلیون ریال است)

خانوار نمونه‌ای	M_i	w_{ij}	y_{ij}	z_{ij}	$w_{ij}y_{ij}$	$w_{ij}z_{ij}$	$w_{ij}z_{ij}y_{ij}$
۱	۳	۱۵۰	۷۰	۱	۱۰۵۰۰	۱۵۰	۱۰۵۰۰
۲	۱	۵۰	۳۰	۰	۱۵۰۰	۰	۰
۳	۳	۱۵۰	۹۰	۱	۱۳۵۰۰	۱۵۰	۱۳۵۰۰
۴	۵	۲۵۰	۵۰	۱	۱۲۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵۰۰
۵	۴	۲۰۰	۶۰	۰	۱۲۰۰۰	۰	۰
جمع	۱۶	۸۰۰	۳۰۰	۳	۵۰۰۰۰	۵۵۰	۳۶۵۰۰

با توجه به اطلاعات جدول ۳-۲ براورد متوسط درامد ماهانه‌ی یک فرد بزرگسال در این جامعه، بدون در نظر گرفتن وزن طرحی و استفاده از وزن‌های برابر براوردگر هورویتز-تامپسون در حالت نمونه‌گیری تصادفی ساده بدون جای‌گذاری برابر است با:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=۱}^{۵} y_{ij}}{۵} = \frac{۳۰۰}{۵} = ۶۰$$

در حالی که با در نظر قرار گرفتن وزن‌های طرحی افراد، این براورد به‌صورت زیر خواهد بود.

$$\bar{y}_w = \frac{\sum_{i=۱}^{۵} w_{ij} y_{ij}}{\sum_{i=۱}^{۵} w_{ij}} = \frac{۵۰۰۰۰}{۸۰۰} = ۶۲/۵ , \qquad j = ۱ , i = ۱, \dots, ۵$$

یا براورد درصد افراد بزرگسال دارای تحصیلات کارشناسی و بالاتر با در نظر گرفتن وزن‌های برابر و نابرابر به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{با وزن‌های برابر} \quad \hat{P} = \frac{\sum_{i=۱}^{۵} z_{ij}}{۵} \times ۱۰۰ = \frac{۳}{۵} \times ۱۰۰ = ۶۰ \,٪$$

$$\text{با وزن‌های طرحی} \quad \hat{P}_w = \frac{\sum_{i=۱}^{۵} w_{ij} z_{ij}}{\sum_{i=۱}^{۵} w_{ij}} \times ۱۰۰ = \frac{۵۵۰}{۸۰۰} \times ۱۰۰ = ۶۷/۷۵ \,٪$$

بنا بر این تعداد کل افراد بزرگسال با تحصیلات کارشناسی و بالاتر در جامعه‌ای که از آن نمونه‌گیری شده است برابر است با $\sum_{i=۱}^{۵} w_{ij} z_{ij} = ۵۵۰$ نفر. در این مثال در نمونه تنها ۵ فرد بزرگسال مورد بررسی قرار گرفته‌اند که با در نظر قرار گرفتن وزن‌ها، این ۵ نفر نماینده‌ی کل جامعه، ۸۰۰ نفر، هستند، زیرا در این مثال ۵ نفر مشاهده شده‌اند و اطلاعات آن‌ها به اندازه‌ی خودشان و ۷۹۵ نفر دیگر ارزش دارند.

در همین مثال اگر بخواهیم براوردی از متوسط درامد افراد با تحصیلات کم‌تر از کارشناسی داشته باشیم به‌صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$z_{ij}^{*} = \begin{cases} ۰ & \text{سطح تحصیلات فرد } j\text{ام در خانوار } i\text{ام کم‌تر از کارشناسی است} \\ ۱ & \text{سایر تحصیلات} \end{cases}$$

بنا بر این متوسط درامد افراد بزرگسال با تحصیلات کم‌تر از کارشناسی برابر است با ۵۴ که به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\frac{\text{جمع درامد ماهانه‌ی افراد بزرگسال با تحصیلات کم‌تر از کارشناسی}}{\text{تعداد افراد بزرگسال با تحصیلات کم‌تر از کارشناسی}} = \bar{y}_w = \frac{\sum_{i=۱}^{۵} w_{ij} z_{i۱}^{*} y_{i۱}}{\sum_{i=۱}^{۵} w_{ij} z_{i۱}^{*}}$$

$$= \frac{۱۳۵۰۰}{۲۵۰} = ۵۴ \quad ; j = ۱$$

جدول ۳-۳. اطلاعات مربوط به افراد نمونه‌ای با تحصیلات کم‌تر از کارشناسی

خانوار نمونه‌ای	w_{ij}	y_{ij}	z_{ij}^*	$w_{ij}z_{ij}^*$	$w_{ij}z_{ij}^*y_{ij}$
۱	۱۵۰	۷۰	۰	۰	۰
۲	۵۰	۳۰	۱	۵۰	۱۵۰۰
۳	۱۵۰	۹۰	۰	۰	۰
۴	۲۵۰	۵۰	۰	۰	۰
۵	۲۰۰	۶۰	۱	۲۰۰	۱۲۰۰۰
جمع	۸۰۰	۳۰۰	۲	۲۵۰	۱۳۵۰۰

مثال ۳-۲: یک نمونه‌گیری طبقه‌بندی چندمرحله‌ای از ۱۰۰۰ خانوار که از دو ناحیه‌ی شمالی و جنوبی کشور انتخاب شده‌اند را در نظر بگیرید. نرخ انتخاب خانوارها از ناحیه‌ی شمالی $\frac{۱}{۲۰۰}$ و از ناحیه‌ی جنوبی $\frac{۱}{۱۰۰}$ است. بنا بر این وزن طرحی در این دو ناحیه به ترتیب برابر با ۲۰۰ و ۱۰۰ است. فرض کنید:

n_h : تعداد خانوارهای نمونه‌ای طبقه‌ی hام،

r_h : تعداد خانوارهای واجد شرایط پاسخگویی در طبقه‌ی hام،

t_h : تعداد خانوارهای پاسخگوی دارای دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی اولیه در طبقه‌ی hام، و

w_h : وزن هر خانوار نمونه‌ای در طبقه‌ی hام پس از تعدیل بی‌پاسخی، باشند.

بنا بر این با در نظر گرفتن مرحله‌های یاد شده برای تعدیل بی‌پاسخی وزن‌ها به‌صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$w_h = w_{۱h} \times w_{۲h}$$

که $w_{۱h}$ وزن طرحی و $w_{۲h}$ وزن تعدیل بی‌پاسخی است. در این حالت:

$$\text{نرخ بی‌پاسخی موزون} \quad r_{nw} = \frac{r_h}{n_h} \quad ، \quad w_{۲h} = \frac{۱}{r_{nw}} = \frac{n_h}{r_h}$$

جدول ۳-۴ اطلاعات هر یک از طبقه‌های مورد بررسی در این آمارگیری را نشان می‌دهد. با استفاده از این جدول درصد خانوارهای جامعه‌ای که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند در کل جامعه و در نقاط شهری جامعه به‌صورت زیر براورد می‌شود.

$$\text{درصد خانوارهایی که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند} = \frac{\text{تعداد خانوارهایی که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند}}{\text{تعداد خانوارهای پاسخگو}}$$

جدول ۳-۴. اطلاعات طبقه‌های مورد بررسی در آمارگیری

ناحیه‌ی جغرافیایی	n_h	r_h	t_h	$w_{۱h}$	$w_{۲h}$	w_h	$w_h t_h$	$w_h r_h$	$w_{۱h} t_h$	$w_{۱h} r_h$
شهری- جنوبی	۱۰۰	۸۰	۷۰	۱۰۰	$\frac{۱۰۰}{۸۰} = ۱/۲۵$	۱۲۵	۸۷۵۰	۱۰۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰
روستایی- جنوبی	۳۰۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۰۰	$\frac{۳۰۰}{۱۲۰} = ۲/۵۰$	۲۵۰	۲۵۰۰۰	۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۲۰۰۰
شهری- شمالی	۲۰۰	۱۷۰	۱۵۰	۲۰۰	$\frac{۲۰۰}{۱۷۰} = ۱/۱۸$	۱۱۸	۱۷۷۰۰	۲۰۰۶۰	۳۰۰۰۰	۳۴۰۰۰
روستایی- شمالی	۴۰۰	۳۶۰	۱۸۰	۲۰۰	$\frac{۴۰۰}{۳۶۰} = ۱/۱۱$	۱۱۱	۱۹۹۸۰	۳۹۹۶۰	۳۶۰۰۰	۷۲۰۰۰
جمع	۱۰۰۰	۷۳۰	۵۰۰	۶۰۰		۶۰۴	۷۱۴۳۰	۱۰۰۰۲۰	۸۳۰۰۰	۱۲۶۰۰۰

درصد خانوارهایی که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند با وزن باپاسخ‌ها:

$$\hat{P}_{uw} = \frac{\sum_{h=۱}^{۴} t_h}{\sum_{h=۱}^{۴} r_h} \times ۱۰۰ = \frac{۵۰۰}{۷۳۰} \times ۱۰۰ = ۶۸/۵ \ ٪$$

درصد خانوارهایی که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند با استفاده از وزن‌های طرحی بدون تعدیل بی‌پاسخی:

$$\hat{P}_{۱} = \frac{\sum_{h=۱}^{۴} w_{۱h} t_h}{\sum_{h=۱}^{۴} w_{۱h} r_h} = \frac{۸۳۰۰۰}{۱۲۶۰۰۰} = ۶۵/۹ \ ٪$$

درصد خانوارهایی که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند با استفاده از وزن‌های تعدیل‌شده برای بی‌پاسخی:

$$\hat{P}_{w} = \frac{\sum_{h=۱}^{۴} w_h t_h}{\sum_{h=۱}^{۴} w_h r_h} = \frac{۷۱۴۳۰}{۱۰۰۰۲۰} = ۷۱/۴ \ ٪$$

و

درصد خانوارهای شهری که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند با وزن‌ها برای تعدیل بی‌پاسخی

$$= \frac{\text{تعداد خانوارهای شهری که به مراقبت‌های بهداشتی اولیه دسترسی دارند}}{\text{تعداد خانوارهای شهری پاسخگو}} = \frac{۸۷۵۰ + ۱۷۷۰۰}{۱۰۰۰۰ + ۲۰۰۶۰} = \frac{۴۴۱۵۰}{۵۰۱۲۰} = ۸۸/۰ \ ٪$$

در تعدیل‌های موزون، شیوه‌ها و مدل‌های وزن‌دهی مختلفی را می‌توان مورد استفاده قرار داد. روش‌های وزن‌دهی نمونه‌مبنا یا وزن‌دهی رده‌ای، وزن‌دهی جامعه‌مبنا یا پساطبقه‌بندی، وزن‌دهی برحسب معادله‌های براورد تعمیم‌یافته‌ی موزون، وزن‌دهی کالیبدنی و وزن‌دهی بر حسب تمایل به پاسخ از جمله این روش‌ها هستند. اساس همه‌ی این شیوه‌ها افزایش وزن واحدهای پاسخ‌گو برای جبران وزن واحدهای بی‌پاسخ است. تعدیل‌های وزنی بی‌پاسخی مستلزم دسترسی به اطلاعات و فرض‌هایی درباره‌ی تفاوت‌های بین توزیع‌های واحدهای باپاسخ و واحدهای بی‌پاسخ است (کالتون و فلورس ـ سروانتس، ۲۰۰۳). بنا بر این در تعدیل اثر بی‌پاسخی، اطلاعات کمکی نقش مهمی را ایفا می‌کنند. اطلاعات کمکی به‌عنوان مجموعه‌ای از متغیرها هستند که علاوه بر اندازه‌گیری آن‌ها در آمارگیری، ممکن است توزیع جامعه‌ای آن‌ها نیز از منبعی به‌غیر از آمارگیری جاری به‌طور مثال سرشماری گذشته یا آمارگیری‌های نمونه‌ای قبلی موجود باشد. هنگامی که همبستگی متغیر پاسخ و این متغیرهای کمکی زیاد باشد، دقت براوردهای حاصل بیش‌تر و اریبی ناشی از بی‌پاسخی تا حد قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

۱-۲-۴-۵-۳ وزن‌دهی نمونه‌مبنا و جامعه‌مبنا

یکی از شیوه‌های وزن‌دهی به این صورت است که ابتدا واحدهای باپاسخ به گروه‌های نامتداخل تقسیم‌بندی می‌شوند. این گروه‌ها رده‌های وزن‌دهی نامیده می‌شوند. البته ممکن است هر رده تنها شامل یک عضو باشد. سپس به هر رده (یا به هر عضو) وزنی اختصاص داده می‌شود. چنانچه برای انتخاب رده‌ها از اطلاعات کمکی نمونه‌ی مورد نظر استفاده شود، وزن‌دهی نمونه‌مبنا است. اگر برای تشکیل این رده‌ها از اطلاعات کمکی جامعه‌ای یا منبعی غیر از آمارگیری جاری استفاده شود، وزن‌دهی جامعه‌مبنا خواهد بود.

در وزن‌دهی نمونه‌مبنا (وزن‌دهی رده‌ای)، وزن‌ها وارون حاصل‌ضرب نرخ پاسخ در احتمال شمول در هر رده هستند. این که شیوه‌ی وزن‌دهی یادشده تا چه حد کارا و مناسب است، به

انتخاب صحیح رده‌های وزن‌دهی وابسته است. در واقع انتخاب این رده‌ها بر اساس نرخ پاسخ و معیارهای اندازه‌گیری متغیرهای آمارگیری در نمونه و تا حدودی کارشناسی است. زیرا متغیرهای آمارگیری بر تعداد پاسخ در رده‌ها تأثیر دارند. بنا بر این با ملاحظه‌ی جدول‌های پاسخ بر حسب متغیرهای موجود در آمارگیری، مجموعه‌ای از نرخ‌های پاسخ محاسبه می‌شوند. با در نظر گرفتن این نرخ‌ها می‌توان رده‌های وزن‌دهی مناسب را با توجه به هدف‌های آمارگیری نمونه‌ای انتخاب کرد. البته باید به این نکته توجه کرد که این نرخ‌های پاسخ نباید بیش از اندازه کوچک باشند. زیرا رده‌هایی با نرخ پاسخ کوچک باعث به‌وجود آمدن وزن‌های بزرگ در براوردگرهای تعدیل‌شده می‌شوند. در نتیجه واریانس براوردگرها افزایش می‌یابد. تجربه پیش‌نهاد می‌کند از ایجاد رده‌هایی با نرخ پاسخ کم‌تر از ۱/۵ درصد از نرخ کلی پاسخ جلوگیری شود.

در وزن‌دهی جامعه‌مبنا نیز از رده‌های وزن‌دهی استفاده می‌شود. ممکن است در این روش اطلاعاتی در مورد واحدهای بی‌پاسخ وجود نداشته باشد. در این صورت انتخاب رده‌های وزن‌دهی بر اساس متغیرهایی صورت می‌گیرد که مقدار آن‌ها برای باپاسخ‌ها، بی‌پاسخ‌ها و به‌طور کلی برای کل جامعه‌ی هدف قبل از انجام آمارگیری نمونه‌ای معلوم است. بنا بر این گروه‌بندی قبل از اجرای آمارگیری قابل انجام است و اندازه‌ی جامعه‌ای هر زیرگروه، قبل از انتخاب واحدهای نمونه‌ای معلوم و مشخص است. این مقدارها از طریق اطلاعات آمارگیری و منبع‌های خارجی دیگری نظیر سرشماری در دسترس هستند. در این روش نیز وزن‌ها، وارون نسبت اندازه‌ی نمونه‌ای باپاسخ‌ها به اندازه‌ی نمونه‌ای هر زیرگروه در وارون احتمال شمول در آن زیرگروه هستند. گاهی در سایر روش‌های وزن‌دهی نیز از این شیوه استفاده می‌شود. اما باید به این نکته توجه کرد که تفاوت‌های مشاهده‌شده بین داده‌های آمارگیری مورد نظر و توزیع‌های جامعه‌ای می‌تواند ناشی از تفاوت‌های بین روش‌های گرداوری اطلاعات باشد. روش پساطبقه‌بندی از روش‌های جامعه‌مبنا است که از اطلاعات جامعه‌ای برای وزن‌دهی استفاده می‌کند.

۲-۲-۴-۵-۳ روش پساطبقه‌بندی

پساطبقه‌بندی از روش‌های معمول و قدیمی برای وزن‌دهی است. هالت و اسمیت (۱۹۷۹) این روش را برای افزایش دقت براوردها در حالت پاسخ‌های کامل معرفی کردند. همچنین نشان داده شده است که روش پساطبقه‌بندی می‌تواند اریبی ناشی از بی‌پاسخی را کاهش دهد.

پساطبقه‌بندی شباهت بسیاری با روش وزن‌دهی رده‌ای دارد، با این تفاوت که برای تعدیل وزن‌ها از تعداد جمعیت استفاده می‌کند. لوهر (۲۰۱۰) این روش را به‌صورتی که در ادامه بیان می‌شود، معرفی می‌کند. فرض کنید نمونه‌گیری تصادفی ساده انجام شده است. پس از گرداوری داده‌های نمونه‌ای، جامعه‌ی هدف بر مبنای متغیر کمکی رسته‌ای، مانند نژاد یا جنسیت، می‌تواند به H طبقه تقسیم شود. تعداد واحدهای جامعه‌ای در طبقه‌ی h، برابر با N_h واحد است. از هر طبقه n_h واحد انتخاب می‌شود. در این طبقه تعداد n_{hR} واحد پاسخ‌گو هستند. براوردگر پساطبقه‌بندی برای میانگین جامعه‌ای به شکل $\bar{y}_{post} = \frac{1}{N}\sum_{h=1}^{H} N_h \bar{y}_{hR}$ تعریف می‌شود. در این براوردگر، $\bar{y}_{hR}$ میانگین n_{hR} واحد باپاسخ در پساطبقه‌ی hام است. در این طرح آمارگیری، جمع وزن‌ها در زیرگروه h برابر است با $\sum_{i\epsilon A_h} w_i$، که A_h نمونه‌ی انتخاب شده از پساطبقه‌ی hام است، جمع وزن‌ها برای براورد تعداد جمعیت در این زیرگروه استفاده می‌شود. پساطبقه‌بندی با در نظر گرفتن تعداد جمعیت واقعی، از براوردگر نسبتی برای تعدیل در هر زیرگروه استفاده می‌کند.

فرض کنید پاسخ‌گویی برای واحد iام در پساطبقه‌ی hام به شکل متغیر تصادفی زیر تعریف شود:

$$r_{ih} = \begin{cases} ۱ & \text{اگر واحد } i\text{ام در پساطبقه‌ی } h \text{ پاسخ دهد} \\ ۰ & \text{اگر واحد } i\text{ام در پساطبقه‌ی } h \text{ پاسخ ندهد} \end{cases}$$

وزن تعدیل‌شده‌ی w_i^*، از رابطه‌ی (۳-۹) به دست می‌آید، که در آن A مجموعه‌ی واحدهای باپاسخ در نمونه است. پس از تعدیل، جمع وزن‌های واحدهای نمونه‌ای باپاسخ در هر پساطبقه با اندازه‌ی جامعه‌ای در آن پساطبقه برابر خواهد بود.

$$w_i^* = w_i \sum_{h=۱}^{H} r_{ih} \frac{N_h}{\sum_{j\epsilon A} w_{jh} r_{jh}} \qquad (۳-۹)$$

$$\sum_{i\epsilon A} w_i^* r_{ih} = N_h$$

که w_i و w_{jh}ها وزن‌های طرحی هستند. با این تعدیل‌ها، براوردگر کل پساطبقه‌بندی برای جامعه به‌صورت $\hat{\tau}_{post} = \sum_{i\epsilon A} w_i^* y_i$ معرفی می‌شود.

در صورت استفاده از متغیرهای بیش‌تر در وزن‌دهی، پساطبقه‌های بیش‌تری به وجود می‌آیند. در این صورت ممکن است در بعضی از رده‌ها مشاهده‌های کمی وجود داشته باشند. بنا بر این بهتر است که یا از متغیرهای کمکی کم‌تری استفاده شود، که در این صورت ممکن است اطلاعات از دست برود، و یا برخی از پساطبقه‌ها ادغام شوند.

۳-۲-۴-۵-۳ وزن‌دهی بر حسب تمایل به پاسخ (روش امتیاز تمایل)

در روش امتیاز تمایل، برای تعدیل اثر بی‌پاسخی از اطلاعات متغیرهای کمکی استفاده می‌شود. این روش یک فن آماری است که با استفاده از آن می‌توان با وجود واحدهای بی‌پاسخ در نمونه براوردگرهایی با اریبی کم‌تر به دست آورد.

امتیاز تمایل با استفاده از متغیرهای کمکی مشاهده شده در نمونه محاسبه می‌شود. نظریه‌ی امتیاز تمایل (روزنبام و روبین، ۱۹۸۳) برای تعدیل اثر بی‌پاسخی در آمارگیری‌ها مطرح شده است. فرض کنید r متغیر نشان‌گر پاسخ باشد که اگر متغیر مورد مطالعه $\boldsymbol{y}$ مشاهده شود، مقدار ۱ می‌گیرد و در غیر این صورت برابر با ۰ است. تمایل پاسخ فرد iام، با فرض ساختار MAR برای داده‌ها، به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$p(\boldsymbol{x}_i) = P(r_i = ۱ | \boldsymbol{x}_i) \quad ; \; p(\boldsymbol{x}_i) > ۰ \, , \forall \boldsymbol{x}_i$$

در عمل، احتمال پاسخ نامعلوم و با استفاده از داده‌های نمونه‌ای براورد می‌شود. برای مثال، احتمال $p(\boldsymbol{x}_i)$ با استفاده از مدل رگرسیونی لوژستیکی یا پروبیت r روی $\boldsymbol{x}$، بر اساس داده‌های موجود برای بی‌پاسخ‌ها و باپاسخ‌ها براورد می‌شود. سپس پاسخ‌گوی iام با وارون احتمال پاسخ براورد شده $(\hat{p}^{-۱}(\boldsymbol{x}_i))$ وزن‌دار می‌شود (فالسام، ۱۹۹۱). با وجود این‌که روش امتیاز تمایل، اریبی بی‌پاسخی را حذف می‌کند، اما چنانچه برای برخی از واحدهای پاسخ‌گو تمایل پاسخ آن‌ها کم براورد شود، این واحدها وزن‌های بزرگی خواهند داشت، که این امر می‌تواند منجر به براوردگرهایی با واریانس بالا شود. در نتیجه ممکن است روی دقت براوردهای میانگین و کل تأثیر منفی بگذارند. وزن‌دهی مستقیم واحدهای نمونه‌ای باپاسخ با استفاده از وارون امتیاز تمایل

پاسخ $\hat{p}^{-1}(x_i)$ تا اندازه‌ی زیادی به نوع مدل انتخاب‌شده‌ی رگرسیون r روی x وابسته است. بنا بر این انتخاب مدل پاسخ مناسب می‌تواند براوردگر امتیاز تمایل تعدیلی بهین را معرفی کند. این براوردگر دارای کم‌ترین واریانس در رده‌ی براوردگرهای امتیاز تمایل تعدیلی است.

افزوده‌ی ۳آ-۱

روش‌های براورد واریانس

۳آ-۱-۱ مقدمه

به‌طور معمول در انتخاب یک براوردگر، افزون‌بر ناریب بودن، پراکندگی مقدارهایی که در اختیار می‌گذارد نیز اهمیت دارد. چه بسا در مطالعه‌ای ترجیح داده شود به‌جای یک براوردگر ناریب با پراکندگی بالا از یک براوردگر اریب با میزان پراکندگی کم‌تر، استفاده شود.

یکی از مهم‌ترین معیارها در بیان میزان دقت یک براوردگر ناریب یا طرح نمونه‌گیری، واریانس براوردگر است. واریانس رابطه‌ای عکس با دقت دارد. از میان طرح‌ها و براوردگرهای مختلف، سعی می‌شود طرح و براوردگری با بیش‌ترین دقت انتخاب شود. اما افزون‌بر ماهیت طرح یا براوردگر، روش محاسبه و به‌دست آوردن خود واریانس نیز در کیفیت براوردگر واریانس موثر است. در این‌جا با تعدادی از متداول‌ترین روش‌های براورد واریانس آشنا می‌شویم.

هنگامی که براوردگر ناخطی باشد، خطی‌سازی تیلور با خطی کردن براوردگر مورد نظر، شکل ساده‌تری از براوردگر واریانس را فراهم می‌کند. روش گروه‌های تصادفی نیز با تکرار طرح نمونه‌گیری یا تقسیم نمونه به گروه‌های تصادفی، واریانس را براورد می‌کند. روش نیم‌نمونه‌ی متعادل، روش‌های جک‌نایفی و خودگردانی نیز از جمله روش‌های تکراری و بازنمونه‌گیری هستند که واریانس را میان نیم‌نمونه‌ها و یا شبه‌تکرارها براورد می‌کنند. این روش‌ها برای براورد واریانس آماره‌های پیچیده مفید هستند.

در انتخاب براوردگرهای واریانس، باید به نوع تابع براوردگر (به‌عنوان مثال خطی یا ناخطی بودن تابع) و ماهیت طرح نمونه‌گیری توجه شود. ولتر (۲۰۰۷) بیان می‌کند: واریانس هر براوردگر، تابعی از براوردگر و طرح نمونه‌گیری است، لذا چنان‌چه براورد واریانس بدون توجه به طرح آمارگیری نمونه‌ای به‌دست آید، به‌طور کامل اشتباه است. بسیاری از طرح‌های نمونه‌گیری مورد استفاده در سازمان‌های آماری ملی، طرح‌های آمارگیری پیچیده هستند که در آن‌ها محاسبه‌ی خطای استاندارد به سهولت امکان‌پذیر نیست. از آن‌جا که بحث پیرامون روش‌های براورد واریانس در آمارگیری‌های پیچیده از حوصله‌ی این کتاب خارج است، لذا در این بخش، تنها به معرفی چند روش رایج محاسبه‌ی واریانس در آمارگیری‌های پیچیده اکتفا می‌شود (برای مشاهده‌ی جزئیات و آشنایی با سایر روش‌ها ن. ک. ولتر، ۲۰۰۷).

۳آ-۱-۱-۱ روش خطی‌سازی تیلور

براوردگر پارامترهای مرکزی بیش‌تر وقت‌ها خطی و به شکل $\hat{\theta} = \sum_{i=1}^{k} a_i \hat{t}_i$ هستند که در آن a_iها تابعی از $\hat{t}_i$ها نبوده و ثابت هستند. به‌طور معمول $\hat{t}_i$ها براورگرهای معمولی و شناخته شده‌ای هستند که امید ریاضی و واریانس آن‌ها به‌راحتی به‌دست می‌آیند. بنا بر این واریانس براوردگر عبارت است از:

$$V(\hat{\theta}) = V\left(\sum_{i=1}^{k} a_i \hat{t}_i\right) = \sum_{i=1}^{k} a_i^2 V(\hat{t}_i) + \sum_{i \neq j} \sum a_i a_j Cov(\hat{t}_i, \hat{t}_j)$$

در روش‌های پیچیده‌ی نمونه‌گیری ممکن است که براوردگرهای این پارامترها ناخطی باشند. برای مثال شکلی از $\frac{\hat{t}_i}{\hat{t}_j}$ در آن وجود داشته باشد؛ مانند آن‌چه در براوردگرهای نسبتی و رگرسیونی اتفاق می‌افتد. در چنین شرایطی محاسبه‌ی براورد واریانس براوردگر کار ساده‌ای نیست. از این رو از سری تیلور برای خطی‌سازی براوردگر ناخطی استفاده می‌شود تا براورد واریانس آن نیز ساده‌تر انجام شود. اگر $h(\hat{t}_۱, \dots, \hat{t}_k)$ یک تابع ناخطی از $\hat{t}_i$ها باشد، آن‌گاه بسط تیلور با استفاده از ثابت‌هایی مانند a_iها، $i = ۱, \dots, k$، آن را خطی می‌کند.

$$h(\hat{t}_۱, \dots, \hat{t}_k) \approx a_. + \sum_{i=۱}^{k} a_i \hat{t}_i$$

بنا بر این پس از خطی‌سازی، $V(h(\hat{t}_۱, \dots, \hat{t}_k))$ به‌طور تقریبی به $V\left(\sum_{i=۱}^{k} a_i \hat{t}_i\right)$ تبدیل می‌شود که به سادگی قابل محاسبه است. استفاده از بسط تیلور یک روش تقریبی برای براورد واریانس است. هنگامی می‌توان از بسط تیلور استفاده کرد که حداقل گشتاورهای مرتبه‌ی اول و دوم براوردگر وجود داشته باشند. به‌طور معمول این روش وقتی که اندازه‌ی نمونه‌ای به اندازه کافی بزرگ باشد از دقت و ناارییی لازم برخوردار است. زمانی که وزن نمونه‌گیری در شکل براوردگر دخالت داشته باشد، براورد واریانس با استفاده از خطی‌سازی تیلور کاری پیچیده و مشکل خواهد بود.

در ساده‌ترین حالتِ یک متغیری (تک بعدی)، اگر $\hat{\theta}$ براوردی نااریب برای θ باشد به‌طوری‌که $\hat{\theta} = f(\hat{t})$ و $E(\hat{t}) = T$، بسط تیلور برای $f(\hat{t})$ حول T عبارتست از:

$$\hat{\theta} = f(\hat{t}) \approx f(T) + f'(T)(\hat{t} - T) + \frac{۱}{۲!} f''(T)(\hat{t} - T)^۲ + \cdots$$

با تقریب درجه‌ی اول، براورد واریانس عبارت است از: $V(\hat{\theta}) \approx [f'(T)]^۲ V(\hat{t})$.

ولتر (۲۰۰۷)، خطی‌سازی واریانس را به کمک بسط تیلور براوردگر، وقتی که جامعه نامتناهی و متناهی است، مورد بررسی قرار داده و نظریه‌های مربوط را بیان کرده است. در حالت چندمتغیری، فرض کنید، $\mathbf{T} = (T_۱, \dots, T_p)'$ بردار p بعدی از پارامترهای جامعه‌ای و N اندازه‌ی جامعه‌ای باشد. در این‌صورت بردار $\hat{\mathbf{t}} = (\hat{t}_۱, \dots, \hat{t}_p)'$، براوردگر $\mathbf{T}$ است. شکل $\hat{t}_i$ها برای $i = ۱, \dots, p$ به طرح نمونه‌گیری که نمونه‌ی s از آن تولید شده است، بستگی دارد. به‌طور معمول این براوردگرها، براوردگرهای نااریب یا اریب اما سازگار هستند. فرض کنید پارامتر مورد نظر $\theta = g(\mathbf{T})$ و براوردگر آن $\hat{\theta} = g(\hat{\mathbf{t}})$ باشد. اگر $\theta = g(\mathbf{T})$ دارای مشتق‌های مرتبه‌ی اول و دوم پیوسته بر روی کره‌ی باز شامل $\hat{\mathbf{t}}$ و $\mathbf{T}$ باشد، آن‌گاه می‌توان بسط تیلور تابع $g(\hat{\mathbf{t}})$ را در نقطه‌ی $\mathbf{T}$ به‌صورت زیر نوشت؛

$$\hat{\theta} - \theta = g(\hat{\boldsymbol{t}}) - g(\boldsymbol{T}) = \sum_{j=1}^{p} \frac{\partial g(\mathbf{T})}{\partial T_j}\Big|_{T_j=\hat{t}_j} \left(\hat{t}_j - T_j\right) + R(\hat{\mathbf{t}}, \mathbf{T})$$

به‌طوری که

$$R(\hat{\mathbf{t}}, \mathbf{T}) = \sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{p} \frac{\partial^2 g(\ddot{\mathbf{T}})}{\partial \mathrm{T}_j \partial \mathrm{T}_i} (\hat{t}_j - \mathrm{T}_j)(\hat{t}_i - \mathrm{T}_i)$$

است. نقطه‌ی $\ddot{\mathbf{T}}$ بین $\hat{\mathbf{t}}$ و $\mathbf{T}$ قرار گرفته است. در جامعه‌ی متناهی به‌طور معمول در تفاضل $g(\mathbf{T})$ از $g(\hat{\mathbf{t}})$ یعنی عبارت $g(\hat{\mathbf{t}}) - g(\mathbf{T})$، جمله‌ی باقیمانده‌ی $R(\hat{\mathbf{t}}, \mathbf{T})$، نسبت به سایر جمله‌های خطی در بسط سری تیلور قابل صرف‌نظر کردن است. بدین ترتیب میانگین توان دوم خطا برای $\hat{\theta}$ عبارت است از:

$$MSE\{\hat{\theta}\} = E\{(g(\hat{\mathbf{t}}) - g(\mathbf{T}))^2\} \approx V\left\{\sum_{j=1}^{p} \frac{\partial g(\mathbf{T})}{\partial T_j}\left(\hat{t}_j - T_j\right)\right\}$$

$$= \sum_{j=1}^{p}\sum_{i=1}^{p} \frac{\partial g(\mathbf{T})}{\partial T_j}\frac{\partial g(\mathbf{T})}{\partial T_i} Cov(\hat{t}_j, \hat{t}_i) = \mathbf{d}\,\Sigma\,\mathbf{d}'$$

در این عبارت، Σ، ماتریس واریانس-کوواریانس بردار $\hat{\mathbf{t}}$ و $\mathbf{d}$، برداری $(p \times 1)$ است که عضوهای آن $d_j = \frac{\partial g(\mathbf{T})}{\partial T_j}$ هستند. عبارت بالا تقریب مرتبه‌ی اول برای میانگین توان دوم خطا است. از آن‌جایی که $MSE\{\hat{\theta}\} = V(\hat{\theta}) + Bias^2\{\hat{\theta}\}$ است، در صورتی که $\hat{\theta}$ یک براوردگر نااریب باشد، میانگین توان دوم خطا و واریانس برابر می‌شوند. از طرف دیگر در تقریب مرتبه‌ی اول در بسط تیلور، $V(\hat{\theta})$ و $Bias\{\hat{\theta}\}$ از یک مرتبه هستند. با به توان دو رسیدن اریبی $(Bias^2\{\hat{\theta}\})$، مرتبه‌ی آن کاهش پیدا می‌کند و قابل چشم‌پوشی است. بنا بر این $V(\hat{\theta})$ و $MSE\{\hat{\theta}\}$ در تقریب خطی مرتبه‌ی اول برابر می‌شوند. براوردگر این واریانس به‌شکل، $\boldsymbol{v}(\hat{\theta}) = \hat{\mathbf{d}}\,\hat{\Sigma}\,\hat{\mathbf{d}}'$ است. در این براوردگر، $\hat{\Sigma}$ براوردگری برای Σ است و عنصرهای بردار $\hat{\mathbf{d}}$ به‌صورت $\hat{d}_j = \frac{\partial g(\hat{\mathbf{t}})}{\partial \hat{t}_j}$ هستند.

اگر مشتق‌های جزیی تابع ناخطی (براوردگر) وجود داشته باشند، این روش یکی از گزینه‌های مناسب براورد واریانس آماره‌ها در استنباط آماری است. بسیاری از نرم‌افزارهای آماری، براورد خطی واریانس تابع‌های ناخطی مانند براورد نسبتی و ضریب‌های رگرسیونی را محاسبه می‌کنند. اما این روش محدودیت‌هایی نیز دارد. تمام تابع‌های ناخطی، تابعی هموار از آماره‌های شناخته‌شده نیستند؛ مانند چندک‌ها. از طرف دیگر اگر امکان خطی‌سازی تابع وجود

داشته باشد، در هر یک از مشتق‌های جزیی، شکلی از آماره (ها) ظاهر می‌شود که نیاز به براورد واریانس آن (ها) وجود دارد. افزون بر این، ممکن است هر آماره روش ویژه‌ی براورد واریانس خود را نیاز داشته باشد. دقت تقریب خطی‌سازی به اندازه‌ی نمونه‌ای بستگی دارد. به‌طور معمول با اندازه‌ی نمونه‌ای کوچک، واریانس با تقریب خطی‌سازی تیلور کم‌براورد می‌شود. گاهی برای رسیدن به تقریبی مناسب از واریانس، تقریب‌های مرتبه‌ی بالاتر خطی‌سازی در بسط تیلور استفاده می‌شوند. این حالت در مورد جامعه‌های متناهی اتفاق می‌افتد؛ چون در این شرایط نمی‌توان مطمئن بود که جمله‌ی خطا در تقریب مرتبه‌ی اول قابل صرف‌نظر کردن است یا خیر. باید توجه داشت که به‌طور معمول براوردگرهای واریانس در تقریب خطی‌سازی، اریب، ولی سازگار هستند.

۳آ-۱-۱-۲ روش گروه‌های تصادفی (RG)

در این روش، دو یا چند نمونه، تحت یک طرح آمارگیری نمونه‌ای مشترک، از جامعه انتخاب می‌شوند. از هر نمونه‌ی گزینش‌شده براورد جداگانه‌ای برای پارامتر مورد نظر به‌دست می آید. سپس با استفاده از این براوردها واریانس براوردگر مورد نظر براورد می‌شود. با توجه به چگونگی انتخاب نمونه‌های مکرر از جامعه، این روش در دو حالت، گروه‌های تصادفی مستقل و گروه‌های تصادفی همبسته، بیان می‌شود.

آ) گروه‌های تصادفی مستقل

راه اول، تکرار طرح نمونه‌گیری است. یک طرح نمونه‌گیری (مانند تصادفی ساده) در نظر گرفته می‌شود و براساس آن نمونه‌ی اول از جامعه گزینش می‌شود. سپس واحدهای نمونه‌گیری‌شده به جامعه برگردانده می‌شوند و نمونه‌ی دوم بر اساس همان طرح نمونه‌گیری اول گزینش می‌شود. با این روش می‌توان K نمونه‌ی مستقل گزینش کرد و در هر نمونه براورد پارامتر مورد نظر را به‌دست آورد. محاسبه‌ی تغییرات میان براوردهای K نمونه، براورد واریانس براوردگر مورد نظر را به دست می‌دهد.

مراحل انجام کار در این روش به‌ترتیب زیر است:

۱- نمونه‌ی S_1 از واحدهای جامعه‌ای بر اساس یک طرح نمونه‌گیری خاص استخراج می‌شود.

۲- نمونه‌ی S_1 به جامعه برگردانده شده و نمونه‌ی S_2 بر اساس همان طرح نمونه‌گیری استخراج می‌شود.

۳- این فرایند تا به‌دست آوردن $k \geq 2$ نمونه‌ی S_1، ... و S_k ادامه می‌یابد و هر نمونه بر مبنای طرح نمونه‌گیری مشترک استخراج می‌شود. باید توجه داشت که نمونه‌ی جاری پیش از استخراج نمونه‌ی بعدی به جامعه برگردانده می‌شود. این k نمونه را گروه‌های تصادفی گویند. حال چنان‌چه فرض شود θ پارامتر مورد نظر در جامعه است، طبق این روش، k براورد برای θ یعنی $\hat{\theta}_i$، $i = 1, \dots, k$ حاصل می‌شود. فرض کنید $\tilde{\theta} = \sum_{i=1}^{K} \frac{\hat{\theta}_i}{K}$، اگر $\hat{\theta}_i$، براوردگر ناریب θ باشد؛ براوردگر واریانس نمونه‌ای براوردگر ناریب θ که $\tilde{\theta}$ است، در K نمونه‌ی مستقل عبارت است از:

$$\hat{V}_1(\tilde{\theta}) = \frac{1}{K}\frac{\sum_{i=1}^{K}(\hat{\theta}_i-\tilde{\theta})^2}{K-1} \qquad (۳-۱۰)$$

براوردگر (۳-۱۰) براوردگری ناریب برای $V(\tilde{\theta})$ است.

ب) گروه‌های تصادفی همبسته

راه دوم، تقسیم نمونه به گروه‌های تصادفی است. در عمل، گزینش چندین نمونه از جامعه کار ساده و ارزانی نیست. در این روش، گروه‌های تصادفی با تقسیم نمونه‌ی اصلی (که در اصطلاح به آن نمونه‌ی مادر گفته می‌شود) به k گروه تصادفی، ساخته می‌شوند. در واقع این گروه‌ها به شکلی نمادین، طرح نمونه‌گیری را در خود منعکس می‌کنند. اکنون این گروه‌ها نیز تکرارهای مستقل از هم در نظر گرفته می‌شوند. اما در واقع این گروه‌ها مستقل نیستند، چون هر واحد تنها در یک گروه می‌تواند حضور داشته باشد و احتمالی برای حضور آن در گروه دیگر وجود ندارد. اگر نمونه‌ی ابتدایی nتایی باشد، زیرنمونه‌ها $\frac{n}{K}$تایی هستند. اگر k مضرب n نباشد، اندازه‌ی نمونه‌ای $(\mathrm{k}-۱)$ زیرنمونه، $\left[\frac{n}{k}\right]$تایی و اندازه‌ی نمونه‌ای زیرگروه kام به اندازه‌ی تفاوت $(\mathrm{k}-۱)\left[\frac{n}{k}\right]$ و n بیش‌تر از زیرگروه‌های قبلی خواهد بود. براوردگر از هر گروه تصادفی محاسبه و برای براورد واریانس می‌توان از رابطه‌ی (۳-۱۰) استفاده کرد، اما این براوردگر در این شرایط دچار بیش‌براوردی است. زیرا براوردگرهای گروه‌های تصادفی ناهمبسته نیستند. بنا بر این براوردگر واریانس ناریب نیست. به همین دلیل از براوردگر دیگری استفاده می‌شود؛ که واریانس را به میزان کم‌تری بیش‌براورد می‌کند و رواج بیش‌تری دارد:

$$\hat{V}_2(\tilde{\theta}) = \frac{1}{K}\frac{\sum_{i=1}^{K}(\hat{\theta}_i-\hat{\theta})^2}{K-1}$$

در این عبارت، $\hat{\theta}$ براورد پارامتر در نمونه‌ی nتایی ابتدایی قبل از تقسیم به گروه‌های تصادفی است.

روش گروه‌های تصادفی برای تعدیل وزن‌دهی در بی‌پاسخی بسیار مناسب است و به‌طور معمول در این روش براوردگر شکل ساده‌ای دارد. این روش برای براوردگرهایی که در گروه تابع‌های ناهموار به حساب می‌آیند (مانند چندک‌ها) نیز قابل استفاده است. اما به‌دست آوردن تعداد تکرارهای مناسب و حفظ طرح نمونه‌گیری در تمام گروه‌ها کار ساده‌ای نیست و گاهی هزینه‌های زیادی را تحمیل می‌کند. به‌طور معمول تعداد گروه‌های تصادفی محدود و کم است، این موضوع منجر به براوردهای با دقت کم برای واریانس می‌شود. برای این‌که تورم بازه‌ی اطمینان ناشی از توزیع t با استفاده از توزیع نرمال کاهش یابد، حداقل ۱۰ گروه تصادفی لازم است. اجرای این روش در طرح‌های پیچیده نیز با مشکل روبرو می‌شود. برای مثال در نمونه‌گیری طبقه‌بندی اگر از هر طبقه دو واحد گزینش شده باشند، تنها دو گروه تصادفی قابل تشکیل هستند.

۳آ-۱-۱-۳ روش‌های بازنمونه‌گیری و تکراری

در نمونه‌گیری‌های پیچیده روش گروه‌های تصادفی را نمی‌توان به سادگی به‌کار برد. از این روست که در روش‌های بازنمونه‌گیری و تکراری، ابتدا یک نمونه از جامعه گزینش می‌شود و سپس این نمونه به‌عنوان جامعه فرض می‌شود و نمونه‌های متعددی از آن گرفته می‌شود، پارامتر مورد نظر در زیر نمونه‌ها به‌دست می‌آید و سپس واریانس آن‌ها محاسبه می‌شود. توصیه می‌شود در این روش‌ها نمونه‌گیری با جای‌گذاری انجام شود، زیرا در غیر این صورت، عدم جای‌گذاری موجب بیش‌برآوردی واریانس و بازه‌های اطمینان محافظه‌کارانه می‌شود. چند نمونه از این روش‌ها عبارتند از: نیم‌نمونه‌ی متعادل، جک‌نایفی و خودگردانی.

۳آ-۱-۱-۳-۱ روش نیم‌نمونه‌های متعادل (BHS)

این روش که «روش تکرار مکرر متعادل» نیز نامیده می‌شود، در طرح‌های نمونه‌گیری طبقه‌بندی به‌کار می‌رود. فرض کنید از هر طبقه دو واحد می‌توانند گزینش شوند. در این حالت تنها دو گروه تصادفی (دو تکرار یا دو نیم نمونه) تشکیل می‌شوند و درجه‌ی آزادی برای محاسبه‌ی واریانس، یک خواهد بود. در نتیجه، برآورد واریانس بزرگ و بازه‌های اطمینان پهن می‌شوند.

برای برطرف کردن این مشکل از روش‌های نیم‌نمونه‌ی متعادل یا جک‌نایفی به‌عنوان روشی برای برآورد واریانس، استفاده می‌شود. روش تکرار مکرر متعادل، شبه تکرار (تکرارهای ساختگی)، نمونه‌ی کسری متعادل و نیم‌نمونه‌ی متعادل، اسم‌ها و عنوان‌های متفاوتی هستند که به روش برآورد واریانس معرفی‌شده توسط مه‌کارتی (۱۹۶۶)، نسبت داده شده است. ولی این روش‌ها در روند اجرایی یکسان هستند و با هم تفاوتی ندارند. در این‌جا این روش، روش نیم‌نمونه‌ی متعادل نامیده می‌شود. در این روش، از هر طبقه دو واحد نمونه‌ای تصادفی به‌عنوان نیم‌نمونه انتخاب می‌شوند، سپس واریانس برآوردگر پارامتر، بر اساس برآوردهای حاصل از این نیم‌نمونه‌ها به دست می‌آید. بیش‌ترین کاربرد این روش در طرح‌های آمارگیری نمونه‌ای چندمرحله‌ای است. اساس این روش به‌صورت زیر است:

فرض کنید می‌خواهیم برآورد میانگین جامعه‌ای، $\bar{Y}$، را به دست آوریم. طرح نمونه‌گیری به‌کار گرفته‌شده طبقه‌بندی با دو واحد از هر طبقه است که واحدها به‌طور تصادفی ساده با جای‌گذاری از هر طبقه انتخاب شده‌اند. اگر L تعداد طبقه‌ها، N_h تعداد واحدهای طبقه‌ی hام به‌گونه‌ای که $N = \sum_{h=1}^{L} N_h$، اندازه‌ی کل جامعه‌ای؛ n_h اندازه‌ی نمونه‌ای در طبقه‌ی hام به‌طوری که $n_h = 2$؛ و y_{h1} و y_{h2} مشاهده‌ها از طبقه‌ی hام $(h = 1,2, \dots, L)$ باشند، آن‌گاه برآوردگر ناریب $\bar{Y}$، عبارت است از؛ $\bar{y}_{st} = \sum_{h=1}^{L} W_h \bar{y}_h$ که در آن، $W_h = \frac{N_h}{N}$ و $\bar{y}_h = \frac{y_{h1}+y_{h2}}{2}$. اگر N و N_hها معلوم باشند، برآورد واریانس $V(\bar{y}_{st})$، برابر است با:

$$\hat{V}(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{2(2-1)} \sum_{h=1}^{L} W_h^2 s_h^2 = \frac{1}{4} \sum_{h=1}^{L} W_h^2 (y_{h1} - y_{h2})^2 \qquad (۳-۱۱)$$

که در آن $s_h^2 = \frac{1}{2}(y_{h1} - y_{h2})^2$.

براورد واریانس $V(\bar{y}_{st})$ به روش گروه‌های تصادفی (برای دو گروه تصادفی $(y_{۱۱}, \dots, y_{h۱}, \dots, y_{L۱})$ و $(y_{۱۲}, \dots, y_{h۲}, \dots, y_{L۲})$، به‌طوری که $y_{h۱}$ اولین واحد گزینش‌شده در طبقه‌ی hام و $y_{h۲}$ دومین عضو گزینش‌شده در طبقه‌ی hام باشند) عبارت است از:

$$\hat{V}_{RG}(\bar{y}_{st}) = [۲(۲-۱)]^{-۱} \sum_{\alpha=۱}^{۲} (\bar{y}_{st,\alpha} - \bar{y}_{st})^{۲}$$

$$= \frac{(\bar{y}_{st,۱} - \bar{y}_{st,۲})^{۲}}{۴} \qquad (۳\text{-}۱۲)$$

که در آن، $\bar{y}_{st,۱} = \sum_{h=۱}^{L} W_h y_{h۱}$ و $\bar{y}_{st,۲} = \sum_{h=۱}^{L} W_h y_{h۲}$ و $\bar{y}_{st} = \frac{(\bar{y}_{st,۱} + \bar{y}_{st,۲})}{۲}$ هستند. براوردگر $\hat{V}_{RG}(\bar{y}_{st})$ با داشتن یک درجه آزادی، نسبت به $\hat{V}(\bar{y}_{st})$ در نشان دادن تغییرات ضعیف‌تر عمل می‌کند.

برای حل این مشکل، نیم‌نمونه‌ها به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شوند که هر واحد گزینش‌شده از هر طبقه می‌تواند در بیش از یک نیم‌نمونه حضور پیدا کند. این نیم‌نمونه‌ها در تعدادی از عضوهای خود ممکن است دارای هم‌پوشانی باشند. در این روش نیم‌نمونه‌ها به هم وابسته هستند و در نتیجه به این گونه ایجاد تکرار «شبه تکرار» گفته می‌شود که با اصل روش تکرارهای تصادفی متفاوت است.

فرض کنید یک نمونه با گزینش دو عضو از هر طبقه داده شده است. اکنون هر تکرار نیم‌نمونه، با گزینش یک واحد از دو واحد هر طبقه شکل می‌گیرد. بنا بر این ۲^{L} نیم‌نمونه از نمونه‌ی در دست (نمونه‌ی مادر) حاصل می‌شوند. اگر از تمام نیم‌نمونه‌ها استفاده شود، میانگین $\bar{y}_{st,\alpha}$ها برابر با میانگین نمونه‌ی مادر یعنی $\bar{y}_{str}$ است. براوردگر واریانس از میانگین $(\bar{y}_{st,\alpha} - \bar{y}_{st})^{۲}$ بر روی ۲^{L} نیم‌نمونه به دست می‌آید و برای $V(\bar{y}_{str})$ نااریب است. در این حالت هر عضو نمونه‌ی مادر دقیقاً در نیمی از نیم‌نمونه‌های متعادل یعنی $\frac{۲^{L}}{۲} = ۲^{L-۱}$ قرار می‌گیرد. وقتی تعداد طبقه‌ها زیاد است به دست آوردن تمام نیم‌نمونه‌ها ممکن نیست. در این حالت به‌طور معمول از تعدادی از نیم‌نمونه‌ها برای براوردها استفاده می‌شود. اما اگر این نیم‌نمونه‌ها به تصادف از میان نیم‌نمونه‌های ممکن گزینش شوند، باعث بیش‌براوردی واریانس می‌شوند. از این روست که مه‌کارتی (۱۹۶۶) در روش نیم‌نمونه‌ی متعادل توصیه می‌کند که از میان این ۲^{L} نیم‌نمونه‌ی ممکن، تنها از نیم‌نمونه‌های متعادل برای براورد واریانس استفاده شود. این روش از تغییرات، میان K تکرار از نیم‌نمونه‌ها که به روش متعادل گزینش شده‌اند برای براورد واریانس $\bar{y}_{st}$ استفاده می‌شود. فرض کنید، نیم‌نمونه‌ی iام با بردار $\alpha_i = (\alpha_{i۱}, \dots, \alpha_{ih}, \dots, \alpha_{iL})$ نشان داده شود. مقدار $\alpha_{ih} = ۱$، مشخص می‌کند که واحد متعلق به hامین طبقه در iامین نیم‌نمونه، جزو اولین واحد گزینش‌شده در نمونه‌ی اصلی بوده است. به همین ترتیب مقدار $\alpha_{ih} = -۱$، مشخص می‌کند که واحد متعلق به hامین طبقه در iامین نیم‌نمونه، جزو دومین واحد گزینش‌شده در نمونه‌ی اصلی بوده است. یک مجموعه‌ی kتایی از نیم‌نمونه‌ها، متعادل است؛ اگر برای تمام $h \neq h'$، $\sum_{i=۱}^{K} \alpha_{ih}\alpha_{ih'} = ۰$ باشد.

یک مجموعه از K نیم‌نمونه را می‌توان با یک ماتریس H نشان داد. این ماتریس $K \times L$ است و α_{ih}ها عنصرهای آن هستند. ماتریس تعادل H می‌تواند از یک ماتریس آدامار $K \times K$ ساخته شود. ماتریس آدامار یک ماتریس مربع است که سطرهای آن دو به دو متعامد هستند. فرض کنید،

$$y_h(\alpha_i) = \begin{cases} y_{h1} & \text{اگر } \alpha_{ih} = 1 \\ y_{h2} & \text{اگر } \alpha_{ih} = -1 \end{cases}$$

یا $y_h(\alpha_i) = \frac{\alpha_{ih}+1}{2} y_{h1} - \frac{\alpha_{ih}-1}{2} y_{h2}$. براوردها به‌صورت زیر هستند.

$$\bar{y}_{str}(\alpha_i) = \sum_{h=1}^{L} W_h y_h(\alpha_i)$$

$$\hat{V}_{BRR}(\bar{y}_{str}) = \frac{1}{K}\sum_{i=1}^{K}(\bar{y}_{str}(\alpha_i) - \bar{y}_{str})^2 \qquad (۳\text{-}۱۳)$$

اگر تمامی نیم‌نمونه‌ها متعادل باشند، آن‌گاه $\hat{V}_{BRR} = V(\bar{y}_{str})$ و اگر $\sum_{i=1}^{K} \alpha_{ih} = 0$ باشد، آن‌گاه $\bar{y}_{str}(\alpha_i) = \bar{y}_{str}$.$\frac{1}{K}\sum_{i=1}^{K} \bar{y}_{str}(\alpha_i)$

در براورد پارامتر در روش تکرار مکرر متعادل می‌توان با ساختن وزن‌های جدید برای هر تکرار نیم‌نمونه، پارامتر را به شکل دیگری براورد کرد. می‌دانیم که وزن طرحی طبقه‌بندی تصادفی (یعنی زمانی که انتخاب نمونه از هر طبقه به روش SRS انجام می‌شود)، $W_{hj} = \frac{N_h}{n_h}$ و براوردگر طبقه‌ای $\bar{y}_{str}$ هستند که در زیر نشان داده شده است.

$$\bar{y}_{str} = \frac{\sum_{h=1}^{L}\sum_{j=1}^{2} W_{hj} y_{hj}}{\sum_{h=1}^{L}\sum_{j=1}^{2} W_{hj}}$$

در BRR در هر طبقه برای محاسبه‌ی $y_h(\alpha_i)$، یکی از دو مشاهده حذف می‌شوند. برای جبران کردن این موضوع، وزن‌ها برای مشاهده‌های باقی‌مانده دو برابر می‌شوند.

$$W_{hj}(\alpha_i) = \begin{cases} 2W_{hj} & \text{اگر مشاهده‌ی } j\text{ام در طبقه‌ی } h\text{ام در نیم‌نمونه‌ی گزینش‌شده‌ی } \alpha_i \text{ باشد} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

در نتیجه

$$\bar{y}_{str}(\alpha_i) = \frac{\sum_{h=1}^{L}\sum_{j=1}^{2} W_{hj}(\alpha_i)\, y_{hj}}{\sum_{h=1}^{L}\sum_{j=1}^{2} W_{hj}(\alpha_i)}$$

استفاده از وزن‌های جدید، بسیار ساده‌تر از گزینش یک زیر مجموعه از مشاهده‌ها است و در نتیجه محاسبه‌ها ساده‌تر می‌شوند.

هنگامی که نمونه‌گیری در هر طبقه، تصادفی ساده بدون جای‌گذاری باشد، اگر از عامل تصحیح جامعه‌ی متناهی (FPC) صرف‌نظر نشود، براوردگر (۳-۱۳) اریب می‌شود. مه‌کارتی (۱۹۶۶) مشاهده کرد که اگر در براوردگرهای معرفی‌شده، W_h را با $W_h^* = W_h\sqrt{۱ - \frac{۲}{N_h}}$ جایگزین کند، براوردگر واریانس حاصل نااریب می‌شود.

برای مطالعه‌ی جزئیات بیش‌تر و گسترش این مطلب در حالت روش‌های چندمرحله‌ای به لوهر (۲۰۱۰) و ولتر (۲۰۰۷) مراجعه شود. در ساده‌ترین شکل، واحدهای گزینش‌شده، همان خوشه‌ها در نمونه‌گیری چندمرحله‌ای هستند.

۳آ-۱-۱-۳-۲ روش جک‌نایفی

روش جک‌نایفی نیز بر پایه‌ی تکرار است. در این روش، نمونه‌ی اصلی انتخاب‌شده (که به اصطلاح به آن نمونه‌ی مادر گفته می‌شود) به زیر نمونه‌هایی با اندازه‌های برابر تقسیم می‌شوند و پارامتر مورد نظر در هر زیر نمونه به دست می‌آید. هر زیرنمونه با حذف یک واحد از نمونه‌ی مادر تولید می‌شود. آن‌چه در این‌جا بیان می‌شود براورد واریانس جک‌نایفی در جامعه‌ی متناهی است.

یک نمونه به اندازه‌ی n، به روش تصادفی ساده با جای‌گذاری گزینش می‌شود. فرض کنید $\hat{\theta}$ براوردگر پارامتر θ در نمونه‌ی nتایی است. فرض کنید، $\hat{\theta}_j$ براوردگر پارامتر θ وقتی که از مشاهده‌ی jام در براورد استفاده نشود (براورد پارامتر θ در زیر نمونه‌ی jام)، باشد. بنا بر این براورد واریانس به روش جک‌نایفی با حذف یک مشاهده در نمونه‌گیری تصادفی ساده‌ی با جای‌گذاری (در ایجاد هر زیرنمونه) عبارت است از:

$$\widehat{V}_{JK}(\hat{\theta}) = \frac{n - ۱}{n}\sum_{j=۱}^{n}\left(\hat{\theta}_j - \hat{\theta}\right)^۲$$

برای روشن‌تر شدن مسئله، θ را پارامتر میانگین، $\bar{Y}$، در نظر بگیرید. فرض کنید میانگین $n - ۱$ واحد باقی‌مانده پس از حذف jامین واحد به شکل

$$\bar{y}_{(j)} = \frac{۱}{n - ۱}\left(\sum_{i=۱}^{n} y_i - y_j\right)$$

باشد. از طرفی میانگین n نمونه به اندازه‌ی $n - ۱$، همان میانگین نمونه‌ی مادر، $\bar{y}$، است.

$$\bar{y} = \frac{۱}{n}\sum_{j=۱}^{n}\bar{y}_{(j)}$$

بنا بر این برای یک نمونه‌ی تصادفی ساده از یک جامعه‌ی نامتناهی، براوردگر واریانس جک‌نایفی به شکل زیر است. این براوردگر یک براوردگر نااریب برای واریانس نمونه‌ای میانگین است.

$$\widehat{V}_{JK}(\bar{y}) = (n-1)n^{-1}\sum_{j=1}^{n} d_j^2 = n^{-1}s^2 = \widehat{V}(\bar{y}) \qquad (۳-۱۴)$$

که در آن d_j و s^2 از رابطه‌های زیر به دست می‌آیند.

$$d_j = \bar{y}_{(j)} - \bar{y} = \frac{1}{n-1}(y_j - \bar{y}) = \frac{1}{n}(\bar{y}_{(j)} - y_j)$$

$$s^2 = (n-1)^{-1}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2$$

براوردگر (۳-۱۴) برای نمونه‌گیری تصادفی ساده‌ی با جای‌گذاری در صورتی که عامل تصحیح جامعه‌ی متناهی قابل صرف‌نظر کردن باشد، معتبر است. در غیر این‌صورت ضریب $1 - \frac{n}{N}$ در رابطه‌ی (۳-۱۴) ضرب می‌شود. این براوردگر برای نمونه‌گیری تصادفی ساده‌ی بدون جای‌گذاری نیز قابل استفاده است.

به‌طور معمول روش جک‌نایفی در نمونه‌گیری‌هایی که نیم‌نمونه‌ی متعادل قابل تشکیل نیست، می‌تواند استفاده شود. اما این روش در شرایط مختلف، روش اجرایی متفاوتی دارد و تغییراتی در آن ایجاد می‌شود. برای مثال در نمونه‌گیری طبقه‌بندی این روش ابتدا در هر طبقه اجرا می‌شود و سپس شکل جدیدی از براورد واریانس را در این نمونه‌گیری به‌وجود می‌آورد یا در نمونه‌گیری به روش خوشه‌بندی، در هر مرحله یک خوشه حذف می‌شود نه واحد داخل خوشه. چون حذف واحد، هم‌بستگی درون خوشه‌ها را دچار مشکل می‌کند و محاسبه‌ها با خطا مواجه می‌شوند.

روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی چندمرحله‌ای، که در آن هر طبقه شامل مجموعه‌ای از خوشه‌ها است را در نظر بگیرید. در مرحله‌ی اول نمونه‌گیری، ابتدا نمونه‌ای از خوشه‌ها در هر طبقه گزینش می‌شود و سپس در مرحله‌ی دوم، نمونه‌گیری از داخل خوشه‌ها ادامه پیدا می‌کند و ممکن است به مرحله‌های بعدی نیز نیاز باشد. در این روش نمونه‌گیری، براوردگر واریانس جک‌نایفی در هر طبقه و در مرحله‌ی اول نمونه‌گیری محاسبه می‌شود.

در این روش، H طبقه وجود دارد و n_h تعداد خوشه‌های انتخاب‌شده به‌عنوان نمونه در طبقه‌ی hام است. فرض کنید، خوشه‌ها با جای‌گذاری گزینش شده باشند و $\hat{\theta}_{(hj)}$ براوردگر θ، هنگامی‌که خوشه‌ی jام از طبقه‌ی hام حذف شده است، باشد. برای محاسبه‌ی $\hat{\theta}_{(hj)}$، وزن مشاهده‌ی iام به ترتیب زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$W_{i(hj)} = \begin{cases} W_i & i \notin h \\ 0 & i \in h \text{ و } i \in j \\ \dfrac{n_h}{n_h - 1} & i \in h \text{ و } i \notin j \end{cases}$$

اکنون براوردگر واریانس جک‌نایفی در نمونه‌گیری طبقه‌بندی چندمرحله‌ای عبارت است از:

$$\widehat{V}_{JK}(\hat{\theta}) = \sum_{h=1}^{H} \frac{n_h}{n_h - 1} \sum_{j=1}^{n_h} \left(\hat{\theta}_{(hj)} - \hat{\theta}\right)^2$$

این روش براورد واریانس برای آماره‌های ناخطی و پیچیده کاربرد دارد. روش جک‌نایفی افزون بر حذف یک واحد در ساختن زیر نمونه‌ها (شبه‌تکرارها)، روش‌های اجرایی دیگری نیز دارد. برای مثال در هر زیر نمونه، گروهی از واحدها می‌توانند حذف شوند.

۳آ-۱-۱-۳-۳ روش خودگردانی

روش بازنمونه‌گیری خودگردانی در مقابل روش‌های قبلی (گروه‌های تصادفی با اندازه‌ی نمونه‌ای $\frac{n}{K}$، نیم‌نمونه‌ها با اندازه‌ی نمونه‌ای $\frac{n}{2}$ و جک‌نایفی با اندازه‌ی نمونه‌ای $(n-1)$ در هر تکرار) از اندازه‌ی نمونه‌ای n^* در تکرارها استفاده می‌کند که در شرایطی ممکن است، $n^* = n$ باشد.

یک نمونه‌ی تصادفی به اندازه‌ی n، گزینش می‌شود. به‌طوری که $Y_1, \ldots, Y_n \overset{iid}{\sim} F$ (F تابع توزیع) باشد. پارامتر مورد نظر θ و $\hat{\theta}$ براورد نمونه‌ای این پارامتر است. اکنون این نمونه به‌عنوان جامعه فرض می‌شود و به آن «شبه جامعه» گفته می‌شود. به روش تصادفی ساده با جای‌گذاری از شبه‌جامعه یک نمونه به اندازه‌ی n^* گزینش می‌شود. مشاهده‌ها در این نمونه‌ی جدید با $Y_1^*, Y_2^*, \ldots$ و Y_n^* نمایش داده می‌شوند. همچنین، $\hat{\theta}^*$ همان براورد θ در نمونه‌ی جدید است. چنین نمونه‌ای یک نمونه‌ی خودگردانی نامیده می‌شود و ایده‌آل‌ترین براوردگر خودگردانی برای $V(\hat{\theta})$، عبارت است از:

$$\widehat{V}(\hat{\theta}) = \widehat{V}_*(\hat{\theta}^*)$$

که در آن $\widehat{V}_*(\hat{\theta}^*)$ یک واریانس شرطی است، به شرط نمونه‌ی اصلی (شبه جامعه). تکرار نمونه‌های خودگردانی از شبه‌جامعه، نمونه‌های دیگری را تولید می‌کند که می‌تواند به‌عنوان نمونه‌ی اصلی از F به حساب آید. اگر آماره‌ی $\hat{\theta}$، خطی باشد شاید بتوان شکل بسته‌ای برای $\widehat{V}(\hat{\theta})$ یافت. اما عبارت دقیقی برای این براوردگر در دسترس نیست و به‌طور معمول آن را تقریب می‌زنند.

هدف اصلی در روش خودگردانی، تقریب توزیع آماره با استفاده از تعداد زیادی تکرار طرح نمونه‌گیری است. با تقریب زدن توزیع نمونه‌گیری آماره، می‌توان واریانس تقریبی آن را محاسبه کرد. در حالت کلی روش خودگردانی در سه گام زیر اجرا می‌شود:

۱. از نمونه‌ی اصلی، تعداد زیادی، به‌طور مثال B، تکرار مستقل خودگردانی گزینش شده و مشاهده‌های این نمونه‌ها را به‌صورت $Y_{b1}^*, Y_{b2}^*, \ldots$ و Y_{bn}^*, $b = 1, \cdots, B$، نمایش می‌دهند.

۲. برای هر تکرار خودگردانی، پارامتر مورد نظر را براورد کرده و با $\hat{\theta}_b^*$ نمایش می‌دهند.

۳. واریانس میان مقدارهای $\hat{\theta}_b^*$ با استفاده از تقریب مونته‌کارلویی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\hat{V}_{Boot}(\hat{\theta}) = \frac{1}{B-1}\sum_{b=1}^{B}\left(\hat{\theta}_b^* - \overline{\hat{\theta}^*}\right)^2, \qquad \overline{\hat{\theta}^*} = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\hat{\theta}_b^*$$

روش خودگردانی می‌تواند با بیش‌تر روش‌های نمونه‌گیری به‌کار رود. اما این روش حجم بالایی از محاسبه را نیاز دارد. باید توجه داشت که تعداد نمونه‌های خودگران (B) در بررسی‌های مختلف، با توجه به پارامتر مورد بررسی، مقدارهای متفاوتی اختیار می‌کند. این تعداد با توجه به اهمیت مسئله به‌ویژه در مسائل شبیه‌سازی می‌تواند حدود ۱۰۰۰، ۵۰۰۰ یا ۱۰۰۰۰ نمونه‌ی خودگردانی باشد.

در ادامه سه روش در ارتباط با نمونه‌گیری بدون جای‌گذاری معرفی می‌شوند. این روش‌ها برای نمونه‌گیری طبقه‌بندی هستند. روش اول، خودگردانی بازمقیاسیده (RSB) نام دارد. این روش توسط رائو و وو (۱۹۸۸) معرفی شد. در این روش پس از تغییر مقیاس دادن در داده‌های اصلی، از روش عادی خودگردانی استفاده می‌شود. روش خودگردانی آینه-جور (MMB) توسط سیتر (۱۹۹۲a) و خودگردانی بدون جای‌گذاری (BWO) نیز توسط سیتر (۱۹۹۲b) معرفی شدند. این دو روش اخیر از تغییر مقیاس استفاده نمی‌کنند، بلکه تلاش می‌کنند از طریق بازنمونه‌گیری، طبیعت بدون‌جای‌گذاری را تقلید کنند.

روش خودگردانی مستقیم

در این روش نمونه‌ی خودگردانی به‌طور مستقیم از داده‌های اصلی انتخاب می‌شود و نیازی به ایجاد جامعه‌نما یا پیروی از طرح نمونه‌گیری اصلی نیست. اگرچه داده‌ها باید تعدیل شوند به‌طوری که تغییرپذیری خودگردانی نشان‌دهنده‌ی تغییرپذیری حاصل از طرح نمونه‌گیری باشد. در این حالت روش نمونه‌گیری، تصادفی ساده بدون جای‌گذاری است.

آ) روش خودگردانی بازمقیاسیده (RSB)

روش خودگردانی بازمقیاسیده یکی از روش‌های خودگردانی مستقیم شناخته شده است که توسط رائو و وو (۱۹۸۸) مطرح شده است. در این روش داده‌ها قبل از انتخاب نمونه‌ی خودگردانی، تغییر مقیاس داده می‌شوند تا براوردگر معتبری از واریانس $\hat{\theta} = g(\hat{t}_{1HT}, \dots, \hat{t}_{JHT})$ به دست آید. $\hat{\theta}$ براوردگر پارامترهایی نظیر نسبت، ضریب همبستگی یا براوردگر رگرسیونی تعمیم‌یافته است که می‌توان آن‌ها را به‌صورت تابعی از کل‌های جامعه‌ای ($\hat{t}_{jHT}$) بازنویسی کرد.

فرض کنید اندازه‌ی نمونه‌ای خودگردانی n' باشد و $y_i' = \bar{y} + C(y_i - \bar{y})$ مقدار بازمقیاسیده‌ی واحد iام باشد که در آن $\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i$، $C = \sqrt{\frac{n'(1-f)}{n-1}}$ و $f = \frac{n}{N}$. سپس نمونه‌ی خودگردانی $s^* = \{y_i^*\}_{i=1}^{n'}$ به اندازه‌ی n' با جای‌گذاری از $s' = \{y_i'\}_{i=1}^{n}$ مجموعه‌ی داده‌های بازمقیاسیده انتخاب می‌شود. سپس برای هر نمونه‌ی خودگردانی آماره‌ی خودگردانی $\hat{\theta}^* = g(\hat{t}_{1HT}^*, \dots, \hat{t}_{JHT}^*)$ محاسبه می‌شود که $\hat{t}_{jHT}^* = (\frac{N}{n'})\sum_{i\in s^*} y_{ji}^*$، $j = 1, \dots, J$ است.

روش خودگردانی یادشده برای تابعی از کل جامعه‌ای به‌صورت زیر عمل می‌کند. در براورد پارامتر واریانس که به‌صورت تابعی از دو جمع بازنویسی می‌شود

$$\theta = N^{-1}\sum_{i\in U} y_i^2 - \left(N^{-1}\sum_{i\in U} y_i\right)^2 = N^{-1}t_1 - \left(N^{-1}t_2\right)^2$$

که در آن $(y_{1i}, y_{2i}) = (y_i^2, y_i)$. مقدار بازمقیاسیده‌ی y_{1i} و y_{2i} به‌صورت $(y'_{1i}, y'_{2i}) = (\bar{y}_1 + C(y_i^2 - \bar{y}_1), \bar{y}_2 + C(y_i^2 - \bar{y}_2))$ است، که $\bar{y}_1 = \frac{1}{n}\sum_{i\in S} y_i^2$ و $\bar{y}_2 = \bar{y}$. حال نمونه‌ی خودگردانی از $\{(y'_{1i}, y'_{2i})\}_{i=1}^{n}$ انتخاب می‌شود. لازم به ذکر است که s^* همانند افرون (۱۹۷۹) با جای‌گذاری انتخاب می‌شود اما در این روش، نمونه‌ی خودگردانی را از مجموعه داده‌های بازمقیاسیده انتخاب می‌کنیم و اندازه‌ی آن ممکن است با نمونه‌ی اصلی، n، متفاوت باشد. عامل بازمقیاسی C به‌گونه‌ای انتخاب می‌شود که واریانس تحت بازنمونه‌گیری با براوردگر واریانس معمولی کل جامعه‌ای یکی باشد، به عبارت بهتر یعنی

$$V_{p^*}(\hat{t}^*_{HT}) = V_{p^*}\left(\frac{N}{n'}\sum_{i\in s^*} y_i^*\right) = \frac{N^2}{n'}\frac{1}{n}\sum_{i\in s}\left(y'_i - \frac{1}{n}\sum_{j\in s} y'_j\right)^2 = \frac{N^2C^2}{n'n}\sum_{i\in s}(y_i - \bar{y})^2 = N^2(1-f)\frac{s^2}{n}$$

رائو و وو (۱۹۸۸) نشان دادند انتخاب اندازه‌ی نمونه‌ای خودگردانی، n'، روی دامنه‌ی مقدارهای آماره‌ی خودگردانی، $\hat{\theta}^*$، موثر است. برای مثال در براورد پارامتر واریانس جامعه بر اساس $n \le \frac{n-1}{1-f}$ براورد پارامتر $\hat{\theta}^*$، نامنفی و در غیر این‌صورت ممکن است منجر به مقدارهای منفی بشود.

الگوریتم کلی روش خودگردانی مستقیم

در این الگوریتم عامل C، عامل بازمقیاسیدن مشاهده‌ها است. با انتخاب $n'' = 1$ روش نمونه‌گیری خودگردانی یک شیوه‌ی نمونه‌گیری باجای‌گذاری خواهد بود.

۱. فرض کنید $y_i' = \bar{y} + C(y_i - \bar{y})$ برای $i = 1, \ldots, n$ مقدارهای بازمقیاسیده هستند که $\bar{y} = n^{-1}\sum_{i=1}^{n} y_i$، $C = \sqrt{\frac{n^*(1-f)}{n-1}}$ و $f = \frac{n}{N}$،

۲. نمونه‌ی تصادفی ساده‌ی بدون جای‌گذاری از $s' = \{y_i'\}_{i=1}^{n}$، گرفته می‌شود،
۳. گام ۲، k' مرتبه تکرار می‌شود و نمونه‌ی $s^* = \{y_i^*\}_{i=1}^{n^*}$ و $n^* = k'n''$ حاصل می‌شود،
۴. آماره‌ی خودگردانی $\hat{\theta}^*$ محاسبه می‌شود.
۵. گام‌های ۲ تا ۴، B مرتبه تکرار می‌شوند، و
۶. در نهایت براورد واریانس خودگردانی از رابطه‌ی معمول براورد واریانس به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\hat{V}^*(\hat{\theta}^*) = \frac{1}{n-1}\sum_{b=1}^{B}(\hat{\theta}_b^* - \overline{\hat{\theta}^*})^2$$

که در آن $\overline{\hat{\theta}^*} = B^{-1}\sum_{b=1}^{B}\hat{\theta}_b^*$.

بسته به اینکه اندازه‌ی نمونه‌ای خودگردانی، n''، و عامل بازمقیاسیدن مشاهده‌ها چگونه تعیین شوند، انواع روش‌های خودگردانی مستقیم بیان شده است.

جدول ۳-۱ نشان می‌دهد که خودگردانی افرون (۱۹۷۹)، موجب بیش‌براوردی واریانس می‌شود به‌طوری‌که از به دست آوردن عامل تصحیح بدون جای‌گذاری باز می‌ماند. مه‌کارتی و اسنودن (۱۹۸۵)، همانند افرون (۱۹۷۹) عمل می‌کنند، اما آن‌ها به منظور دستیابی به عامل تصحیح جامعه‌ی متناهی که در براوردگر واریانس معمول $\hat{t}$ ظاهر می‌شود، اندازه‌ی نمونه‌ای خودگردانی را $n' = \frac{n-1}{1-f}$ پیش‌نهاد می‌دهند. در حالتی که $\frac{n-1}{1-f}$ مقدار صحیح نباشد، نزدیک‌ترین عدد صحیح به این مقدار به‌عنوان اندازه‌ی نمونه‌ای خودگردانی در نظر گرفته می‌شود.

همان‌طور که در بالا اشاره شد، در روش سیتر (۱۹۹۲b) نمونه‌ی بدون جای‌گذاری انتخاب می‌شود، اما اندازه‌ی n'' از اندازه‌ی نمونه‌ای اصلی کوچک‌تر است و باز نمونه‌گیری $k = \frac{n(1-f'')}{[n''(1-f)]}$ مرتبه به‌طور مستقل تکرار می‌شود. در این رابطه $f'' = \frac{n''}{n}$. سپس نمونه‌ی خودگردانی از این بازنمونه‌ها به دست می‌آید. تعداد تکرارها، k، به‌گونه‌ای انتخاب می‌شود که واریانس خودگردانی با براوردگر متداول کل جامعه‌ای یکی باشد، $\hat{V}^*(\hat{t}_{HT}^*) = \hat{V}(\hat{t}_{HT})$. به‌طور معمول زمانی که k صحیح نیست، یک عملیات تصادفی‌سازی برای انتخاب آن انجام می‌شود که در جدول ۳-۵ نشان داده شده است.

جدول ۳-۵. روش‌های خودگردانی مستقیم بدون جای‌گذاری

روش‌های موجود	c	n''	k'	$\frac{E_p[V_{p^*}(\hat{t}_{HT}^*)]}{V_p(\hat{t}_{HT})}$
افرون (۱۹۷۹)	۱	۱	n	$\frac{n-1}{n(1-f)}$
مه‌کارتی و اسنودن (۱۹۸۵)	۱	۱	$\frac{n-1}{(1-f)}$	۱
رائو و وو (۱۹۸۸)	$\sqrt{\frac{n'(1-f)}{n-1}}$	۱	دلخواه	۱

سیتر (۱۹۹۲b)	۱	$\leq \frac{n}{۲-f}$	$\left\lfloor \frac{n(۱-f'')}{n''(۱-f)} \right\rfloor + I_q$	۱

سیتر (۱۹۹۲b) اندازه‌ی دیگری را برای بازنمونه مطرح کرده است که به‌صورت $n'' = fn$ است به‌طوری‌که کسر بازنمونه‌گیری $f'' = \frac{n''}{n}$ با کسر نمونه‌گیری اصلی f برابر باشد. اگرچه این روش برای k و n'' غیرصحیح، انجام‌شدنی نیست. در این حالت دو نوع تصادفی‌سازی پیش‌نهاد شده است. در مورد اول، اندازه‌ی نمونه‌ی خودگردانی $n'' = \lfloor fn \rfloor + I_{q'}$ ابتدا ثابت است که $q' = fn - \lfloor fn \rfloor$ با $I_{q'} \sim Bernolli(q')$ است. سپس تصادفی‌سازی بین اندازه‌های صحیح k انجام می‌شود به‌طوری‌که $E(f'') = f$ و $V_{p^*}(\hat{t}^*_{HT}) = \hat{V}(\hat{t}_{HT})$. با انتخاب n'' به این روش ممکن است $k < ۱$ به دست بیاید که در این‌صورت تصادفی‌سازی نامعتبر است. در این حالت نوع دیگری از تصادفی‌سازی بین $(\lfloor fn \rfloor, \lfloor k \rfloor)$ و $(\lceil fn \rceil, \lceil k \rceil)$ ارائه می‌شود که در آن منظور از $\lceil . \rceil$ کوچک‌ترین عدد صحیح بزرگ‌تر از شناسه‌ی آن است.

همه‌ی روش‌های ارائه شده در این‌جا قابلیت استفاده در روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی بدون جای‌گذاری را دارند و فقط کافی است بازنمونه‌گیری در هر طبقه به‌طور مستقل اجرا شود.

فرض کنید آماره‌ی مورد نظر $\hat{\theta} = g(\bar{z})$ است، به‌طوری که $\bar{z} = \sum_h W_h \bar{z}_h$، $W_h = \frac{N_h}{N}$ و $\bar{z}_h = \sum_i \frac{z_{hi}}{n_h}$ بوده و z_{hi} نیز بردار مشاهده‌ها و $f_h = \frac{n_h}{N_h}$ کسر نمونه‌گیری باشند. روش رائو و وو (۱۹۸۸) برای نمونه‌گیری طبقه‌بندی تصادفی به شرح زیر است.

۱. یک نمونه‌ی تصادفی $\{z^*_{hi}, i = ۱, \dots, n^*_h\}$ بدون جای‌گذاری از مجموعه‌ی $\{z_{hi},\ i = ۱, \dots, n_h\}$ گزینش می‌شود.

برای دستیابی به این نمونه‌ی n^*_hتایی می‌توان به این صورت عمل کرد که k بار به‌طور مستقل نمونه‌ی n''_hتایی بدون جای‌گذاری از نمونه‌ی بازمقیاسیده‌ی z^*_{hi}، $i = ۱, \dots, n_h$، انتخاب کرد به‌طوری که $n^*_h = k\, n''_h$. حال اگر $n''_h = ۱$ باشد و $n^*_h = n_h$، باز نمونه‌گیری با جای‌گذاری و در غیر این صورت نمونه‌گیری بدون جای‌گذاری خواهد بود.

۲. فرض کنید $c_h = \sqrt{n^*_h(۱ - f_h)/(n_h - ۱)}$ باشد.

مقدارهای $\bar{z}^*_h = \bar{z}_h + c_h(\bar{z}^*_h - \bar{z}_h)$ و $\bar{z}^* = \sum_h W_h \bar{z}^*_h$ به‌دست آورده می‌شوند.

۳. $\hat{\theta}^*$ را برابر $g(\bar{z}^*)$ قرار داده و سپس از براوردگرهای خودگردانی استاندارد استفاده می‌شود.

این سه گام برای تعداد خودگردانی‌های مورد نظر (Bبار)، تکرار می‌شوند.

ب) روش خودگردانی آینه‌جور (MMB)

۱. مقدار $n_h^{'}$ را از بازه‌ی $۱ \le n_h^{'} \le n_h$ انتخاب کرده و سپس نمونه‌ی تصادفی بدون‌جای‌گذاری $\left\{z_{h۱}^{*}, \dots, z_{hn_h^{'}}^{*}\right\}$ از $\{z_{h۱}, \dots, z_{hn_h}\}$ گزینش می‌شود.

۲. گام ۱، k_h بار به‌طور مستقل تکرار می‌شود که k_h از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$k_h = n_h(۱ - f_h^{*})\left[n_h^{'}(۱ - f_h)\right]^{-۱}$$

در هر بار، بازنمونه‌ها با اندازه‌ی $n_h^{'}$، به شبه‌جامعه برگردانده می‌شوند؛ تا مجموعه‌ی $\left\{z_{h۱}^{*}, z_{h۲}^{*}, \dots, z_{hn_h^{*}}^{*}\right\}$ حاصل شود، که در آن

$$f_h^{*} = n_h^{'}/n_h \ , \quad n_h^{*} = n_h(۱ - f_h^{*})(۱ - f_h)^{-۱}$$

اگر k_h عدد صحیح نباشد، از تصادفی‌سازی میان عددهای جزء صحیح k_h استفاده می‌شود.

۳. گام‌های ۱ و ۲ برای هر طبقه به‌طور مستقل انجام می‌شود تا مجموعه‌ی Z^{*} به‌صورت زیر حاصل شود.

$$Z^{*} = \{z_{hi}^{*}: i = ۱, \dots, n_h^{*}, h = ۱, \dots, L\}$$

۴. $\hat{\theta}^{*}$ را برابر $g(Z^{*})$ قرار داده و سپس از براوردگرهای استاندارد خودگردانی استفاده می‌شود.

پ) روش خودگردانی بدون جای‌گذاری

بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های عددهای صحیح، فرض کنید، $n_h^{'} = n_h - (۱ - f_h)$ و $k_h = \frac{N_h}{n_h}(۱ - \frac{۱-f_h}{n_h})$ برای $h = ۱, \dots, L$. روش به شرح زیر است:

۱. برای هر طبقه با تکرار $\{z_{hi}: i = ۱, \dots, n_h\}$، به تعداد k_h بار؛ شبه‌جامعه‌ی آن طبقه ساخته می‌شود. این کار برای تمام طبقه‌ها انجام می‌شود.

۲. تعداد $n_h^{'}$ واحد از طبقه‌ی hام بدون‌جای‌گذاری گزینش می‌شوند تا مجموعه‌ی $\left\{z_{hi}^{*}: i = ۱, \dots, n_h^{'}\right\}$ برای $h = ۱, \dots, L$ حاصل شود. بنا بر این Z^{*} به‌صورت مجموعه‌ی زیر است.

$$Z^{*} = \left\{z_{hi}^{*}: i = ۱, \dots, n_h^{'}, \qquad h = ۱, \dots, L\right\}$$

۳. $\hat{\theta}^{*}$ را برابر $g(Z^{*})$ قرار داده و سپس از براوردگرهای استاندارد خودگردانی استفاده می‌شود.

در شرایطی که عددهای صحیح ظاهر نشوند، می‌توان از تصادفی سازی میان عددهای جزء صحیح استفاده کرد (شائو و سیتر، ۱۹۹۶).

۳-۶ خلاصه‌ی فصل

روش‌شناسی آمارگیری سعی در تبیین اصولی درباره‌ی طراحی، گرداوری، پردازش، و تحلیل داده‌های آمارگیری‌ها دارد که مرتبط با هزینه و کیفیت هستند. به عبارت دیگر روش‌شناسی آمارگیری موضوع‌های زیر را مورد بررسی قرار می‌دهد.

- طراحی آمارگیری با در نظر گرفتن محدودیت‌های مالی و اجرایی،
- روش‌های گرداوری داده‌ها، و
- کمی‌سازی خطای کل آمارگیری شامل خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری.

روش‌شناسی آمارگیری تلاش می‌کند تا منبع‌های بروز خطا در آمارگیری‌ها را شناسایی کرده و تمهیداتی برای حداقل کردن اثر آن‌ها در این آمارها بیندیشد.

در این فصل ساختار خطای کل آمارگیری معرفی شد و علت‌های بروز این خطا در فرایند آمارگیری‌ها با تشریح مولفه‌های آن انجام گرفت. یکی از مولفه‌های خطای کل آمارگیری میانگین توان دوم خطا است که شامل واریانس و اریبی است. به دلیل اهمیت براورد واریانس، بحث مفصلی درباره‌ی روش‌های براورد واریانس آماره‌های خطی و ناخطی در افزوده‌ی ۳آ-۱ آورده شده است. روش‌هایی نیز برای تعدیل اثر برخی از خطاهای آمارگیری مانند بی‌پاسخی ارائه شد. بی‌پاسخی به دو نوع بی‌پاسخی واحد آماری و بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی تقسیم می‌شود. به‌طور معمول از روش‌های جانهی برای تعدیل اثر بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی و از روش‌های وزن‌دهی برای تعدیل اثر بی‌پاسخی واحد آماری استفاده می‌شود.

تمرین

۱. واریانس پاسخ همبسته یا واریانس پرسش‌گر را تعریف کنید.

۲. منبع‌های بروز خطای اندازه‌گیری را شرح دهید.

۳. روش‌های تعدیل اثر نقص پوشش را نام ببرید.

۴. کدام ویژگی متغیر کمکی است که تعدیل وزنی رده‌ای را برای تعدیل اثر بی‌پاسخی واحد مفید می‌کند.

۵. راه‌کارهای کاهش نرخ بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی (پرسش) را شرح دهید.

۶. به‌منظور کاهش نرخ بی‌پاسخی واحد در آمارگیری‌ها چه اقداماتی می‌توان انجام داد؟

۷. چهار منبع بروز خطاهای غیرنمونه‌گیری را بنویسید.

۸. اثر بی‌پاسخی در آمارگیری‌ها چیست؟

۹. روش‌های کاهش اثرهای بی‌پاسخی را با توجه به نوع بی‌پاسخی نام برده و تعدیل وزنی پساآمارگیری را شرح دهید.

۱۰. خطاهای آمارگیری را فقط نام برده و منبع‌های بروز خطای اندازه‌گیری را بنویسید.

۱۱. اریبی پوشش در آمارگیری‌ها چیست و چگونه می‌توان آن‌را براورد کرد.

۱۲. خطای اندازه‌گیری را تعریف کرده و مشخص کنید این خطا در چه مرحله‌هایی از یک آمارگیری رخ می‌دهد.

۱۳. فرض کنید که یک آمارگیری به منظور براورد متوسط هزینه‌ای که مردم شهری، ماهیانه در خصوص سلامت خود می‌پردازند انجام شده است. جامعه‌ی هدف شامل ۲۴۰۰۰ نفر می‌شود. نمونه‌ای۸۰۰ نفری از این جامعه انتخاب شده است. تنها ۶۰۰ نفر در آمارگیری شرکت کردند. میانگین هزینه‌ای که شرکت‌کنندگان در آمارگیری ماهیانه برای سلامت می‌پردازند ۱۲۴۰ تومان به دست آمد. فرض کنید میانگین هزینه‌ای که بی‌پاسخ‌ها ماهیانه برای سلامت خود می‌پردازند ۱۰ درصد بیش‌تر از باپاسخ‌ها باشد. از این اطلاعات برای براورد میانگین هزینه‌ی سلامت ماهیانه‌ی دقیق‌تری استفاده کرده و آن را محاسبه کنید.

۱۴. چگونه می‌توان اریبی آماره‌های آمارگیری را زمانی که خطای ناپوشانشی وجود دارد براورد کرد؟

۱۵. در یک آمارگیری چگونه می‌توان اریبی بی‌پاسخی را براورد کرد؟

مرجع‌ها

Banda, J. P. (2003), *Non-sampling Errors in Surveys*, United Nations Secretariat, Statistics Division.

Biemer, P., and Stokes, S., L. (1991), *Measurement Error in Surveys*, Chapter 24 Approaches to the Modeling of Measurement Error, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Deville, J. C. and Särndal, C. E. (1994), "Variance Estimation for Regression Imputed Horvitz-Thompson Estimator," *Journal of Official Statistics,* 10, 381−394.

Efron, B. (1979), "Bootstrap Methods: Another Look at the Jacknife," *The Annals of Statistics*, 7, 1-26.

Folsom, R. E. (1991), “Exponential and Logistic Weight Adjustments for Sampling and Nonresponse Error Reduction,” *Proceedings of the American Statistical Association, Social Statistics Section,* 197-202.

Groves, R. M. et al. (2008), *Survey Methodology*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Hansen, M. H., and Hurwitz, W. N. (1946), “The Problem of Non-Response in Sample Surveys,” *Journal of the American Statistical Association,* 41, 517-529.

Hartly, H. O. (1981), “Estimation and Design for Nonsampling Errors in Surveys”, *Current Topics in Survey Sampling,* 31-46, New York: Academic Press.

Holt, D., and Smith, T. M. F. (1979), “Post-Stratification,” *Journal of the Royal Statistical Society. Series A,* 142: 33-46.

Kalton, G., and Flores-Cervantes, I. (2003), “Weighting Methods,” *Journal of Official Statistics,* 19, 81-97.

Kalton, G. and Kish, L. (1984), “Some Efficient Random Imputation Methods,” *Communications in Statistics: Series A,* 13, 1919-1939.

Kim, J. K. (2011), “Parametric Fractional Imputation for Missing Data Analysis,” *Biometrika*, 98, 119−132.

Kim, J. K., and Hong, M. (2012), “Imputation for Statistical Inference with Coarse Data,” *Journal of Korean Statisistical Society*, 41, 291-303.

Kish, L. (1962), “Studies of Interviewer Variance for Attitudinal Variables”, *Journal of the American Statistical Association,* 57, 92-115.

Kish, L. (1965), *Survey Sampling,* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Little, R. J. A., and Rubin, D. B. (1987), *Statistical Analysis with Missing Data*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Lohr, S. (2010), *Sampling: Design and analysis*, Duxbury Press.

McCarthy, P. J. (1966), “Replication: An Approach to the Analysis of Data from Complex Surveys,” In Vital and Health Statistics, 14, ser.

McCarthy, P. J., and Snowden, C. B. (1985), *The Bootstrap and Finite Population Sampling,* DHHS Publication.

Meng, X., L. (1994), “On the Rate of Convergence of the ECM Algorithm,” *The Annals of Statistics,* 22, 1, 326-339.

Rao, J. N. K., and Wu, C. F. J. (1988), “Resampling Inference with Complex Survey Data,” *Journal of the American Statistical Association,* 83, 231−241.

Rosenbaum, P. R., and Rubin, D. B. (1983), “The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects,” *Biometrika*, 70, 41-55.

Rubin, D. B. (1987), *Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Särndal, C.-E., and Lundström, S. (2005), *Estimation in Surveys with Nonresponse*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Shao, J., and Sitter, R. R. (1996), “Bootstrap for Imputed Survey Data,” *Journal of the American Statistical Association*, 91, 1278−1288.

Sitter, R. R. (1992a), “A Resampling Procedure for Complex Survey Data,” *Journal of the American Statistical Association*, 87, 755−765.

— (1992b), “Comparing Three Bootstrap Methods for Survey Data,” *Canadian Journal of Statistics*, 20, 135−154.

Statistics Canada (2003), “Imputation,” *Statistics Canada Quality Guidelines*, 3ed Edition, 12-539-XIE, 41−44.

Wolter, K.M. (2007), *Introduction to Variance Estimation*, 2nd Edition, New York: Springer-Verlag.

فصل ۴
روش‌های تولید آمار

۴-۱ مقدمه

در فصل‌های گذشته از اهمیت داده‌های آماری و نقش آن‌ها در مدیریت شواهد مبنا و برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای گفته شد. در این فصل روش‌های تولید داده‌های آماری معرفی و تشریح می‌شوند. داده‌ها از طریق آمارگیری‌ها تولید می‌شوند. آمارگیری‌ها نیز به شیوه‌ی ثبتی، سرشماری و نمونه‌گیری اجرا می‌شوند. هزینه‌های ابتدایی برای استقرار نظام آمارگیری‌های ثبتی بسیار زیاد است ولی زمانی که این نظام در سازمان مستقر شد، هزینه‌های آن در طول زمان منحصر به هزینه‌های نگهداری و روزامد کردن خواهد بود. بنا بر این با توجه به ویژگی‌های سرعت، دقت و روزامد بودن داده‌های ثبتی، استفاده از آمارگیری‌های ثبتی‌مبنا در اولویت قرار می‌گیرد. پس از آن آمارگیری‌های نمونه‌ای قرار دارند. این روش‌ها نیز دارای ویژگی‌های سرعت، دقت و هزینه‌های کم نسبت به روش سرشماری برای تولید داده‌های آماری هستند. در ادامه ابتدا سرشماری سپس آمارگیری نمونه‌ای و در نهایت آمارگیری‌های ثبتی شرح داده می‌شوند.

۴-۲ سرشماری

یکی از نیازهای برنامه‌ریزی توسعه‌ای وجود اطلاعات جمعیتی در کوچک‌ناحیه‌های کشور است. این اطلاعات یا از طریق سرشماری‌های نفوس حاصل می‌شود یا از طریق مدل‌های جمعیت‌شناختی براورد می‌شود. براوردهای جمعیتی کوچک‌ناحیه‌ها در سال‌های بین دو

سرشماری برای تصمیم‌گیری و مدیریت شواهدمبنا ضروری است. چگونگی توزیع منبع‌های مالی کشور بین منطقه‌ها به این اطلاعات جمعیتی وابسته است.

در سرشماری از تمام افراد یا واحدهای جمعیت مورد نظر اطلاع‌گیری می‌شود. در صورتی‌که سرشماری در سراسر کشور اجرا شود، به آن سرشماری عمومی می‌گویند. سرشماری، جامع‌ترین منبع اطلاعاتی در ارتباط با جمعیت و خانوار است که اطلاعاتی در زمینه‌ی اندازه، ساختار و ویژگی‌های جمعیتی ارائه می‌دهد. اطلاعات سرشماری برای تحلیل مسئله‌های جمعیت‌شناختی، اجتماعی، اقتصادی و گروه‌های نادر همچون اقلیت‌های قومی، مذهبی و ... بسیار موثر هستند. همچنین دولت‌ها، مرکزهای بهداشتی و همه‌ی سازمان‌هایی که وظیفه‌ی تخصیص منبع‌های کشور، برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را بر عهده دارند از این اطلاعات استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال، برای تصمیم‌گیری در مورد موقعیت ساخت یک مدرسه، لازم است که اطلاعات کافی در مورد جمعیت ناحیه‌ی مورد نظر و چگونگی توزیع مدرسه‌ها در آن ناحیه وجود داشته باشد تا مدرسه در مکان مناسبی از آن ناحیه ساخته شود.

علاوه بر این، سرشماری اطلاعات مورد نیاز را در سطح کوچک‌ترین واحد جغرافیایی کشور فراهم می‌کند و چارچوب‌های آماری لازم را برای آمارگیری‌های نمونه‌ای تهیه و روزامد می‌سازد. از آن‌جا که اجرای سرشماری اجتناب‌ناپذیر است، لذا کشورها پیوسته به دنبال روش‌هایی هستند تا با توجه به شرایط کشور با اجرای آن‌ها پوشش بیش‌تری از جمعیت را ارائه کنند.

سرشماری سابقه‌ی بسیار طولانی دارد. از زمان‌های بسیار قدیم دولت‌ها در تلاش بودند که اطلاعاتی در مورد دارایی کشور به‌دست آورند. در حدود ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، بابلی‌ها و چینی‌ها اولین ملت‌هایی بودند که از سرشماری برای منظورهای مالیاتی و نظامی استفاده می‌کردند. حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، مصری‌ها در گرداوری اطلاعات جمعیت سرزمین خود تلاش می‌کردند تا بتوانند ارتشی از مردم را برای ساختن اهرام و زمین‌هایی که بر اثر طغیان سالانه‌ی رود نیل آسیب می‌دید، تهیه کنند.

یونانی‌ها و رومی‌ها قبل از تولد حضرت مسیح (ع)، سرشماری انجام می‌دادند. این سرشماری به‌صورت ۵ ساله و طبق دستور سزار آگوستوس انجام می‌شد.

اولین سرشماری انگلستان در سال ۱۰۸۶ بعد از میلاد مسیح انجام گرفت. اما مردم انگلستان تمایلی برای شرکت در این‌گونه سرشماری‌ها نداشتند. تقریباً درطی سال‌های ۱۶۰۰تا ۱۸۰۰، سرشماری در انگلستان روند کندی داشت. زیرا بعضی از کشیش‌ها معتقد بودند که هر گونه شمارش مردم، توهین به مقدّسات است یا این‌که اعتقاد داشتند سرشماری باعث معلوم شدن قدرت یا ضعف نیروی انسانی کشور بر دشمنان بیگانه می‌شود. اما این‌گونه مخالفت‌ها بعد از ارائه‌ی نظریه‌ی توماس مالتوس در سال ۱۷۹۸ درباره‌ی نحوه‌ی ارتباط رشد جمعیت و منبع‌های غذایی پایان یافت. اولین سرشماری رسمی انگلستان و ولز در دهم مارس ۱۸۰۱ انجام شد (صفحه‌های وب موسسه‌ی آماری ایالت‌های پادشاهی انگلستان[۱]).

کبک اولین سرشماری رسمی خود را در سال ۱۶۶۶، ایسلند در سال ۱۷۰۳ و سوئد در سال ۱۷۴۹ انجام دادند.

---

[۱] http://unstats.un.org/unsd/demographic/sources/census/alternativeCensusDesigns.htm

قدمت سرشماری در ایران به دوره‌های هخامنشیان و اشکانیان برمی‌گردد. آنان از واژه‌ی شاهامار برای سرشماری استفاده می‌کردند. در زمان کوروش نیز، هر گونه تصمیم‌گیری درباره‌ی مملکت بر اساس جمعیت هر ولایت بود. ساسانیان توجه بیش‌تری به آمار داشتند، به گونه‌ای که در زمان خسرو انوشیروان در هنگام سرشماری نفوس به سن و میزان ثروت افراد نیز توجه می‌شد. آن‌ها از اطلاعات به‌دست آمده برای تعیین مالیات‌ها استفاده می‌کردند.

طی سال‌های ۱۳۱۲ تا ۱۳۱۴ پیش‌نهادهایی برای انجام سرشماری نفوس در ایران ارائه شد، اما اقدامی در مورد آن صورت نگرفت. سرانجام در سال ۱۳۱۸ قانون سرشماری به تصویب مجلس شورای ملی رسید. سرشماری سال ۱۳۱۸ به‌طور هم‌زمان و عمومی نبود و بعضی از شهرهای کشور در سال‌های ۱۳۱۸، ۱۳۱۹ و ۱۳۲۰ اطلاع‌گیری شدند. اما به دلیل وقوع جنگ جهانی دوم و اشغال ایران توسط بیگانگان، سرشماری در تمام شهرهای کشور اجرا نشد (بدیع‌زادگان، ۱۳۷۶). نخستین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در ایران در سال ۱۳۳۵ توسط اداره‌ی کل آمار عمومی و از سال ۱۳۴۵ به بعد، توسط مرکز آمار ایران انجام شد. هم اکنون بسیاری از کشورها طبق توصیه‌ی سازمان ملل، سرشماری‌های جمعیتی (پنج‌ساله یا ده‌ساله) انجام می‌دهند.

۴-۲-۱ روش‌های اجرای سرشماری

به جهت ضرورت اجرای سرشماری به‌عنوان یک منبع اطلاعاتی سودمند، دولت‌ها با توجه به بودجه، میزان اطلاعات مورد نیاز، نحوه‌ی برنامه‌ریزی‌ها، نیروی انسانی، سطح سواد مردم، میزان درستی و در دسترس بودن داده‌های ثبتی و ...، روشی مناسب را برای اجرای سرشماری انتخاب و اجرا می‌کنند.

پیش از بیان و تشریح روش‌های معمول سرشماری، قاعده‌های شمارش جمعیت معرفی می‌شوند. در هنگام اجرای سرشماری، این‌که چه افرادی باید شمارش شوند و یا از شمارش چه کسانی باید صرف‌نظر کرد اهمیت بسیاری دارد. توجه به این مهم بروز کم‌شماری یا بیش‌شماری افراد را محدود می‌کند. به‌طور معمول شمارش افراد در سرشماری کشورها بر اساس یکی از دو قاعده‌ی زیر انجام می‌شود (سازمان ملل، ۲۰۰۸b):

- قاعده‌ی دوژو، و
- قاعده‌ی دوفاکتو.

بر اساس قاعده‌ی دوژو، در هنگام اجرای سرشماری تمام افرادی که به‌طور معمول در قلمروی کشور ساکن هستند حتی اگر در هنگام سرشماری به‌طور موقت (به‌طور معمول کم‌تر از یک سال) غایب باشند، شمارش می‌شوند. لذا طبق این قاعده، تمام خانوارهای معمولی ساکن، بی‌خانمان‌ها، کوچ‌نشین‌ها، افراد ساکن در منطقه‌های دورافتاده‌ی کشور، افراد نظامی، ارتشی، کارکنان نیروی دریایی، افراد دیپلماتیک و خانواده‌های آن‌ها که در خارج از کشور هستند، افراد غیرنظامی که به‌طور موقت خارج از کشور هستند و یا افرادی که روزانه به خارج از کشور (به دلیل‌های شغلی و ...) سفر می‌کنند، و افراد بیگانه‌ای که به کشور مهاجرت کرده‌اند یا پناهنده شده‌اند، به‌عنوان جمعیت آن کشور شمرده می‌شوند.

افراد نظامی، ارتشی، کارکنان نیروی دریایی، افراد دیپلماتیک و خانواده‌های آن‌ها که از کشورهای بیگانه هستند، و افراد غیرنظامی بیگانه که به‌طور موقت و یا روزانه (به دلیل‌های شغلی و ...) در داخل کشور هستند، طبق قاعده‌ی دوژو شمارش نمی‌شوند. در ایران شمارش افراد بر مبنای قاعده‌ی دوژو انجام می‌شود. بر اساس قاعده‌ی دوفاکتو، در هنگام اجرای سرشماری تمام افرادی که در زمان سرشماری در قلمروی کشور حاضر هستند، شمارش می‌شوند.

به‌طور معمول اجرای سرشماری با استفاده از یکی از روش‌های زیر انجام می‌شود:

- سرشماری سنتی،
- سرشماری ثبتی‌مبنا،
- ترکیب سرشماری سنتی و سرشماری ثبتی‌مبنا،
- سرشماری ثبتی‌مبنا با آمارگیری‌های نمونه‌ای،
- سرشماری سنتی همراه با آمارگیری نمونه‌ای،
- سرشماری سنتی با روزامدسازی سالانه‌ی ویژگی‌ها، و
- سرشماری غلتان.

۴-۲-۱-۱ سرشماری سنتی

در این روش تمام افراد و خانوارها در مدت زمانی کوتاه در طی فعالیت‌های گسترده‌ای شمارش می‌شوند. این فعالیت‌ها در ارتباط با فهرست کردن و روزامدسازی فایل آدرس‌ها، تبلیغات برای همکاری و مشارکت مردم در سرشماری، آموزش و استخدام ماموران آمارگیری، گرداوری اطلاعات، پردازش و بررسی اطلاعات، و به‌طور معمول در ارتباط با عملیات میدانی هستند. کشورهایی که از امکانات و نرخ باسوادی مناسبی برخوردار هستند از روش‌هایی همچون اینترنتی، پستی و ... برای گرداوری اطلاعات استفاده می‌کنند. در این روش‌ها خانوارها مسئول پاسخگویی به پرسش‌ها هستند. این امر باعث کاهش عملیات میدانی می‌شود. به‌منظور گرداوری اطلاعات، ابتدا پرسش‌نامه‌هایی شامل قلم‌های اطلاعاتی درباره‌ی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی افراد، مشخصات واحدهای مسکونی و ... تهیه می‌شوند. سپس این پرسش‌نامه‌ها توسط خود خانوارها و یا توسط ماموران آمارگیر (با پرسش از خانوارها به شیوه‌ی مصاحبه‌ی حضوری) تکمیل می‌شوند. در سرشماری‌های سنتی برای کاهش بار پاسخگویی می‌توان هم از پرسش‌نامه‌های کوتاه و هم از پرسش‌نامه‌های بلند استفاده کرد. پرسش‌نامه‌های کوتاه تنها شامل پرسش‌های مهمی هستند که برای تمام افراد و خانوارها طراحی می‌شوند. این پرسش‌ها به‌طور معمول در مورد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی هستند. در حالی‌که پرسش‌نامه‌های بلند به‌طور معمول در مورد ویژگی‌های به‌خصوصی همچون محل سکونت، امکانات زندگی، میزان باروری، تحصیلات، درامد و ... هستند و تنها توسط نمونه‌ای از افراد و خانوارها تکمیل می‌شوند (سازمان ملل، ۲۰۰۸a). شمارش تمام افراد در مدت زمانی کوتاه در سرشماری سنتی، هزینه و نیروی انسانی زیادی را به جامعه تحمیل می‌کند و بنا بر این هر ۵ یا ۱۰ سال یک بار اجرا می‌شود. این سرشماری‌ها به شدت به نحوه‌ی همکاری مردم با ماموران آمارگیر بستگی دارند. اطلاعات سرشماری‌ها بعد از گذشت زمان، کهنه می‌شوند. اما در یک مدت زمانی کوتاه تصویری از کل جمعیت و اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با سطح‌های کوچک جغرافیایی را

فراهم می‌کنند. در بسیاری از کشورها همچون ایران، استرالیا، کانادا و کلمبیا از این روش سرشماری استفاده می‌شود.

۴-۲-۱-۲ سرشماری ثبتی‌مبنا

در این روش سرشماری، برای تولید اطلاعات آماری مورد نیاز، از ترکیب داده‌های ثبتی موجود استفاده می‌شود و در کشورهایی که داده‌های ثبتی مناسبی دارند، قابل اجرا است. این کشورها به‌طور معمول وسعتی کوچک، جمعیتی کم و نرخ باسوادی بالا داشته و امکان روزامدی و تکمیل اطلاعات با سرعت در آن‌ها وجود دارد. آن‌ها از اطلاعاتی که بر اساس داده‌های ثبتی مختلف در زمینه‌هایی همچون جمعیت‌شناختی، سکونتگاه‌ها، درامد، کار، تحصیل و ... هستند، استفاده می‌کنند. در این کشورها برای ارتباط منبع‌های اطلاعاتی مختلف با یک‌دیگر از اطلاعات افراد و واحدهای مسکونی همچون شماره‌ی شناسایی افراد و کد پستی محل سکونت آن‌ها که یکتا هستند، استفاده می‌شود. بنا بر این، می‌توان منبع‌های اطلاعاتی مختلف را با خطای کمی به یک‌دیگر مرتبط کرد.

در این روش، وجود اطلاعات ثبتی برای تمام افراد ساکن در همه‌ی شهرها و مناطق جغرافیایی کشور ضروری است و تنها مربوط به برخی از شهرها و منطقه‌های خاص نیست. همچنین در هنگام ترکیب اطلاعات ثبتی باید واحدهای آماری، زمان‌های مرجع، رده‌بندی ویژگی‌ها و درستی اطلاعات مورد بررسی قرار گیرند.

سرشماری ثبتی‌مبنا به علت عدم استفاده از پرسش‌نامه و عملیات میدانی وسیع برای گرداوری اطلاعات مورد نیاز، هزینه‌ی کم‌تری نسبت به شیوه‌ی سنتی دارد. در این روش، اطلاعات مورد نیاز افراد در زمان سرشماری که از پیش تعیین شده است، از منبع‌های ثبتی استخراج می‌شوند. زمان استخراج اطلاعات مورد نیاز برای سرشماری با دقت در نظر گرفته می‌شود، به‌طوری‌که روزامدسازی داده‌های ثبتی به‌طور کامل انجام شده باشد. این نوع سرشماری نیز هر پنج سال یا ده سال یک بار انجام می‌شود. بسیاری از کشورها داده‌های ثبتی روزامد و کاملی ندارند و نمی‌توانند از داده‌های ثبتی برای محاسبه‌ی پارامترهای مورد نیاز برنامه‌ریزی استفاده کنند. کشورهای اسکاندیناوی همچون نروژ، فنلاند و دانمارک از این روش سرشماری استفاده می‌کنند.

۴-۲-۱-۳ ترکیب سرشماری سنتی و سرشماری ثبتی‌مبنا

در برخی از کشورها، اطلاعات ثبت‌شده در مورد موضوع‌های مختلف به‌طور برابر بهبود نیافته‌اند و یا قابلیت اعتماد کافی ندارند تا بتوان تمام نتیجه‌های مورد نیاز سرشماری را از اطلاعات ثبت‌شده فراهم کرد. این کشورها برای اجرای سرشماری، بعضی از اطلاعات مورد نیاز را از داده‌های ثبت‌شده‌ی موجود و اطلاعات دیگر را با استفاده از اجرای عملیات میدانی و تکمیل پرسش‌نامه‌های طراحی‌شده به شیوه‌ی سنتی، تولید می‌کنند.

در برخی از کشورهایی که از این روش استفاده می‌شود، پرسش‌نامه‌های سرشماری به گونه‌ای طراحی می‌شوند که قسمتی از اطلاعات مربوط از قبل تکمیل شده باشد. این اطلاعات تکمیل‌شده می‌تواند شامل آدرس واحدهای مسکونی و نام افراد ساکن در آن‌ها یا اطلاعات دیگری باشد که از داده‌های ثبت‌شده به‌دست آمده‌اند. سپس این اطلاعات توسط افراد در زمان اجرای عملیات میدانی سرشماری تائید یا تصحیح می‌شوند. سایر اطلاعات مورد نیاز که از قبل تکمیل

نشده‌اند، به‌طور همزمان درطول عملیات میدانی توسط آمارگیران یا خود خانوارها در پرسش‌نامه‌های طراحی‌شده تکمیل می‌شوند.

گروه دیگری از کشورها که از این روش استفاده می‌کنند، بخشی از اطلاعات مورد نیاز را از داده‌های ثبت‌شده استخراج می‌کنند. اما آن‌ها را به‌صورت اطلاعات از قبل تکمیل‌شده در پرسش‌نامه‌های سرشماری قرار نمی‌دهند. سایر اطلاعات مورد نیاز نیز با استفاده از عملیات میدانی و به شیوه‌ی سنتی فراهم می‌شوند.

از جمله مزیت‌های این روش سرشماری، کاهش عملیات میدانی، بار پاسخگویی و هزینه‌های مرتبط با سرشماری است. همچنین میزان پوشش جمعیت توسط اطلاعات ثبت‌شده و کیفیت آن‌ها در هنگام عملیات میدانی و گرداوری اطلاعات قابل بررسی هستند. این روش سرشماری همچون سرشماری سنتی، تصویری از کل جمعیت را در یک زمان مشخص فراهم می‌کند. همچنین به دلیل استفاده از اطلاعات ثبت‌شده، بسیاری از مشکلات سرشماری سنتی را کاهش می‌دهد. کشورهایی همچون اسپانیا، سوئیس و بلژیک از این روش سرشماری بهره می‌برند.

۴-۱-۲-۴ سرشماری ثبتی‌مبنا با آمارگیری‌های نمونه‌ای

در برخی از کشورها، سرشماری‌های ثبتی مبنا با آمارگیری‌های نمونه‌ای کامل می‌شوند. در این کشورها، اطلاعات ثبت‌شده‌ای برای تمام متغیرهای مورد نیاز وجود ندارد تا بتوان سرشماری را به‌طور کامل به شیوه‌ی ثبتی‌مبنا اجرا کرد. این روش، اطلاعات ثبت‌شده را با داده‌های گرداوری‌شده از آمارگیری‌های نمونه‌ای ترکیب می‌کند. اطلاعات ثبت‌شده در مورد متغیرهای مهم و اساسی جمعیت‌شناختی وجود دارند و برای آگاهی از متغیرها و ویژگی‌های جزئی، نمونه‌ای از افراد و خانوارها اطلاع‌گیری می‌شوند. سپس نتیجه‌های مورد نیاز استخراج می‌شوند.

این روش سرشماری تا حدودی مزیت‌های سرشماری ثبتی‌مبنا را دارد و مدت زمان اجرای سرشماری و بار پاسخگویی را کاهش می‌دهد. اما به دلیل استفاده از آمارگیری‌های نمونه‌ای برای استخراج نتیجه‌ها به فعالیت‌ها و دقت زیادی نیاز دارد و با مشکلاتی در زمینه‌ی وزن‌دهی، خطاهای نمونه‌گیری و ... روبرو است. کشورهایی همچون هلند از این روش استفاده می‌کنند.

۴-۱-۲-۵ سرشماری سنتی همراه با آمارگیری نمونه‌ای

به دلیل گستره‌ی وسیع جغرافیایی، هزینه‌های بالا و بروز منبع‌های خطاهای غیرنمونه‌گیری در سرشماری‌ها، پرسش‌نامه‌های سرشماری باید دارای تعداد کمی پرسش باشند (حدود ۲۰ پرسش). در برخی سرشماری‌ها ممکن است تعداد پرسش‌ها خیلی بیش‌تر از ۲۰ پرسش باشد و امکان کم‌تر کردن پرسش‌ها وجود نداشته باشد. پرسش پرسش‌نامه‌ی بلند در سرشماری‌ها علاوه بر تحمیل هزینه‌های زیاد، زمان‌بر بوده و میزان خطاهای غیرنمونه‌گیری را افزایش می‌دهند. به‌منظور تعدیل هزینه‌ها، زمان آمارگیری و کاهش خطاهای غیرنمونه‌گیری، پرسش‌نامه‌ی سرشماری را به دو زیرپرسش‌نامه می‌شکنند: یک زیرپرسش‌نامه‌ی کوتاه که از تمام افراد جامعه پرسش می‌شود و یک زیرپرسش‌نامه‌ی بلند که از بخشی از جامعه (برای مثال ۲۰ درصد) پرسش می‌شود. در این شیوه پرسش‌های پایه‌ای در زیرپرسش‌نامه‌ی کوچک (سرشماری) و پرسش‌های عمومی در زیرپرسش‌نامه‌ی بلند (نمونه‌گیری) آورده می‌شوند.

نکته‌ی اساسی در این شیوه‌ی سرشماری این است که چگونه باید پرسش‌های سرشماری را در ترکیب با پرسش‌های نمونه‌گیری در جدول‌های انتشاراتی آورد. این کار را می‌توان با تعدیل وزن‌های طرحی در زیرپرسش‌نامه‌ی بلند انجام داد. ساختن جدول‌های ترکیبی کار پیچیده‌ای است. از آن‌جا که امکان پیش‌بینی تمام جدول‌ها یا داده‌های خام مورد نیاز کاربران و تهیه‌ی آن‌ها وجود ندارد، لذا واحدهای آماری ملی با مشکل تأمین درخواست‌های آماری کاربران نتیجه‌های حاصل از سرشماری همراه با نمونه‌گیری مواجه هستند.

۴-۲-۱-۶ سرشماری سنتی با روزامدسازی سالانه‌ی ویژگی‌ها

این روش، نوعی تغییر در سرشماری سنتی است که بر شمارش جمعیت و گرداوری اطلاعات اولیه‌ی جمعیت‌شناختی در سال سرشماری تمرکز دارد. سپس در بازه‌ی زمانی بین دو سرشماری، اطلاعات جزئی در ارتباط با سایر مسائل جمعیت‌شناختی، اجتماعی، اقتصادی و اطلاعات واحدهای مسکونی با اجرای سالانه یک آمارگیری نمونه‌ای از خانوارها و افراد گرداوری می‌شوند. در حقیقت این آمارگیری‌های سالانه جایگزینی برای آمارگیری نمونه‌ای است که هم‌زمان با سرشماری سنتی اجرا می‌شود و نمونه‌ای از جمعیت را با استفاده از پرسش‌نامه‌های بلند مورد بررسی قرار می‌دهد (صفحه‌های وب آماری سازمان ملل[۲]).

در این روش سرشماری حجم عملیات میدانی، فعالیت‌ها و هزینه‌ها بیشتر از یک سرشماری سنتی است. زیرا اجرای نمونه‌گیری هم‌زمان با سرشماری سنتی نیست. همچنین این روش سرشماری نیازمند برنامه‌ریزی‌های جامع درطی چند سال و به‌کارگیری نرخ نمونه‌گیری مناسب در هر سال است. اما این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان اطلاعات مناسب‌تر و روزامدتری را نسبت به یک سرشماری سنتی تنها که هر ۵ سال یا ۱۰ سال یک بار اجرا می‌شود، به‌دست آورد. کشورهایی همچون ایالت‌های متحده و پِرو از این روش سرشماری استفاده می‌کنند.

۴-۲-۱-۷ سرشماری غلتان

سرشماری‌های سنتی که در مدت زمانی کوتاه اجرا می‌شوند، هزینه و نیروی انسانی بسیار زیادی را به خود اختصاص می‌دهند. یکی از روش‌های سرشماری که به‌منظور تسهیل اجرای سرشماری ابداع شده است، سرشماری غلتان است. سرشماری غلتان نخستین بار توسط کیش، ۱۹۷۹ و ۱۹۸۱ مطرح شد. هدف‌های اولیه برای طراحی سرشماری غلتان، برطرف کردن محدودیت‌های مالی و به‌دست آوردن اطلاعات روزامد از واحدهای جامعه‌ای بود.

سرشماری غلتان بیانگر حالت دیگری از سرشماری سنتی است که از تجمیع آمارگیری‌های پیوسته‌ای که کل کشور را در یک دوره‌ی زمانی طولانی (چند سال) به‌جای یک روز یا یک مدت زمان کوتاه پوشش می‌دهند، تشکیل می‌شود. به‌عبارت دیگر سرشماری غلتان از تجمیع داده‌های F نمونه‌ی دوره‌ای که با یکدیگر تداخل ندارند، حاصل می‌شود. نمونه‌هایی که برای این منظور انتخاب می‌شوند همگی دارای احتمال برابر $f = \frac{۱}{F}$ هستند و با تجمیع داده‌های F دوره، کل جمعیت پوشش داده می‌شود. بنا بر این، کسر نمونه‌گیری مناسبی در ارتباط با زمان،

[۲] http://unstats.un.org/unsd/demographic/sources/census/alternativeCensusDesigns.htm

در نظر گرفته می‌شود تا بتوان کل جمعیت را به‌خوبی پوشش داد. به‌عنوان مثال، یک نمونه‌گیری هفتگی با کسر نمونه‌گیری $f = \frac{۱}{۲۶۰}$ در طول ۵۲ هفته، ۲۰ درصد از جمعیت و پس از گذشت ۲۶۰ هفته (۵ سال) کل جمعیت را پوشش می‌دهد.

اساس سرشماری غلتان به تعداد نمونه‌های F و انتخاب واحد نمونه‌گیری مناسب بستگی دارد. به‌طور معمول اندازه‌ی نمونه‌ها به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که درطی ۵ یا ۱۰ سال، کل جمعیت پوشش داده شود. واحد نمونه‌گیری نیز ناحیه‌ی جغرافیایی در نظر گرفته می‌شود. در این روش وجود چارچوب‌هایی با کیفیت بالا برای تعیین نرخ نمونه‌گیری و واحد نمونه‌گیری مناسب، اهمیت بسیاری دارد.

با اجرای سرشماری غلتان، سالانه اطلاعات روزامدی از کشور حاصل می‌شود که این امکان در سرشماری‌های سنتی که هر ۵ سال یا ۱۰ سال یک بار اجرا می‌شوند، وجود ندارد. در سرشماری غلتان به دلیل زمان‌های مختلف گرداوری داده‌ها، بر خلاف سرشماری سنتی، نمی‌توان هم‌زمان و خیلی سریع تصویری از کل جمعیت را فراهم کرد. بنا بر این برای دستیابی به تصویری از کل جمعیت، باید اطلاعات در زمان مشابهی تجمیع شوند. سرشماری غلتان اولین بار در فرانسه اجرا شد و ۵ سال به‌طول انجامید (برای آگاهی در مورد نحوه‌ی اجرای این سرشماری ن. ک. سزارد و لفاور، ۲۰۰۸؛ و دور، ۲۰۰۴).

سرشماری نیز مانند سایر روش‌های گرداوری اطلاعات عاری از خطا نیست. در ادامه برخی از خطاهایی که در حین اجرای سرشماری رخ می‌دهند بیان شده و روش‌هایی برای محاسبه‌ی اندازه‌ی برخی از آن‌ها ارائه می‌شود.

۴-۲-۲ خطاهای غیرِنمونه‌گیری در سرشماری

واضح است که در تمام مرحله‌های مربوط به سرشماری، امکان رخداد خطاهای غیرِنمونه‌گیری بسیاری وجود دارد. خطاها به دو رسته‌ی کلی زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱) خطای پوشانش: خطایی است که بر اثر از قلم‌افتادگی و یا تکرار در شمارش افراد یا واحدهای مسکونی ایجاد شده و باعث اختلاف شمارش سرشماری از جمعیت واقعی موجود در کشور می‌شود.

۲) خطای محتوا: خطایی است که بر اثر گزارش نادرست یا ثبت نادرست ویژگی‌های افراد، خانوارها و یا واحدهای مسکونی شمارش‌شده در سرشماری حاصل می‌شود.

به‌طور معمول واحدهای آماری ملی پس از اتمام سرشماری، برای بررسی میزان درستی نتیجه‌های حاصل از سرشماری، بهبود برنامه‌ریزی‌ها و اجرای مناسب‌تر سرشماری‌های آینده به براورد خطای پوشانش و خطای محتوا می‌پردازند. اما برخی از کشورها تنها بر روی خطای پوشانش تمرکز می‌کنند که از اهمیت بیش‌تر و البته پیچیدگی بیش‌تری نیز برخوردار است، زیرا شمارش درست و کامل جمعیت مورد بررسی از هدف‌های اصلی سرشماری است.

در ادامه علت‌های رخداد خطای پوشانش و خطای محتوا، و چگونگی براورد این خطاها به تفصیل آورده می‌شود.

۱-۲-۲-۴ خطای پوشانش

خطای پوشانش بیانگر میزان اختلاف شمارش سرشماری از جمعیت واقعی موجود در کشور است. این نوع خطا می‌تواند به‌صورت کم‌شماری، بیش‌شماری یا تلفیقی از هر دو رخ دهد.

- کم‌شماری: در سرشماری ممکن است برخی از واحدهای جامعه‌ای از قلم بیفتند (هنگام اجرای سرشماری شمارش نشوند) یا دسترسی به برخی از خانوارها ممکن نباشد و یا برخی افراد در خانوار به دلیل‌هایی گزارش نشوند. حتی در صورت دسترسی، به‌دست آوردن اطلاعات از برخی واحدها دشوار است. این ناپوشانشی همه‌ی جمعیت مورد نظر، منجر به بروز خطای کم‌شماری می‌شود.
- بیش‌شماری: در سرشماری ممکن است برخی از افراد بیش از یک بار یا به خطا (افراد خارج از جامعه‌ی هدف) شمارش شوند. این امر منجر به خطای بیش‌شماری می‌شود. لذا خطای پوشانش ناخالص، حاصل‌جمع خطاهای کم‌شماری و بیش‌شماری است.

براورد بیش‌شماری + براورد کم‌شماری = براورد خطای پوشانش ناخالص

از آن‌جا که این دو خطا به‌طور توأم رخ می‌دهند، براورد خطای پوشانش خالص اهمیت پیدا می‌کند. خطای پوشانش خالص از اختلاف کم‌شماری و بیش‌شماری حاصل می‌شود.

براورد بیش‌شماری –براورد کم‌شماری = براورد خطای پوشانش خالص

به‌طور معمول براورد مجزایی برای کم‌شماری و بیش‌شماری توسط بعضی از روش‌ها ممکن نیست و کشورها بعد از اتمام سرشماری، با توجه به روشی معین جمعیت واقعی را براورد می‌کنند. سپس از تفاوت شمارش سرشماری از جمعیت واقعی، خطای پوشانش خالص را براورد می‌کنند.

شمارش سرشماری - براورد جمعیت واقعی = براورد خطای پوشانش خالص

به‌طور معمول به دلیل وقوع بیش‌تر خطای کم‌شماری نسبت به خطای بیش‌شماری، این اختلاف مقدار مثبتی دارد که بیانگر کم‌شماری خالص است. بنا بر این در بسیاری از مبحث‌های مربوط به ارزیابی پوشش سرشماری از عنوان کم‌شماری استفاده می‌شود.

دلیل‌های مختلفی همچون مسائل سیاسی، فرهنگی، قومی، نقص در فایل‌های سرشماری، خطاهای عملیاتی و ... باعث رخداد خطای پوشانش می‌شود. روش‌های مختلفی برای براورد خطای پوشانش خالص وجود دارند (سازمان ملل، ۲۰۱۰). اما روش‌هایی که به‌طور معمول برای براورد این خطا به کار می‌روند، عبارت‌اند از:

۱) تحلیل جمعیت‌شناختی، و
۲) نظام دوگان.

۱-۱-۲-۲-۴ تحلیل جمعیت‌شناختی

تحلیل جمعیت‌شناختی روشی است که با گرداوری اطلاعات جمعیت‌شناختی به براورد جمعیت واقعی می‌پردازد. این روش بیش‌تر در کشورهایی استفاده می‌شود که داده‌های ثبتی و آمارهای حیاتی مناسبی دارند. این کشورها می‌توانند با استفاده از این آمارها جمعیت واقعی کشور را در زمانی معین براورد کنند. از جمله مهم‌ترین داده‌های ثبتی مورد استفاده در این روش، می‌توان به تولدها، مرگ‌ها، درون‌کوچی‌ها و برون‌کوچی‌ها اشاره کرد. تحلیل جمعیت‌شناختی تنها بر اساس

متغیرهای سن، جنسیت و قومیت، جمعیت واقعی را در سطح ملی براورد می‌کند. از آن‌جا که به‌طور معمول داده‌های ثبتی برای سایر ویژگی‌ها و نحوه‌ی جابه‌جایی افراد در برخی از کشورها به‌طور کامل موجود نیست، لذا این اطلاعات در سطح‌های کوچک‌تر از سطح ملی استفاده نمی‌شوند.

معادله‌ی موازنه‌ی اساسی جمعیت‌شناختی بر رابطه‌ی زیر استوار است:

$$P = P_{.} + (B - D) + (I - E) \qquad (۴\text{-}۱)$$

جمعیت کل در زمان مورد نظر (P)، از جمعیت به‌دست آمده در زمان پایه $(P_{.})$ که به‌طور معمول اطلاعات سرشماری قبلی است، استفاده می‌کند. سپس تغییرات مولفه‌های جمعیتی با توجه به داده‌های ثبتی همچون تولدها (B)، مرگ‌ها (D)، درون‌کوچی‌ها (I) و برون‌کوچی‌ها (E) در بازه‌ی زمانی مورد نظر (از زمان پایه به بعد) بر روی $P_{.}$ اعمال می‌شوند.

گاهی از داده‌های مراقبت‌های پزشکی، بیمه‌شدگان و ... که به‌طور معمول روزامد و کامل هستند، برای براورد جمعیت رده‌های سنی بالا (۶۵ساله و بیش‌تر) یا از اطلاعات ثبتی مناسب دیگری برای براورد جمعیت سایر رده‌های سنی استفاده می‌شود. بنا بر این با توجه به این‌که از چه منبع‌های اطلاعاتی و فرض‌هایی استفاده می‌شود، رابطه‌ی (۴-۱) را می‌توان به رابطه‌های متفاوتی تفکیک کرد. یعنی می‌توان نوشت:

$$P = \sum_{i=1}^{n} X_i P_i$$

در این رابطه n تعداد منبع‌های اطلاعات ثبتی مورد استفاده، P_iها $(i = ۱, \ldots, n)$، نشان‌دهنده‌ی براوردهای جمعیت‌شناختی بوده (براوردهای نقطه‌ای) و مولفه‌هایی هستند که به‌عنوان مقدارهای ثابت (مانند تولدها، مرگ‌ها و ...) رفتار می‌کنند. ضریب تصادفی X_i، با توجه به مولفه‌های P_i تعیین می‌شود.

اگر کل جمعیت براوردشده توسط داده‌های تحلیل جمعیت‌شناختی (P) و جمعیت سرشماری‌شده (C) باشد، آن‌گاه خطای پوشانش خالص در سطح ملی (U) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$U = P - C$$

تحلیل جمعیت‌شناختی، جمعیت کل را به‌تفکیک سن، جنسیت و قومیت در سطح ملی محاسبه می‌کند. بنا بر این، خطای پوشانش خالص نیز به‌تفکیک سن، جنسیت و قومیت در سطح ملی محاسبه می‌شود. درصد خطای پوشانش خالص، از تقسیم خطای پوشانش خالص بر جمعیت کل ضربدر ۱۰۰ به دست می‌آید:

$$R = \frac{U}{P} \times ۱۰۰.$$

۲-۱-۲-۲-۴ نظام دوگان

تحلیل جمعیت‌شناختی، جمعیت واقعی را تنها در سطح ملی براورد کرده و نمی‌تواند خطاهای مختلف سرشماری را مورد بررسی قرار دهد. بنا بر این روش دیگری لازم است که بتواند جمعیت واقعی را در سطح‌های جغرافیایی کوچک‌تر از سطح ملی براورد کند. نظام دوگان روش مناسبی است که از دو منبع اطلاعاتی برای براورد جمعیت واقعی استفاده می‌کند و تاریخچه‌ای

طولانی دارد. پترسن (۱۸۹۶) برای برآورد جمعیت ماهی‌ها از نظام دوگان استفاده کرد و بعد از او، اشخاص متفاوتی از این روش استفاده کردند.

نظام دوگان که در حقیقت نوعی روش گیر و بازگیر است از دو منبع اطلاعاتی استفاده می‌کند. منبع اطلاعاتی اول سرشماری (گیر) است و منبع اطلاعاتی دوم (بازگیر) با توجه به شرایط هر کشور می‌تواند متفاوت باشد. اما از آن‌جا که در بسیاری از کشورها از آمارگیری پساسرشماری به‌عنوان منبع اطلاعاتی دوم استفاده می‌شود، ما بر روی این آمارگیری تمرکز می‌کنیم.

بعد از تمام شدن مرحله‌ی شمارش و عملیات میدانی سرشماری، برای جلوگیری از تغییر در ساختار جامعه، یک آمارگیری از خانوارهای معمولی ساکن در بلوک‌های شهری و آبادی‌ها انجام می‌شود. به دلیل بعضی از محدودیت‌ها، آمارگیری پساسرشماری به‌طور معمول برخی از گروه‌های جمعیتی را حذف می‌کند. این افراد شامل خانوارهای گروهی[۳]، بی‌خانمان‌ها و ساکنان منطقه‌های دورافتاده هستند. زیرا تطبیق این افراد، بررسی خطاها و عملیات پیگیری آن‌ها دشوار است.

نمونه‌ای از خانوارها که در آمارگیری پساسرشماری بررسی می‌شود، P-نمونه نامیده می‌شود. اطلاعات به‌دست آمده از P-نمونه باید با اطلاعاتی که از سرشماری برای P-نمونه به‌دست آمده است، E-نمونه، مقایسه شوند.

بعد از پایان آمارگیری پساسرشماری، اطلاعات به‌دست آمده از P-نمونه با اطلاعات موجود در E-نمونه مورد مقایسه (یا تطبیق) قرار داده می‌شوند. هنگامی‌که اطلاعات این دو نمونه با یک‌دیگر مقایسه می‌شوند، می‌توان خطاهایی که در هر دو آمارگیری پساسرشماری و سرشماری رخ داده‌اند را شناسایی کرد. این خطاها شامل ازقلم‌افتادگی‌ها، شمارش‌های درست و شمارش‌های خطاآمیز (همچون تکرارها، افراد فوت‌شده قبل از سرشماری و ...) هستند. با استفاده از اطلاعات این دو نمونه برای هر سطح کوچک h $(h = ۱, ..., H)$ جدول نظام دوگان با توجه به سه فرض اساسی زیر، تشکیل می‌شود:

- استقلال: احتمال حضور فرد در سرشماری تأثیری بر احتمال حضور فرد در آمارگیری پساسرشماری ندارد،
- همگنی: احتمال شمول در یک منبع اطلاعاتی از فردی به فرد دیگر تغییر نمی‌کند و همه‌ی افراد دارای احتمالی برابر هستند، و

---

[۳] مجموعه‌ی افرادی که به دلیل داشتن هدف یا ویژگی مشترک با هم در یک موسّسه زندگی می‌کنند و آن موسّسه بنا بر مجوز یا بر اساس مقررات و ضوابط معین، مسئولیت اسکان (ارائه‌ی محل سکونت همراه با خدمات و تسهیلات) آن‌ها را بر عهده دارد، خانوار گروهی نامیده می‌شود. خوابگاه‌های دانشجویی‌ای که تحت مدیریت یکی از دانشگاه‌ها اداره می‌شوند (به جز خوابگاه‌های متأهلین)، پادگان‌ها و پاسگاه‌های نظامی و انتظامی، خانه‌های سالمندان، شیرخوارگاه‌ها، آسایشگاه‌های روانی و معلولین، زندان‌ها و ندامتگاه‌ها، پانسیون‌ها و خوابگاه‌های دانش‌آموزی، نمونه‌های مشخصی از خانوارهای گروهی هستند. در این نوع خانوارها افراد به‌طور معمول با یکدیگر رابطه‌ی خویشاوندی ندارند و سرپرست خانوار در این نوع از خانوارها مفهوم ندارد. محل اقامت این‌گونه خانوارها با هدف اسکان اعضای آن‌ها و غالباً همراه با تسهیلات مناسب برای زندگی ایجاد شده است. این مؤسسات به لحاظ قانونی دارای مجوز فعالیت هستند از نظر ساختار دائمی و نسبتاً پایدار بوده و دارای قوانین خاصی برای زندگی افراد در آن هستند. مدیریت و سازمان مشخصی برای اداره‌ی امور مربوط به اسکان و زندگی افراد دارند و زندگی در این مؤسسات به‌طور معمول جنبه‌ی کوتاه مدت ندارد.

- تطبیق بی‌نقص: اطلاعات به‌دست آمده از دو منبع اطلاعاتی، بدون خطا تطبیق داده می‌شوند.

جدول نظام دوگان برای هر سطح کوچک h به‌صورت جدول ۴-۱ تشکیل می‌شود:

جدول ۴-۱. نتیجه‌های ممکن برای P-نمونه و E-نمونه

سرشماری	آمارگیری پساسرشماری	
	حضور	عدم‌حضور
حضور	X_{h11}	X_{h10}
عدم‌حضور	X_{h01}	$X_{h00} = ?$

در جدول ۴-۱، تمام خانه‌ها به‌طور مفهومی قابل مشاهده هستند به‌جز خانه‌ی X_{h00} که افراد توسط هر دو منبع اطلاعاتی مشاهده نشده‌اند. در این جدول زیروند «۱» بیانگر حضور و زیروند «۰» بیانگر عدم‌حضور است. با توجه به سه فرض مطرح‌شده، براوردگر نظام دوگان جمعیت سطح h به‌صورت زیر است (ولتر، ۱۹۸۶):

$$\widetilde{N}_h = \frac{X_{h1+} X_{h+1}}{X_{h11}}$$

در کاربرد، به‌طور مستقیم مولفه‌های موجود در $\widetilde{N}_h$ برای براورد جمعیت واقعی مشاهده نمی‌شوند. بنا بر این از براوردگر زیر که به براوردگر نظام دوگان تجربی نیز معروف است (مولری و اسپنسر، ۱۹۹۱)، استفاده می‌شود:

$$\widetilde{N}_h = \frac{\hat{X}_{h1+} \hat{X}_{h+1}}{\hat{X}_{h11}} = (C_h - \Pi_h)(1 - \frac{\widehat{EE}_h}{\widehat{N}_{he}}) \frac{\widehat{N}_{hp}}{\widehat{M}_h} \qquad (۴-۲)$$

در رابطه‌ی (۴-۲)، $\hat{X}_{h1+}$ برابر با $(C_h - \Pi_h)(1 - \frac{\widehat{EE}_h}{\widehat{N}_{he}})$، $\hat{X}_{h+1}$ برابر با $\widehat{N}_{hp}$ و $\hat{X}_{h11}$ برابر با $\widehat{M}_h$ هستند، که

C_h: تعداد کل افرادی که در سطح کوچک hام سرشماری شده‌اند (البته به‌جز گروه‌های جمعیتی که برای آمارگیری پساسرشماری حذف شده‌اند)،

Π_h: افرادی که در سطح کوچک hام در سرشماری، اطلاعاتشان توسط سازمان سرشماری جانهی شده است،

$\widehat{EE}_h$: براوردگر موزون شمارش‌های خطاآمیز از E-نمونه،

$\widehat{N}_{he}$: براوردگر موزون کل جمعیت از E-نمونه در ناحیه‌ی hام،

$\widehat{N}_{hp}$: براوردگر موزون کل جمعیت از Pنمونه در ناحیه‌ی hام و

$\widehat{M}_h$: براوردگر موزون جمعیت تطبیق‌یافته‌ها در ناحیه‌ی hام در دو منبع اطلاعاتی هستند.

سرانجام خطای پوشانش خالص در سطح هر ناحیه‌ی h، از رابطه‌ی زیر براورد می‌شود:

$$\widehat{U}_h = \widehat{N}_h - C_h$$

برای براورد درصد خطای پوشانش خالص $\hat{R}_h$ از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$\hat{R}_h = \frac{\widehat{U}_h}{\widehat{N}_h} \times ۱۰۰$$

همچنین خطای پوشانش خالص در سطح ملی به‌صورت زیر براورد شده:

$$\widehat{U} = \sum_{h=1}^{H} (\widehat{N}_h - C_h)$$

و براورد درصد خطای پوشانش خالص در سطح ملی نیز از رابطه‌ی $\widehat{R} = \frac{\widehat{U}}{\sum_{h=1}^{H} \widehat{N}_h} \times 100$ به‌دست می‌آید.

علاوه بر روش‌های مطرح‌شده برای براورد خطای پوشانش خالص، آمارشناسان و محققان از روش‌های دیگری نیز استفاده کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به فعالیت‌های داروچ و همکاران (۱۹۹۳) در مورد چگونگی استفاده از نظام سه‌گان و فعالیت‌های کرسی (۱۹۹۰ و ۱۹۹۲) درباره‌ی رویکرد بیز تجربی و بررسی خطای پوشانش خالص در سطح‌های جغرافیایی پایین‌تر اشاره کرد.

۴-۲-۲-۲ خطای محتوا

خطای محتوا بیانگر میزان انحراف مقدار مشاهده‌شده‌ی یک ویژگی در سرشماری از مقدار واقعی آن است که به‌طور معمول از آمارگیری پساسرشماری به‌دست می‌آید. دلیل‌های مختلفی، همچون طراحی نامناسب پرسش‌های پرسش‌نامه‌ی سرشماری که منجر به برداشت نادرست فرد نسبت به مفهوم پرسش شده یا عدم تمایل فرد برای اظهار پاسخ صحیح، بیان نامناسب پرسش از طرف مامور سرشماری و یا ثبت نادرست اطلاعات توسط او، باعث رخداد خطای محتوا می‌شود. خطای محتوا با نام خطای پاسخ نیز شناخته می‌شود و تنها برای افراد تطبیق‌یافته و برای ویژگی‌های منتخب براورد می‌شود. متغیرهای معمولی که در پرسش‌نامه‌ی سرشماری وجود دارند و در آمارگیری پساسرشماری نیز تکرار می‌شوند تا بتوان خطای محتوا را مورد تحلیل قرار داد، عبارت‌اند از:

- سن،
- نحوه‌ی ارتباط با سرپرست خانوار،
- جنسیت،
- وضعیت تأهل و ....

ارزیابی خطای محتوا در ارتباط با براورد واریانس و اریبی مولفه‌های خطای کل در سرشماری است. به‌عبارت دیگر اگر x_i بیانگر مقدار پاسخ به متغیر سن برای فرد iام $(i = 1, \dots, N)$ در هنگام سرشماری باشد، آن‌گاه مدلی که خطای کل را توصیف می‌کند به‌صورت زیر است:

$$x_i = u_i + e_i$$

در این مدل، u_i بیانگر مقدار واقعی متغیر است که از اطلاعات آمارگیری پساسرشماری به‌دست آمده است و e_i بیانگر میزان خطای معرفی‌شده‌ی مقدار مشاهده‌شده در سرشماری از مقدار واقعی است. برای سادگی در این مدل، فرض می‌شود که تمام N فرد به پرسش مربوط به سن پاسخ داده‌اند. همچنین مقدار واقعی u_i برای فرد iام موجود است و e_i یک متغیر تصادفی است.

اما تنها مولفه‌ی خطای محتوا که به‌طور معمول در آمارگیری پساسرشماری براورد می‌شود، تغییرپذیری است نه اریبی. تغییرپذیری را می‌توان به کمک ۴ شاخص زیر اندازه‌گیری کرد:

- نرخ اختلاف خالص (NDR)،
- شاخص ناسازگاری (II)،
- نرخ اختلاف ناخالص (GDR)، و
- نرخ توافق (RA).

در ادامه چگونگی محاسبه‌ی این شاخص‌ها در قالب یک مثال توضیح داده می‌شوند.

مثال ۴-۱: فرض کنید هفت رده‌ی سنی، $j = ۱, \ldots, ۷$، موجود است و با توجه به اطلاعات سرشماری و آمارگیری پساسرشماری جدول ۴-۲ حاصل شده است.

در این مثال هدف اندازه‌گیری خطای محتوا بر اساس ۴ شاخص برای رده‌ی سنی ۵ تا ۱۴ سال است که این کار به‌صورت زیر انجام می‌شود.

۱) نرخ اختلاف خالص: بیانگر تفاوت میان تعداد افراد شمارش‌شده در سرشماری و تعداد افراد در آمارگیری پساسرشماری در رده‌ی مورد نظر تقسیم بر تعداد کل افراد گزارش‌شده در سرشماری و آمارگیری پساسرشماری است. برای رده‌ی سنی [۱۴-۵] سال این شاخص برابر است با:

$$NDR_j = \frac{x_{i.} - x_{.j}}{n} = \frac{۵۴۹۲ - ۵۶۱۱}{۲۶۲۶۸} \times ۱۰۰ = -۰/۴۵ \,\%$$

۲) شاخص ناسازگاری: بیانگر تعدادی نسبی از افراد در رده‌ی مورد نظر است که مقدار متغیر مورد بررسی برای آن‌ها میان سرشماری و آمارگیری پساسرشماری متفاوت است. برای رده‌ی سنی [۱۴-۵] سال این شاخص برابر است با:

$$\hat{I}_j = \frac{x_{i.} + x_{.j} - ۲x_{jj}}{\frac{۱}{n}\{x_{i.}(n - x_{.j}) + x_{.j}(n - x_{i.})\}} \times ۱۰۰$$

$$= \frac{۵۴۹۲ + ۵۶۱۱ - ۲ \times ۵۰۱۲}{\frac{۱}{۲۶۲۶۸}\{۵۴۹۲(۲۶۲۶۸ - ۵۶۱۱) + ۵۶۱۱(۲۶۲۶۸ - ۵۴۹۲)\}} \times ۱۰۰$$

$$= ۱۲/۳۲ \,\%$$

۳) نرخ اختلاف ناخالص: بیانگر تعداد اختلاف‌های بین پاسخ‌های سرشماری و پاسخ‌های آمارگیری پساسرشماری برای کل افراد تطبیق‌یافته است. لذا برای تمامی افراد با توجه به یک متغیر مشخص مانند سن (نه به تفکیک رده‌های آن) محاسبه می‌شود. برای متغیر سن این شاخص برابر است با:

$$GDR = \frac{n - \sum_{j=۱}^{J} x_{jj}}{n - \frac{۱}{n}\sum_{j=۱}^{J} x_{jj}} = \frac{۳۰۴۹}{۲۶۲۶۷/۱۲} = ۰/۱۱۶$$

۴) نرخ توافق: بیانگر نسبت تعداد افراد با پاسخ‌های مشابه در سرشماری و آمارگیری پساسرشماری به اندازه‌ی نمونه‌ی پساسرشماری است. برای متغیر سن این شاخص برابر است با:

$$RA = \frac{\sum_{j=۱}^{J} x_{jj}}{n} = \frac{۲۳۲۱۹}{۲۶۲۶۸} = ۰/۸۸۴$$

جدول ۴-۲. اطلاعات فرضی از P–نمونه و E–نمونه

رده‌ی سنی (آمارگیری پساسرشماری)								
رده‌ی سنی (سرشماری)	۴-۰	۱۴-۵	۱۹-۱۵	۲۹-۲۰	۴۴-۳۰	۶۴-۴۵	۶۵+	جمع $(X_{i.})$
۰-۴	**۱۱۰۷**	۳۴۰	۵۰	۱۶	۳۲	۲۴	۱۲	۱۵۸۱
۵-۱۴	۲۱۰	**۵۰۱۲**	۱۴۹	۴۰	۵۱	۱۹	۱۱	۵۴۹۲
۱۵-۱۹	۳۵	۱۲۶	**۴۳۱۰**	۳۳	۸۲	۳۷	۱۸	۴۶۴۱
۲۰-۲۹	۹۸	۶۷	۹۳	**۲۰۰۱**	۱۱۷	۵۶	۲۰	۲۴۵۲
۳۰-۴۴	۷۹	۴۱	۱۹۸	۱۳۵	**۹۰۱**	۲۰۰	۳۴	۱۵۸۸
۴۵-۴۶	۱۸	۹	۵۶	۲۲	۳۲۰	**۳۱۷۰**	۵۲	۳۶۴۷
۶۵ساله و بیش‌تر	۵	۱۶	۱۱	۴	۳۴	۷۹	**۶۷۱۸**	۶۸۶۷
جمع $(X_{.j})$	۱۵۵۲	۵۶۱۱	۴۸۶۷	۲۲۵۱	۱۵۳۷	۳۵۸۵	۶۸۶۵	(n) ۲۶۲۶۸

۴-۳ آمارگیری نمونه‌ای

در بسیاری از موردها برای براورد پارامتر مورد نظر در جامعه، امکان بررسی تمام واحدهای جامعه‌ای به دلیل کمبود هزینه، زمان، پرهیز از خراب کردن واحدهای جامعه‌ای و یا در دسترس نبودن تمام واحدها و نیز پرهیز از آلوده شدن داده‌ها به خطاهای غیرنمونه‌گیری زیاد فراهم نیست. بنا بر این، با توجه به روشی معین تنها بخشی از جامعه مورد بررسی قرار گرفته و سپس با توجه به اطلاعات حاصل از آن، درباره‌ی کل جامعه استنباط می‌شود. فرایند انتخاب نمونه، استخراج نتیجه‌ها و استنباط‌های مورد نظر را آمارگیری نمونه‌ای یا نمونه‌گیری می‌گویند.

در هنگام اجرای یک طرح نمونه‌گیری، لازم است که جامعه‌ی مورد بررسی، نمونه و مفهوم‌های دیگر تعریف شوند. بنا بر این، ابتدا این واژه‌های اساسی را تعریف کرده و سپس انواع روش‌های نمونه‌گیری را مطرح می‌کنیم.

واحد مشاهده‌ای: شیء یا موضوعی است که در یک آمارگیری اندازه‌گیری مشخصه‌ای از آن مورد نظر است. در برخی از نوشتگان **عنصر** نیز گفته می‌شود.

جامعه‌ی هدف: جامعه‌ای که استنباط در باره‌ی آن مورد نظر است (شکل ۴-۱).

جامعه‌ی چارچوب: هر فهرست از اعضای جامعه‌ی هدف که به طور معمول از سرشماری‌ها ساخته می‌شود یک چارچوب است. این فهرست ممکن است ناقص بوده و قسمتی از جامعه‌ی هدف را شامل نشود. همچنین می‌تواند اعضایی را در بر بگیرد که متعلق به جامعه‌ی هدف نیستند (شکل ۴-۱).

جامعه‌ی آمارگیری: مجموعه‌ای از واحدهای مشترک در جامعه‌ی هدف و جامعه‌ی چارچوب که امکان دسترسی به آن‌ها وجود دارد، آن واحدها تمایل به مشارکت در آمارگیری داشته و توانایی پاسخ‌دهی به پرسش‌های آمارگیری را نیز دارند؛ جامعه‌ی آمارگیری را تشکیل می‌دهند.

نمونه: زیرمجموعه‌ای نمایانگر از جامعه‌ی تحت بررسی است که با روشی علمی انتخاب می‌شود، به‌گونه‌ای که می‌توان با استفاده از اطلاعات گرداوری‌شده از این نمونه، درباره‌ی جامعه استنباط انجام داد (شکل ۴-۱).

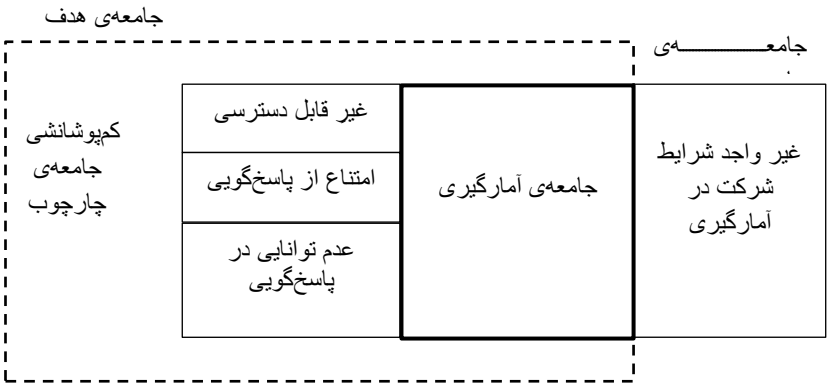
واحد نمونه‌گیری: عنصرهایی از جامعه‌ی چارچوب هستند که اجتماع آن‌ها کل چارچوب نمونه‌گیری را تشکیل می‌دهد. به‌عنوان مثال برای مطالعه‌ی ویژگی مشخصی در افراد، امکان دارد که فهرستی از تمام افراد جامعه‌ی هدف در دسترس نباشد اما فهرستی از خانوارها در دسترس باشد. بنا بر این خانوار واحد نمونه‌گیری است و افراد موجود در خانوار، واحدهای مشاهده‌ای (اطلاع‌ده) هستند. لازم به ذکر است که واحدهای مشاهده‌ای می‌توانند با واحدهای نمونه‌گیری یکسان باشند. برای مثال می‌توان به یک آمارگیری از دانشجویان دانشکده‌ی اقتصاد اشاره کرد که در آن یک دانشجو همزمان واحد مشاهده‌ای و واحد نمونه‌گیری است.

با توجه به تعریف‌های ارائه‌شده، برای واضح شدن تفاوت میان جامعه‌ی هدف، جامعه‌ی آمارگیری و چارچوب، به مثال ۴-۲ توجه کنید.

مثال ۴-۲: فرض کنید علاقمند هستیم بدانیم کودکان رده‌ی سنی ۴ تا ۶ سال ساکن شهر کرج به‌طور متوسط چند ساعت در روز را صرف بازی‌های رایانه‌ای می‌کنند. برای بررسی این موضوع، می‌خواهیم از یک آمارگیری تلفنی در این شهر استفاده کنیم.

جامعه‌ی هدف در این مطالعه، تمامی کودکان رده‌ی سنی ۴ تا ۶ سال ساکن شهر کرج هستند. واحد مشاهده‌ای هر کودک ۴ تا ۶ساله‌ای است که در شهر کرج ساکن است. فهرستی از تمام شماره تلفن‌های خانوارهای ساکن شهر کرج، چارچوب نمونه‌گیری را تشکیل می‌دهد و واحد نمونه‌گیری شماره تلفن هر خانوار ساکن در کرج است. این چارچوب ممکن است بعضی از خانوارهای ساکن در کرج را که کودکی در این رده‌ی سنی دارند، به دلیل نداشتن تلفن پوشش ندهد و یا بعضی از خانوارها را به دلیل داشتن بیش از یک خط تلفن بیش از یک بار پوشش دهد. همچنین در این چارچوب شماره تلفن خانوارهایی وجود دارند که کودکی در این رده‌ی سنی ندارند. جامعه‌ی آمارگیری بیان‌گر تمام شماره تلفن‌های خانوارهای ساکن در شهر کرج است که در فهرست وجود دارند و دارای کودکی در رده‌ی سنی ۴ تا ۶ سال هستند که امکان انتخاب آن‌ها در نمونه وجود دارد. بنا بر این ابتدا یک نمونه از شماره تلفن‌ها با روش مشخصی انتخاب می‌شود و در هنگام تماس با خانوار از یک پرسش غربال‌گری همچون «آیا شما کودکی در رده‌ی سنی ۴ تا ۶ سال دارید؟» استفاده می‌شود تا نسبت به شمول کودک خانوار در جامعه‌ی مورد نمونه‌گیری اطمینان حاصل شود.

با توجه به این مثال می‌توان تفاوت میان جامعه‌ی هدف، جامعه‌ی مورد نمونه‌گیری و چارچوب نمونه‌گیری را در شکل ۴-۱ مشاهده کرد (لوهر، ۲۰۱۰).



شکل ۴-۱. نمایشی از جامعه‌ی هدف، چارچوب نمونه‌گیری و جامعه‌ی مورد نمونه‌گیری

به‌طور معمول چارچوب نمونه‌گیری یا با انجام سرشماری‌ها ساخته می‌شوند یا از روی داده‌های ثبتی. برای مثال در آمارگیری‌های خانواری، چارچوب موردنیاز از اطلاعات فهرست‌شده در آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن ساخته می‌شود یا چارچوب مربوط به بیماران مبتلا به ویروس HIV را می‌توان با استفاده از رکوردهای ثبت شده‌ی مربوط به این بیماران در مرکزهای پزشکی ساخت. با گذشت زمان از اجرای سرشماری یا ثبت اطلاعات رکوردهای بیماران مبتلا به ویروس HIV، داده‌های چارچوب کهنه‌شده تغییر می‌کنند. در مثال سرشماری، با گذشت زمان ممکن است افرادی متولد شوند، افرادی ازدواج کنند، افرادی طلاق بگیرند، افرادی کوچ و یا افرادی به‌دلیل مرگ از جمعیت خارج شوند. این رویدادها همگی اطلاعات چارچوب ساخته‌شده از آخرین سرشماری را تغییر می‌دهند. بنا بر این جامعه‌ی هدف با این رویدادها با جامعه‌ی هدف در زمان سرشماری متفاوت و در نتیجه چارچوب نیز بر جامعه‌ی هدف (جاری) منطبق نخواهد بود.

بروز منبع‌های خطاهای غیرِنمونه‌گیری مانند بی‌پاسخی واحد یا بیش‌شماری نیز مزید بر علت هستند. این نوع خطاها سبب می‌شوند چارچوب ساخته‌شده از سرشماری ناقص بوده و جامعه‌ی هدف را پوشش ندهد. این نقص شامل کم‌پوشانی و بیش‌پوشانی است. کم‌پوشانی چارچوب به معنای در بر نداشتن برخی از واحدهای جامعه‌ای است و بیش‌پوشانی چارچوب به معنای پوشش واحدهایی است که به جامعه‌ی هدف تعلق ندارند. بنا بر این، به‌طور معمول چارچوب نمونه‌گیری شامل قسمتی از جامعه‌ی هدف است و انتخاب واحدهای نمونه‌ای از این بخش مشترک صورت می‌گیرد.

به‌هنگام آمارگیری ممکن است برخی از واحدهای نمونه‌ای قابل تماس نباشند یا از همکاری با آمارگیری و پاسخ‌گویی امتناع ورزند و یا فرد پاسخ‌گو توان جسمی و ذهنی لازم برای پاسخ‌گویی را نداشته باشد یا قادر به فهم زبان پرسش‌نامه نباشد و یا این‌که اطلاعات لازم برای پاسخ‌گویی را نداشته باشد، این گونه‌اند برخی از پدربزرگ‌ها یا مادربزرگ‌ها که با فرزندشان زندگی می‌کنند و در زمان مراجعه‌ی پرسش‌گر این افراد در محل حضور دارند.

این دلایل منطبق نبودن جامعه‌ی هدف، جامعه‌ی چارچوب و جامعه‌ی آمارگیری نمایش داده شده در شکل ۴-۱ را توجیه می‌کنند.

۴-۴ تولید آمار به روش ثبتی

جهان هستی در حال حرکت خود به‌طور دائم در حال تولید داده است و مدیران، برنامه‌ریزان، سیاستمداران برای هدایت امور و تصمیم‌گیری نیازمند در اختیار داشتن اطلاعات آماری مرتبط هستند. داده‌های آماری در کشورهای مختلف به شیوه‌های گوناگون تولید می‌شوند. سازمان‌های دولتی و غیر دولتی، محققان و پژوهش‌گران و مرکزی‌هایی که به‌طور مستقیم وظیفه تولید و گرداوری داده‌های آماری را برعهده دارند، انواع آمارهای موردنیاز کاربران را تولید می‌کنند. اما بی‌شک سازمان‌های دولتی از مهمترین واحدهای تولید کننده‌ی آمارهای رسمی در هر کشور محسوب می‌شوند. بخش بزرگی از آمارهایی که توسط دستگاه‌های دولتی تولید می‌شوند، بر پایه‌ی اسناد و مدارکی هستند که همه روزه در هنگام انجام فعالیت‌ها و وظایف جاری این دستگاه‌ها به‌وجود می‌آیند که در آن‌ها اطلاعاتی از فعالیت‌های مربوط به سازمان ثبت می‌شود. به داده‌هایی که به این صورت تولید می‌شوند، داده‌های ثبتی گفته می‌شود. این نوع داده‌ها برای هدف‌های آماری تولید نمی‌شوند.

از جمله ویژگی‌های مهم تولید داده‌های ثبتی می‌توان به سهولت دسترسی، قابلیت ارائه‌ی اطلاعات با دقت بالا در کوتاه‌ترین زمان، استمرار تولید این اطلاعات، بی‌نیازی از اجرای بسیاری از طرح‌های آمارگیری و کاهش پرسش‌ها در برخی دیگر از طرح‌های آمارگیری اشاره کرد.

۴-۴-۱ آمارهای ثبتی

آمارهای ثبتی، آمارهایی هستند که از پردازش (طبقه‌بندی، مرتب کردن، محاسبه و خلاصه‌سازی) داده‌های ثبتی حاصل می‌شوند. منظور از داده‌های ثبتی، داده‌هایی هستند که در حین انجام فعالیت‌های عینی، واقعی و جاری یک سازمان و با استفاده از صورت‌ها، اسناد و مدارک جاری کاغذی یا الکترونیکی در داخل سازمان ثبت می‌شوند.

هر صورت، سند، مدرک و پرونده‌ی کاغذی یا الکترونیکی شامل مجموعه‌ای از قلم‌های اطلاعاتی است. برای مثال، صورت ثبت‌نام دانشجو در دانشگاه شامل قلم‌های اطلاعاتی نظیر نام، نام خانوادگی، شهرستان محل اخذ دیپلم، معدل دیپلم، محل تولد، نام و شغل پدر و ... می‌باشد. پس از تکمیل صورت ثبت‌نام، داده‌های ثبتی تولید می‌شوند. چنان‌چه این نوع داده‌های ثبتی برای همه‌ی دانشجویانی که ثبت‌نام نموده‌اند پردازش (خلاصه‌سازی، رده‌بندی و ویرایش) شود آمارهای ثبتی تولید می‌شوند. بنا بر این، آمارهای ثبتی بر داده‌های ثبتی متکی هستند.

یک نظام آماری، هنگامی در مسیر پیشرفت و تکامل حرکت می‌کند که آمارهای تولید شده در آن ماهیت ثبتی داشته باشند. سامانه‌ی ثبت داده‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شود که به محض انجام عملیات، داده‌های حاصل ثبت شوند، سپس انتقال و پردازش صورت گیرد و در نهایت آمارهای حاصل آماده‌ی اطلاع‌رسانی باشند. اگر این فرایند به‌صورت مکانیزه با بهره‌مندی از فناوری‌های جدید انجام شود، آمارهای ثبتی تولید شده از دقت و سرعت اطلاع‌رسانی بالایی

برخوردار خواهند بود. زمانی‌که سامانه‌های ثبتی قادر بـه تولید آمارهـای مـورد نیـاز نباشـند، از دیگر روش‌های گرداوری اطلاعات، سرشماری و آمارگیری نمونه‌ای، استفاده می‌شود.

۴-۴-۲ نظام آمارهای ثبتی

بر اساس تعریف، نظام آمارهای ثبتی، نظامی است که داده‌های ثبتی تولید شده در حین عملیات جاری و روزمره‌ی سازمان را به اطلاعات مورد نیاز ذینفعان و کاربران تبدیل کرده و برای انتقال آن‌ها از شیوه‌های مناسب مبتنی بر فناوری‌های نوین اطلاعاتی استفاده می‌کند. روح اساسی در چنین نظامی، پرهیز از تحمیل فعالیت‌هایی با عنوان گرداوری اطلاعات به فعالیت‌های جاری و روزمره‌ی سازمان و استفاده از ماشینی‌کردن فعالیت‌های جاری سازمان برای ثبت و انتقال داده‌ها و تولید آمارهای ثبتی با کیفیت مناسب برای پاسخگویی به نیاز کاربران در همه‌ی سطح‌ها است. ارکان اساسی یک نظام آمارهای ثبتی تولید داده‌های موردنیاز کاربران داخل و خارج سازمان بر مبنای تعریف صحیح و دقیق آمارهایی که گرداوری آن‌ها هدف بوده و اطلاعات درباره‌ی آن‌ها همزمان با انجام فعالیت‌های جاری و روزمره‌ی سازمان تولید می‌شوند، است. یکی دیگر از پایه‌های مهم نظام آمارهای ثبتی، فناوری‌های مورد استفاده برای تبادل و انتقال داده‌های ثبتی تولیدی در سامانه‌های ثبتی درون‌سازمانی است.

۴-۴-۳ مرحله‌های استقرار نظام آمارهای ثبتی

با توجه به تعریف، نظام آمارهای ثبتی، سامانه‌ی ثبت، انتقال، پردازش و اطلاع‌رسانی آمارهای ثبتی در سطح‌های مختلف است. بنا بر این ورودی این نظام، از داده‌هایی که حاصل پاسخگویی به اقلام اطلاعاتی-عملیاتی درون سازمان‌ها هستند تشکیل می‌شود. بنا بر این شناخت اقلامی که قابلیت ورود به این نظام را دارند ضروری است. به این منظور در ادامه، مرحله‌های لازم برای دستیابی به چنین نظامی بیان می‌شود.

۴-۴-۳-۱ شناسایی

برای ایجاد هر نظام اطلاعاتی ابتدا باید قلم‌های اطلاعاتی موردنیاز کاربران و فرایندهای تولید این قلم‌ها شناسایی شوند. برای بهبود پوشش کامل این مرحله آگاهی از داده‌هایی که باید ثبت شوند و این‌که برای پوشش کدام نیاز اطلاعاتی چه ذینفعانی تولید می‌شوند، تعریف‌ها و مفهوم‌های استاندارد برای قلم‌های اطلاعاتی و استانداردها و نیز زمان، مکان، واحد اندازه‌گیری، تفکیک‌ها و ... در این مرحله تعیین می‌شوند.

۴-۴-۳-۲ ثبت

مهم‌ترین کار این است که داده‌های مربوط به قلم‌های اطلاعاتی موردنیاز در جریان عملیات شناسایی، ثبت شوند. در این حوزه، رویه‌های چگونگی ثبت داده‌های شناسایی شده، تشخیص مناسب‌ترین نقطه برای ثبت در خلال عملیات جاری سازمان، چگونگی طراحی صورت‌های عملیاتی، شیوه‌نامه‌ی تکمیل، تعیین افراد مسئول ثبت (در صورت خوداجرا نبودن) و زمان مناسب برای ثبت، ساز و کار کنترل و تائید صحت ثبت، ایجاد الزام قانونی برای ثبت هر قلم

اطلاعاتی (در صورتی که وجود نداشته باشد) و انتخاب روش‌های اصلاح داده‌های ثبت شده‌ی تائید نشده از نکته‌هایی هستند که در این مرحله باید به آن‌ها توجه کرد.

۴-۴-۳-۳ انتقال

داده‌های ثبت شده باید از مسیرهای معین و مشخص انتقال داده شوند. این انتقال می‌تواند با هدف‌های گوناگونی انجام شود. اما به هر حال تصمیم‌گیری در خصوص بهترین مسیر انتقال داده‌های ثبت شده و ابزارهای مورد استفاده در این مسیر با در نظر گرفتن ملاحظات درون‌سازمانی مسئله‌ای است که نیازمند توجه ویژه است.

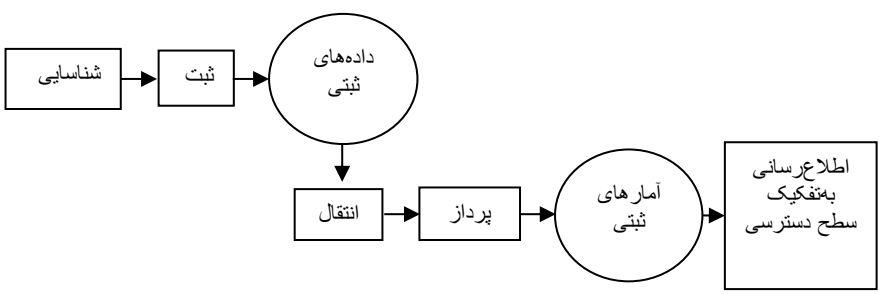
۴-۴-۳-۴ پردازش

پردازش داده‌ها برای رسیدن به نیازهای نهایی طبق ملاک‌های پیش‌بینی شده انجام می‌گیرد. در این خصوص تعیین چارچوب گزارش‌های خروجی، نوع پردازش‌هایی که باید روی داده‌های ثبتی صورت گیرد تا چارچوب گزارش‌های خروجی تأمین شود و انتخاب روش‌های مورد استفاده برای تائید نهایی و اعتبار داده‌های ثبتی از نکته‌هایی هستند که باید در این مرحله مورد توجه قرار بگیرند.

۴-۴-۳-۵ اطلاع‌رسانی به‌تفکیک سطح دسترسی

آمارهای ثبتی باید بر مبنای درخواست کاربران به آن‌ها ارائه شود. توجه به شکل و قالب گزارش‌های خروجی، شامل متن، جدول، نمودار و ...، رعایت استانداردهای زمانی برای ارائه‌ی گزارش، سطح دسترسی به گزارش‌ها باید با در نظر گرفتن استانداردهای امنیتی و تفکیک‌ها با توجه به استانداردهای اطلاعاتی تعیین شوند.

به‌طور خلاصه، جریان کار در نظام آمارهای ثبتی را می‌توان به‌صورت شکل ۴-۲ نشان داد.



شکل ۴-۲. جریان کار در یک نظام آمارهای ثبتی

۴-۴-۴ آمارهای قابل تولید به روش ثبتی

تأمین آمارهای مورد نیاز هر سازمان و به تبع آن نیازهای نظام آماری ملی و نظام برنامه‌ریزی، مستلزم توجه به مواردی چون مبدأهای تولید، کاربران، کاربری اطلاعات، قابلیت و امکان تولید

است. پس از انتخاب مبدأ تولید، ارزیابی کاربری اعلام شده و اصلاح ساز و کارهای تولید برای قلم‌هایی که قابلیت و امکان تولید به روش ثبتی را دارند گام‌های بعدی هستند.

به‌هیچ وجه نمی‌توان مدعی بود که نظام آمارهای ثبتی قادر است همه‌ی قلم‌های اطلاعاتی مورد نیاز کاربران را در یک سازمان ساماندهی کند. ماهیت برخی قلم‌ها به‌گونه‌ای است که امکان تولید به روش ثبتی را ندارند. اگر چه سهم قلم‌ها غیر قابل تولید به روش ثبتی در سازمان‌ها، به تناسب مجموعه‌ی قلم‌ها، ساختار سازمانی، فراگردهای عملیاتی و اطلاعاتی و جایگاه‌های قانونی متفاوت است اما در عین حال نمی‌توان سازمان‌ها را از اجرای آمارگیری‌ها (سرشماری یا نمونه‌گیری) بی‌نیاز دانست. البته این نظام در صورت استقرار، نقشی غیر قابل انکار در ایجاد چارچوب برای اجرای طرح‌ها، کاهش تعداد طرح‌ها، کاهش پرسش‌های طرح‌ها و افزایش دقت طرح‌های آمارگیری خواهد داشت.

دستیابی به یک قلم اطلاعاتی ثبتی، نیازمند ثبت داده‌های متناظر با آن قلم اطلاعاتی است. به‌عنوان مثال برای دانستن «تعداد کارکنان به تفکیک سن و سطح تحصیل»، نیازمند ثبت داده‌های «تاریخ تولد» و «سطح تحصیل» در پرونده‌ی استخدامی هر یک از کارکنان هستیم. این در حالی است که به دلایلی در برخی از سازمان‌ها، داده‌های متناظر با یک قلم اطلاعاتی ثبت نمی‌شوند. ممکن است ثبت چنین داده‌هایی از لحاظ هزینه، نیروی انسانی، همخوانی با وظایف، وجود محمل‌های قانونی و ... دارای اشکال نباشد و در صورت وجود این اشکالات، امکان رفع آن وجود داشته باشد که در این صورت نیازمند ایجاد ساز و کار لازم برای تولید چنین اقلامی هستیم. اما برخی اوقات به دلایلی امکان رفع اشکال‌های ذکر شده وجود ندارد. اگر چه قلم‌های اطلاعاتی یادشده به نظر قابلیت تولید به روش ثبتی را دارند، اما نوع برخورد با این قلم‌های اطلاعاتی تا زمان رفع اشکال‌ها، همچون قلم‌های اطلاعاتی غیر قابل تولید به روش ثبتی خواهد بود. شایان ذکر است که تعریف داده‌ها و آمارهای ثبتی، داده‌ها و آمارهایی را پوشش می‌دهد که قابلیت تولید به روش ثبتی را دارند. برای تشخیص این نوع آمارها می‌توان ملاک‌های زیر را در نظر گرفت.

۱-۴-۴-۴ داشتن تعریف مشخص، روشن و بدون ابهام

چنان‌چه از یک قلم اطلاعاتی تعریف مشخص و جامعی موجود نباشد یا برای آن تعریف‌های متفاوتی وجود داشته باشد، در این صورت آماری که به‌وسیله‌ی چند مرجع مختلف و یا حتی واحدهای مختلف یک سازمان در مورد یک قلم اطلاعاتی به‌دست می‌آید متفاوت خواهد بود. در نتیجه سبب بروز تناقض و جمع‌ناپذیری اطلاعات تولید شده می‌شود. گاهی ممکن است در ضمن تعریف یک قلم اطلاعاتی، از اصطلاحات و یا اختصارات تخصصی نیز استفاده شود. این‌گونه اصطلاحات و اختصارات نیز باید به‌طور روشن توضیح داده شود تا جای هیچ‌گونه ابهامی باقی نماند.

۲-۴-۴-۴ امکان ثبت داده‌ها در پایین‌ترین نقطه

منظور از پایین‌ترین نقطه، به‌طور معمول جایی است که عملیات مربوط به آن قلم اطلاعاتی انجام می‌شود. پایین‌ترین نقطه‌ی تولید داده‌های یک قلم اطلاعاتی بنا به تعریف و هدف آن می‌تواند تغییر کند. برای مثال چنان‌چه آمار روزانه تولید لامپ یک کارخانه مورد نظر باشد،

انتهای خط تولید و واحد کنترل کیفیت هر یک می‌توانند بنا به هدفی، به‌عنوان پایین‌ترین نقطه‌ی تولید تعریف شوند. نقطه‌ی انتهایی خط تولید می‌تواند داده‌های خام تولید لامپ را ثبت کند. این اطلاع می‌تواند برای آگاهی از مواد اولیه‌ی مصرفی در یک روز مورد استفاده قرار گیرد. این در حالی است که نقطه‌ی واحد کنترل کیفیت می‌تواند موجودی کالاهای سالم انبار و یا درامد روزانه حاصل از تولید را ثبت کند.

۴-۴-۴-۳ امکان ثبت داده‌ها در زمان انجام عمل

منظور از این ملاک آن است که ثبت داده‌ها با انجام عملیات همزمان باشد. زیرا در غیر این صورت ممکن است ثبت آن به فراموشی سپرده شود و یا با انباشته شدن داده‌ها و اطلاعاتی که باید ثبت شوند، کاهش دقت پیش آید.

۴-۴-۴-۴ وجود فراگرد منطقی

فراگرد ثبت داده‌های هر قلم اطلاعاتی از پایین‌ترین سطح تا بالاترین رده‌های سازمانی باید به‌طور کامل روشن و مشخص باشد. این فراگرد باید جنبه‌ی رسمی و قانونی داشته باشد تا افراد نتوانند بنا به سلیقه و یا خواست خود این فراگرد را تغییر دهند. چنان‌چه در مسیر انجام کار، عملی اضافی وجود داشته باشد یا صورت‌های عملیاتی از برخی نقطه‌های لازم عبور نکنند یا برخی اطلاعات خواسته شده در صورت‌ها مبنای عملیاتی نداشته باشند، به تدریج عملیات یا اطلاعات مزبور مخدوش خواهد شد.

۴-۴-۴-۵ وجود افراد مسئول و پاسخگو

در تمام صورت‌های عملیاتی‌ای که در مسیر انتقال داده‌ها به سطح بالاتر تکمیل می‌شوند باید جایگاهی برای تائید فردی مسئول پیش‌بینی شود تا هم داده‌ها را کنترل کند و هم مسئولیت درستی آن‌ها را بر عهده گیرد. به این ترتیب بروز هر نوع مشکلی در ثبت و انتقال داده‌ها قابل پیگیری خواهد بود.

با شناخت نظام آمارهای ثبتی و داده‌ها و آمارهای ثبتی به‌عنوان عنصرهای سازنده‌ی این نظام، به‌دنبال آمارگیری‌های ثبتی به‌عنوان مسیر بهره‌مندی از آمارهای ثبتی با هدف‌های آماری با به‌کارگیری تعریف‌ها، طبقه‌بندی و استانداردهای آماری معرفی می‌شود.

۴-۴-۵ آمارگیری ثبتی

هر فعالیتی که داده‌های آماری را گرداوری یا تولید می‌کند آمارگیری نامیده می‌شود. گرداوری اطلاعات از تمام یا بخشی از جامعه که به تصادف برگزیده شوند، به ترتیب سرشماری و آمارگیری نمونه‌ای نام دارند. گرداوری داده‌ها از ثبت‌هایی که به‌منظور دستیابی به هدف‌های غیر آماری مانند اداره‌ی یک سازمان یا خدمت‌رسانی به مردم نگهداری می‌شوند، آمارگیری ثبتی خوانده می‌شود. برخلاف آمارگیری‌های نمونه‌ای که مبتنی بر نظریه‌ی احتمال و استنباط آماری طراحی می‌شوند، آمارگیری‌های ثبتی با تاکید ویژه بر رویکردی سیستمی به گرداوری و نگهداری داده‌ها می‌پردازد.

داده‌هایی که در سامانه‌های داخلی سازمان‌ها تولید می‌شوند به‌منظور دستیابی به هدف‌های اداری با در نظر گرفتن کنترل‌ها، اصلاح‌ها و سایر فرایندهای مناسب با فعالیت‌های اداری، ثبت و گرداوری می‌شوند. این داده‌های ثبتی بدون انجام ویرایش‌های لازم، برای براوردن نیازهای آماری مناسب نیستند. پردازش‌هایی که با هدف ادغام و تبدیل چندین ثبت اداری به ثبت‌های آماری مطلوب، انجام می‌شوند همگی متکی بر روش‌های آماری هستند. در این خصوص توجه ویژه به تعریف جامعه، واحد جامعه‌ای و متغیرهایی که در ثبت آماری درباره‌ی آن‌ها اطلاعات ذخیره می‌شود، برای دستیابی به کیفیت مطلوب حائز اهمیت است.

سامانه‌ی ثبت‌های آماری مفهومی جدید در نظریه‌ی آمارگیری است. سامانه‌های ثبتی تضمین می‌کنند که خرددادهها می‌توانند به‌صورت کارامد و یکپارچه به‌کار گرفته شوند.

زمانی که یک آمارگیری از ثبت‌های جمعیتی (مجموعه‌ای از افراد با شماره‌های شناسایی یکتا و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پایه و آدرس برای دسترسی به آن‌ها) به‌عنوان چارچوب استفاده می‌کند، اطلاعات نادرست در ثبت‌های جمعیتی به‌ویژه درباره‌ی محل اقامت ثبت شده سبب بروز خطای پوشانش شده و این خطای پوشانشی ثبتی منجر به خطای غیرنمونه‌گیری می‌شود. متغیرهای وارد شده از ثبت‌ها به مجموعه داده‌های آمارگیری نمونه‌ای، هزینه‌های آمارگیری و بار پاسخگویی را کاهش می‌دهند. درست به همین دلیل، اهمیت هماهنگی و سازگاری سامانه‌های ثبتی با آمارگیری‌های نمونه‌ای همواره در حال افزایش است. از مزیت‌های آمارگیری ثبتی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

آ) آمارگیری ثبتی به‌دلیل استفاده از ثبت‌ها به‌عنوان چارچوب می‌تواند روش‌های نمونه‌گیری جدیدی را به‌کار برد و شیوه‌های جدید براورد را تجربه کند. به سبب وجود نشانی تمام واحدهای نمونه‌ای، نیازی به فهرست‌برداری برای ساختن چارچوب نمونه‌گیری نیست. در نتیجه هزینه‌های اجرای عملیات میدانی به دلیل امکان جایگزینی داده‌های ثبتی با داده‌هایی که باید گرداوری شوند کاهش می‌یابد. به‌علاوه با کاهش متغیرهایی که باید اندازه‌گیری شوند بار پاسخگویی نیز کاهش می‌یابد.

ب) در آمارگیری‌های ثبتی، داده‌های ثبتی می‌توانند برای هدف‌های آماری مورد استفاده قرار گیرند. قبل از چنین کاربردی، داده‌های ثبتی باید پردازش شوند به‌طوری که گروه‌ها (جامعه‌ها)، انواع واحدها و متغیرهای مورد نیاز (با تعریف مناسب) آماری شوند. مناسب بودن چنین داده‌های ثبتی‌ای به خوش‌تعریف بودن جامعه و واحدهای آماری و متغیرهای آماری قابل تعریف در ثبت داده‌ها بستگی دارد.

استفاده از داده‌های اداری برای هدف‌های آماری نیازمند پردازش داده‌هاست. مهم‌ترین بخش از این پردازش یکپارچه‌سازی تعداد زیادی از منبع‌های داده‌ای برای دستیابی به ثبت‌های آماری است. روش‌های استفاده شده در این مرحله به‌طور کامل با روش‌های به‌کار رفته برای اجرای سرشماری‌های سنتی متفاوت است. این روش‌ها تا حد زیادی تعیین‌کننده‌ی کیفیت ثبت هستند. این مرحله مشابه ادغام چندین مجموعه داده‌ها از منبع‌های داده‌ای مختلف است که قابلیت ترکیب شدن بر مبنای شماره‌ی شناسایی یکتای مشترک میان منبع‌ها برای آن‌ها وجود دارد. البته مناسب بودن هر یک از این مجموعه داده‌ها از نظر جامعه (زیرجامعه)ی مورد نظر، تعریف متغیرهای آماری و شماره‌های شناسایی به‌کار رفته در هر یک از منبع‌ها از نظر انطباق یا عدم انطباق با یکدیگر و مشکل‌هایی از این دست، موردهایی هستند که به نحوی بر کیفیت ثبت‌های آماری

(مجموعه داده‌های ادغامی) اثرگذار هستند. در این فرایند یکپارچه‌سازی منبع‌های مختلف اداری برای ساختن ثبت‌های آماری، شماره‌های شناسایی منبع‌ها و روش‌های مورد استفاده در ثبت‌های جدید خطاهایی هستند که می‌تواند کیفیت ثبت آماری را مخدوش سازد.

مرحله‌ی یکپارچه‌سازی همان مرحله‌ی نمونه‌گیری (انتخاب واحدهای نمونه‌ای) در آمارگیری‌های نمونه‌ای است. در این مرحله، داده‌هایی از منبع‌های داده‌ای مختلف با استفاده از شماره‌ی شناسایی یکتا در مجموعه داده‌های ثبتی جدید گردآوری شده و جامعه‌ی ثبتی، واحدهای ثبتی جدید تعریف شده، ایجاد می‌شوند و متغیرها از منبع‌های داده‌ای مختلف به مجموعه داده‌های ثبتی جدید وارد و متغیرهای محاسباتی از روی متغیرهای اولیه ساخته می‌شوند. در این فرایند خطای پوشانشی و مقدارهای گم‌شده به دلیل عدم انطباق میان منبع‌های داده‌ای اولیه و خطای ناشی از تجمیع نادرست برخی واحدها شکل می‌گیرند. ارزیابی کیفیت در این مرحله از مقایسه با سایر منبع‌های داده‌ای یا آمارگیری‌هایی که به‌منظور نگهداری ثبت‌ها برای بررسی نقص کیفیتی ثبت و اندازه‌گیری بهبود کیفیت اجرا می‌گردند، استفاده می‌شود. ترکیب و یکپارچه‌سازی ثبت‌های پایه‌ای منجر به ایجاد جامعه‌ی چارچوبی می‌شود که مبنای تمام آمارگیری‌های ثبتی، نمونه‌ای و سرشماری‌ها است. تغییراتی که در طول زمان در واحدهای آماری از جنس خانوار و بنگاه ایجاد می‌شوند در بیش‌تر موارد در منبع‌های اداری ثبت نمی‌شوند. از این رو مقایسه‌ی متغیرهای مشابه در رکوردی یکسان که از یکپارچه‌سازی منبع‌های مختلف به‌دست آمده است می‌تواند راهی برای شناسایی این‌گونه خطاها در واحدهای آماری باشند. در صورتی که امکان استفاده از ثبت‌ها وجود داشته باشد، سامانه با در اختیار گرفتن متغیرهای کمکی، امکان استفاده از روش‌های کالیبدن برای کاهش خطای بی‌پاسخی را فراهم می‌آورد. البته نکته‌ای که باید مورد توجه قرار بگیرد این است که در صورت استفاده از ثبت‌های آماری به‌عنوان چارچوب، کیفیت آمارگیری به کیفیت داده‌های ثبتی و روش‌های انبوهش منبع‌های داده‌ای برای تشکیل نظام ثبتی بستگی دارد (والگرین و والگرین، ۲۰۱۴).

همان‌طور که لوهر (۲۰۱۰)، طراحی آمارگیری را به معنای شیوه‌ی انتخاب واحدهایی از جامعه برای قرار گرفتن در نمونه تعریف کرده است، مهم‌ترین بخش در یک آمارگیری ثبتی نیز یکپارچه‌سازی خرددادهای حاصل از منبع‌های مختلف است. بنا بر این طراحی آمارگیری ثبتی به‌صورت روش‌های استفاده شده در مرحله‌ی یکپارچه‌سازی تعریف می‌شود. این مرحله و روش‌های به‌کار گرفته شده در آن برای پردازش داده‌ها هنگام ایجاد ثبت‌های جدید که تحت عنوان یکپارچه‌سازی خرد نامیده می‌شود به‌عنوان یکی دیگر از عامل‌های تعیین‌کننده‌ی کیفیت شناخته شده‌اند.

بهترین روش مدیریت شماره‌های شناسایی در نظام‌های ثبتی استفاده از شماره‌ی شناسایی ملی است. زمانی‌که داده‌های اداری برای هدف‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند به دلیل اینکه ارتباط بین داده‌های ثبتی ممکن می‌شود، مقایسه‌های آماری مهمی شکل می‌گیرند که سبب کارامدی نظام تولید آمارهای رسمی خواهد شد. با استفاده از شماره‌های شناسایی ملی یکتا، پیوند بین ثبت‌ها آسان خواهد شد و خطر انطباق نادرست یا عدم انطباق کم می‌شود. از این رو بهتر است شماره‌های شناسایی با ویژگی‌هایی که واحدها بر اساس آن تعریف می‌شوند هیچ‌گونه ارتباطی نداشته باشند. به‌عنوان مثال شماره‌های شناسایی افراد نباید به نام، جنسیت یا نشانی افراد مرتبط باشند. چرا که امکان تغییر برخی از این ویژگی‌ها در طول زمان وجود دارد.

در بحث آمارگیری ثبتی مفهوم‌هایی چون جامعه‌ی مورنظر، جامعه‌ی چارچوب، واحدها و گم‌شدگی با اندکی تسامح معادل مفهوم‌هایی هستند که در آمارگیری‌های نمونه‌ای به‌کار برده می‌شوند. جامعه باید به‌گونه‌ای تعریف شود که به روشنی نشان دهد چه واحدهایی و از چه نوعی به‌عنوان عضوی از جامعه در نظر گرفته می‌شوند. برخی از مفهوم‌هایی که در آمارگیری نمونه‌ای و ثبتی معادل یکدیگر به‌کار برده می‌شوند در ادامه می‌آید.

در مبحث آمارگیری‌های ثبتی، تعریف جامعه باید به‌گونه‌ای باشد که مشخص کند چه واحدهایی در چه زمانی و در کدام محدوده‌ی جغرافیایی وجود دارند. این جامعه، همان جامعه‌ی مورد نظر است.

جامعه‌ی مورد نظر: مجموعه‌ی واحدهایی است که علاقه‌مند به دانستن ویژگی‌های آن‌ها هستیم.

جامعه‌ی ثبتی: در آمارگیری‌های ثبتی جامعه‌ای که در عمل از آن آمارگیری می‌شود، گروه واحدهایی از ثبت‌ها هستند که برای آمارگیری مورد نظر ایجاد شده‌اند. این جامعه تحت عنوان جامعه‌ی ثبتی شناخته می‌شود. جامعه‌ی ثبتی معادل جامعه‌ی چارچوب در آمارگیری نمونه‌ای است.

در آمارگیری‌های نمونه‌ای بخشی از جامعه‌ی هدف با تکیه بر منطق ریاضی و احتمال و استفاده از روش‌های نمونه‌گیری به‌منظور براورد ویژگی‌های مورد نظر جامعه انتخاب می‌شوند. در آمارگیری‌های ثبتی پس از تعریف جامعه و متغیرهای موردنیاز، داده‌های ثبتی مورد نیاز آمارگیری با استفاده از داده‌های ثبتی پایه‌ای و سایر ثبت‌های آماری موجود و در صورت نیاز ثبت‌های جدید آماری از داده‌های ثبتی موجود که شامل اطلاعات در خصوص متغیرهای مورد نیاز آمارگیری هستند، تولید می‌شوند. با توجه به این‌که اساس داده‌ها در این نوع از آمارگیری مبتنی بر ثبت‌ها است، بنا بر این مناسبت هر داده‌ی ثبتی برای استفاده در آمارگیری‌های ثبتی امری است که باید مورد بررسی قرار گیرد. لاتیلا و والگرین (۲۰۱۲) شاخص‌هایی را برای ارزیابی کیفیت داده‌های ثبتی معرفی کرده‌اند.

این شاخص‌ها به دو گروه شاخص‌های مناسب‌بودن و دقت تقسیم می‌شوند. مناسب بودن ناظر بر قابلیت استفاده‌ی آماری جامعه، واحدها، متغیرها و زمان مرجع بوده و اینکه آیا تغییرات در محتوای ثبت‌ها به حدی است که قابلیت مقایسه در طول زمان حفظ شود یا خیر.

دقت منبع‌های ثبتی ناظر بر نسبت واحدهای دارای متغیرهای شناسایی قابل استفاده، واحدهایی که دارای نام‌هایی با فرمت و املای درست هستند، واحدهای دارای تاریخ و محل تولد صحیح و قابل استفاده، واحدهایی که دارای نشانی قابل استفاده هستند و واحدهای دارای کلیدهای خارجی (متغیرهای مرجع) قابل استفاده، نسبت واحدهای تکراری با شماره‌ی شناسایی یکتا، نسبت مقدارهای گم‌شده، اشتباه یا نامناسب برای متغیرهای دارای اطلاعات آماری جذاب و کیفیت داده‌های اولیه‌ی حاصل از ثبت است.

نظام‌های ثبتی برای دستیابی به سه هدف مهم زیر به‌کار گرفته می‌شوند.

۱- کاهش هزینه و بار پاسخ‌گویی. استفاده از داده‌های ثبتی به جای گردآوری داده‌ها از طریق اجرای آمارگیری‌ها یکی از روش‌های صرفه‌جویی در هزینه‌ها به‌شمار می‌آید. برای مثال اگر نظام داده‌های ثبتی شامل داده‌های ثبتی آموزشی با کیفیت بالا باشد دیگر نیازی به

گرداوری اطلاعات درخصوص وضعیت تحصیلی افراد در هر بار اجرای فرایند گرداوری داده‌ها نیست.

۲- از طریق نظام‌های ثبتی امکان تحلیل و بهبود سازگاری میان آمارگیری‌های مختلف به دست می‌آید. از این طریق امکان مقایسه‌ی جامعه‌ها و متغیرهای ثبتی و آمارگیری‌های مختلف فراهم می‌شود.

۳- با مقایسه‌ی خرددادهای آمارگیری‌های نمونه‌ای و داده‌های ثبتی، امکان شناسایی انواع خطاهای غیرِنمونه‌گیری وجود خواهد داشت. با نظام داده‌های ثبتی روش‌های جدید ارزیابی کیفیت ممکن می‌شوند.

در نظام‌های داده‌های ثبتی به‌منظور حفظ حریم خصوصی افراد و بنگاه‌ها، تمامی اطلاعات متنی با کدها جایگزین می‌شوند و شماره‌ی شناسایی فردی (کلیدهای اصلی جدول‌ها) به‌صورت رمزگذاری‌شده با شماره‌هایی که فقط درون سازمان آماری استفاده می‌شوند، جایگزین خواهند شد. دسترسی به داده‌های ثبتی کلیدی فقط برای تعداد محدودی از افراد امکان‌پذیر است. نکته‌ای که وجود دارد این است که تنها ثبت‌هایی از نظام با یکدیگر ترکیب می‌شوند که برای آمارگیری‌های ثبتی‌مبنا مورد نیاز هستند. دسترسی به این داده‌ها نیز تنها برای افرادی محدود که برای هدف‌های آماری به داده‌ها نیاز دارند میسر است.

ثبت‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک نظام آمارهای ثبتی، شامل ثبت‌های پایه (جمعیت، فعالیت، املاک و مستغلات و کسب و کار)، ثبت پایه‌ای که به‌طور مستقیم بر ثبت‌های اداری تکیه دارند و ثبت‌های یکپارچه‌ی متکی بر ثبت‌های موجود در این نظام هستند. نظام‌های ثبتی‌ای که به‌خوبی طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند، تأثیر به‌سزایی بر امکان انجام آمارگیری‌های نمونه‌ای دارند. در این حالت نظام آمارهای ثبتی به روش‌هایی موثر قابل استفاده خواهند بود. هنگام انتخاب نمونه، از داده‌های ثبتی پایه‌ای مناسب به‌عنوان چارچوب نمونه‌گیری استفاده شده و از متغیرهای ثبتی برای طبقه‌بندی جامعه استفاده می‌شود. با حذف پرسش‌هایی که اطلاعات درباره‌ی آن‌ها در داده‌های ثبتی وجود دارد، بار پاسخ‌گویی کاهش یافته و در نتیجه کیفیت آمارگیری بالا می‌رود. در مرحله‌ی بعد نیز از اطلاعات کمکی برای افزایش دقت (در صورت استفاده از براوردگرهای نسبتی و رگرسیونی) و جبران بی‌پاسخی (هنگام استفاده از روش‌های جانهی رگرسیونی و ...) استفاده می‌شوند. تفاوت اساسی آمارگیری‌های نمونه‌ای و ثبتی در این است که در آمارگیری ثبتی رویکرد سامانه‌ای، نگاه حاکم بر تمام مرحله‌های طراحی، اجرا، پردازش و استخراج و انتشار است؛ در حالی که سایر آمارگیری‌ها بر نظریه‌ی احتمال مبتنی هستند.

آمارهای ثبتی‌مبنا شکل متعارفی از آمارهای مورد استفاده در گزارش‌های کسب و کار است. نبود اصطلاحات و اصل‌های به رسمیت شناخته شده توسط همه‌ی ذینفعان و کاربران، توسعه‌ی آمارهای ثبتی مبتنی بر روش‌شناسی آماری- ثبتی را با دشواری روبرو کرده است. استفاده از داده‌های ثبتی برای تولید آمار، نیازمند وجود شماره‌ی شناسایی یکتایی است به‌طوری که در تمام نظام‌های آمارهای ثبتی مورد استفاده قرار گیرند تا از آن طریق بتوان هر واحد را در کل دوران زندگی‌اش دنبال کرد. اگر قانونی برای درج محل سکونت تمام افراد در ثبت محل اقامت وجود داشته باشد، تولید آمارهای مسکن بر اساس محل اقامت رسمی افراد در سرشماری ثبتی‌مبنا امکان‌پذیر خواهد بود.

این‌که داده‌های ثبتی جمعیتی (ثبت جمعیت) وجود دارد یا خیر یا این‌که تنها باید از فهرست نشانی افراد استفاده شود تعیین‌کننده‌ی انتخاب روش نمونه‌گیری خوشه‌ای (در صورت استفاده از فهرست نشانی‌ها) یا نمونه‌گیری تک‌مرحله‌ای (در حالت استفاده از داده‌های ثبتی جمعیتی) است. انتخاب میان ارائه‌ی موارد به شیوه‌ی معمول و یا استفاده از روش‌های کالبیدنی رگرسیونی تا حد زیادی به تعداد و کیفیت متغیرهای ثبتی در دسترس بستگی دارند. بنا بر این افزایش استفاده از داده‌های ثبتی، پیش‌شرط‌های روش‌های مختلف آمارگیری را تغییر می‌دهد.

مطالعه‌ی تعریف متغیرها و امکان مقایسه‌ی آن‌ها در طول زمان برای آمارهای ثبتی بسیار مهم است. رشته فعالیت‌های اقتصادی، گروه‌بندی محصول‌ها، طبقه‌بندی تحصیلات و مشاغل مثال‌هایی از استانداردها و طبقه‌بندی‌های آماری مهم هستند. این طبقه‌بندی‌ها در فاصله‌های زمانی منظم تغییر می‌کنند. از این رو وجود پایگاه داده‌ای که تمامی کدها و کلیدهای بین نسخه‌های مختلف را مدیریت کند برای مستندسازی متغیرهای ثبتی اهمیت بسیار دارد.

واژه‌هایی چون بی‌پاسخی واحد و بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی در آمارگیری‌های نمونه‌ای استفاده می‌شوند. از اصطلاح مقدار گم‌شده در ارتباط با داده‌های ثبتی نیز استفاده می‌شود. رکوردهایی که در یک ثبت به‌طور کامل گم‌شده هستند، منجر به مشکل کم‌پوشانشی می‌شوند. یک روش برای برخورد با گم‌شدگی در ثبت‌ها، انتشار یک جدول با طبقه‌ای تحت عنوان «مقدار نامشخص» است که در این‌صورت نیازی به تعدیل مقدارهای گم‌شده نیست. روش‌های وزن‌دهی برای کاهش اثرهای مقدارهای گم‌شده و جانهی این مقدارها در یک ثبت با توجه به الزامات سازگاری نظام‌های آمارهای ثبتی اعمال می‌شوند. همان‌طور که در آمارگیری‌های نمونه‌ای تلاش برای کاهش بی‌پاسخی و تعدیل براوردها در حضور بی‌پاسخی امری متداول و البته، ضروری است در آمارگیری‌های ثبتی نیز قبل از اعمال روش‌های تعدیل در زمان ایجاد ثبت داده‌ها با بهره‌برداری از تمامی منبع‌های مناسب داده‌ای، بسامد مقدارهای گم‌شده در جدول‌های آماری به کم‌ترین تعداد ممکن می‌رسد. موضوع مقدارهای گم‌شده در نظام‌های آمارهای ثبتی و آمارگیری‌های ثبتی به‌صورت گسترده‌ای مورد بررسی قرار نگرفته است. اهمیت سازگاری و هماهنگی بین ثبت‌های درونی سیستم‌ها، ضرورت به‌کارگیری روش‌های تعدیل را نشان می‌دهد. ویرایش سازگاری، تحلیل یک مجموعه داده‌هاست که ترکیبی از داده‌های منبع‌های مختلف هستند. مقایسه‌ی پوشانش داده‌های ثبتی مختلف و جستجو برای رده‌های گم‌شده از موضوع‌های قابل بحث در این زمینه هستند. با انجام چنین تحلیل‌هایی می‌توان درباره‌ی جامعه اظهار نظر کرد. پس از یکپارچه‌سازی داده‌های ثبتی مختلف با ثبت پایه، واحدها به سه گروه واحدهای مشترک بین دو منبع، واحدهایی که فقط در یکی از منبع‌ها وجود دارند و واحدهایی که در هیچ منبع دیگری وجود ندارند تقسیم می‌شوند. تحلیل در خصوص واحدهای آماریی که عدم انطباق میان منبع‌های مختلف را سبب شده‌اند گام مهمی است که می‌تواند کیفیت ثبت‌های پایه‌ای را بهبود بخشد.

افزوده‌ی ۴آ-۱

انواع روش‌های نمونه‌گیری

۴آ-۱-۱ مقدمه

به‌طور کلی نمونه‌گیری با توجه به نحوه‌ی انتخاب واحدهای نمونه‌ای، بر دو نوع است: نمونه‌گیری احتمالی و نااحتمالی.

- نمونه‌گیری احتمالی: در این روش تمام واحدهای جامعه‌ای، دارای شانسی معلوم، غیر صفر و قابل تعیین برای انتخاب به‌عنوان عضوی از نمونه هستند. نمونه‌گیری تصادفی ساده، نظام‌مند (سیستماتیک)، طبقه‌بندی و خوشه‌ای چندمرحله‌ای از این نوع‌اند.
- نمونه‌گیری نااحتمالی: در این نوع نمونه‌گیری همه‌ی اعضای جامعه‌ی مورد مطالعه شانس معلوم، قابل تعیین و مخالف صفر برای قرار گرفتن در نمونه ندارند. مانند: نمونه‌گیری قضاوتی، گلوله‌برفی و نمونه‌گیری سهمیه‌ای. این روش ارزان‌تر و ساده‌تر از نمونه‌گیری احتمالاتی است اما اغلب منجر به براوردهایی اریب می‌شود که قابلیت تعمیم به جامعه‌ی هدف را ندارند. از آنجا که تنها بخشی از جامعه شانس قرار گرفتن در نمونه را دارد نمی‌توان حکمی احتمالی درباره‌ی دقت براوردها ارائه کرد. اما این روش با توجه به نوع مطالعه دارای کاربردهای زیادی است.

در ادامه روش‌های معمول در نمونه‌گیری احتمالی همراه با رابطه‌های محاسباتی براورد پارامترهای میانگین و مقدار کل جامعه‌ای و واریانس آن‌ها ارائه می‌شود. به‌علاوه چند روش نمونه‌گیری نااحتمالی نیز معرفی می‌شوند.

۴آ-۱-۱-۱ نمونه‌گیری تصادفی ساده

این روش نمونه‌گیری ساده‌ترین حالت نمونه‌گیری احتمالی است که نمونه‌ای به اندازه‌ی n از جامعه‌ای به اندازه‌ی N انتخاب می‌شود. دو روش برای انتخاب این n واحد نمونه‌ای به‌صورت زیر وجود دارد.

۱) نمونه‌گیری تصادفی ساده با جای‌گذاری: در این روش انتخاب هر واحد نمونه‌ای مستقل از انتخاب واحدهای دیگر انجام می‌شود و احتمال انتخاب هر واحد برابر با $\frac{۱}{N}$ است. زیرا بعد از انتخاب هر واحد، واحد گزینش شده به جامعه برگردانده می‌شود، پس اندازه‌ی جامعه برای هر انتخاب ثابت و برابر با N می‌باشد. لذا این احتمال وجود دارد که یک واحد بیش از یک بار در نمونه قرار گیرد. تعداد حالت‌های انتخاب یک نمونه به اندازه‌ی n از جامعه‌ای به اندازه‌ی N برابر با N^n است.

اگر Y بیانگر متغیر مورد نظر از جامعه و y_i بیانگر اندازه‌ی ویژگی مورد علاقه‌ی واحد iام جامعه‌ای که در نمونه‌ای به اندازه‌ی n قرار گرفته است باشد، آنگاه براوردگرهای نااریبی برای میانگین، کل جامعه‌ای و واریانس‌های آن‌ها با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از نمونه با استفاده از رابطه‌هایی که در ادامه آمده‌اند محاسبه می‌شوند.

$$\hat{\bar{y}} = \frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n} y_i \ , \qquad \hat{\mathrm{V}}(\hat{\bar{y}}) = \frac{s^۲}{n}$$

$$\hat{t} = N\hat{\bar{y}} \ , \qquad \hat{V}(\hat{t}) = N^۲\frac{s^۲}{n}$$

که در آن $s^۲ = \frac{۱}{n-۱}\sum_{i=۱}^{n}(y_i - \bar{y})^۲$ است.

۲) نمونه‌گیری تصادفی ساده بدون جای‌گذاری: در این روش بر خلاف نمونه‌گیری تصادفی ساده با جای‌گذاری، بعد از انتخاب هر واحد نمونه‌ای، این واحد دیگر به جامعه برگردانده نمی‌شود. به عبارت دیگر احتمال قرار گرفتن هر واحد جامعه‌ای در انتخاب اول در نمونه برابر با $\frac{۱}{N}$ است. پس احتمال استخراج یک واحد مشخص در اولین انتخاب برابر با $\frac{۱}{N}$، احتمال استخراج آن در دومین انتخاب به شرط آن که در اولین انتخاب استخراج نشده باشد برابر با $\frac{۱}{N-۱}$ و احتمال استخراج آن در nامین انتخاب به شرط آن که در انتخاب‌های قبلی استخراج نشده باشد برابر با $\frac{۱}{N-(n-۱)}$ است. تعداد حالت‌های انتخاب یک نمونه به اندازه‌ی n از جامعه‌ای به اندازه‌ی N برابر با $\binom{N}{n}$ است.

در این روش نمونه‌گیری، براوردگرهای نااریبی برای پارامترهای میانگین و مقدار کل جامعه‌ای و واریانس‌های آن‌ها با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند.

$$\hat{\bar{y}} = \frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n} y_i \quad , \qquad \hat{V}(\hat{\bar{y}}) = \left(۱ - \frac{n}{N}\right)\frac{s^۲}{n}$$

$$\hat{t} = N\hat{\bar{y}} \quad , \qquad \hat{V}(\hat{t}) = N^۲\left(۱ - \frac{n}{N}\right)\frac{s^۲}{n}$$

که در آن‌ها $s^۲$ همانند قبل تعریف می‌شود.

۴آ-۱-۱-۲ نمونه‌گیری با احتمال متغیر

در این روش نمونه‌گیری، واحدها دارای احتمال برابری برای انتخاب در نمونه نیستند. به‌طور معمول واحدهای جامعه‌ای با توجه به احتمال متناسب با اندازه‌ی متغیری (معیار اندازه) از پیش تعیین‌شده به‌طور تصادفی در نمونه انتخاب می‌شوند. این روش به نمونه‌گیری با احتمال متناسب با اندازه نیز مشهور است. معیار یا متغیر کمکی که برای این منظور انتخاب می‌شود باید همبستگی بالایی با متغیر مورد بررسی داشته باشد.

به‌عنوان مثال برای براورد جمعیت زنان ۱۵ تا ۲۵ساله‌ی متأهل روستانشین در استان هرمزگان، تمام روستاهای این استان فهرست شده‌اند. اگر تمام روستاها دارای احتمال انتخاب برابر باشند، آن‌گاه ممکن است براورد حاصل کم‌براورد یا بیش‌براورد شده باشد. از آن‌جا که انتظار می‌رود روستاها با جمعیت بیش‌تر دارای تعداد زنان متأهل بیش‌تری نسبت به سایر روستاها باشد پس به هر روستا احتمالی متناسب با اندازه‌ی جمعیت آن روستا تخصیص داده می‌شود. این احتمال برای روستای iام برابر با $p_i = \frac{x_i}{\sum_{i=۱}^{N} x_i}$ که x_i جمعیت روستای i و $\sum_{i=۱}^{N} x_i$ جمعیت کل استان هرمزگان و $\sum_{i=۱}^{N} p_i = ۱$ (N تعداد روستاها در استان هرمزگان) است.

در نمونه‌گیری با احتمال متغیر دو روش برای نحوه‌ی انتخاب واحدهای نمونه‌ای به اندازه‌ی n وجود دارد.

۱) نمونه‌گیری با احتمال متغیر و با جای‌گذاری: در این روش همچون نمونه‌گیری تصادفی ساده با جای‌گذاری، یک واحد ممکن است بیش از یک بار به‌عنوان عضوی از نمونه انتخاب شود. در

نمونه‌گیری تصادفی ساده، احتمال انتخاب همه‌ی واحدها برای شرکت در نمونه برابر است. اما در نمونه‌گیری با احتمال متغیر به‌دلیل انتساب احتمال‌های متفاوت به واحدها، احتمال انتخاب واحدها برای شرکت در نمونه برابر نیست. به همین علت برای انتخاب واحدهای نمونه‌ای از جدول اعداد تصادفی یا انتخاب عدد تصادفی توسط رایانه استفاده نمی‌شود. روش جمع تراکمی و روش لاهیری از روش‌هایی هستند که برای انتخاب نمونه‌ای با احتمال متغیر و با جای‌گذاری استفاده می‌شوند (برای آگاهی از این روش‌ها ن. ک. لوهر، ۲۰۱۰).

پس از انتخاب واحدهای نمونه‌ای، اگر y_i بیانگر مقدار مشاهده‌شده‌ی متغیر اصلی مورد بررسی برای واحد iام جامعه و p_i ($p_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^{N} x_i}$ که x_i اندازه‌ی معیار مورد نظر برای واحد iام جامعه است) احتمال انتخاب این واحد در نمونه باشد، آن‌گاه براوردگرهای ناارریبی برای میانگین و کل جامعه‌ای همراه با واریانس‌های آن‌ها با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از نمونه به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$\hat{\bar{y}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i}{Np_i} \ , \qquad \hat{V}(\hat{\bar{y}}) = \frac{s^2}{n}$$

$$\hat{t} = N\hat{\bar{y}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i}{p_i} \ , \qquad \hat{V}(\hat{t}) = N^2 \frac{s^2}{n}$$

که در آن $s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\frac{y_i}{Np_i} - \bar{y})^2$ می‌باشد. براوردگر ناریب جمع جامعه‌ای به براوردگر هنسن-هورویتس نیز مشهور است. این براوردگر توسط هنسن و هورویتس (۱۹۴۳) معرفی شد.

۲) نمونه‌گیری با احتمال متغیر و بدون جای‌گذاری: در این روش همچون نمونه‌گیری تصادفی ساده بدون جای‌گذاری، بعد از انتخاب یک واحد از جامعه به‌عنوان عضوی از نمونه دوباره آن را به جامعه برنمی‌گردانیم. برای انتخاب واحدهای نمونه‌ای با احتمال متغیر و بدون جای‌گذاری روش‌های متعددی پیش‌نهاد شده است که دارای پیچیدگی‌های خاص خود هستند. از جمله این روش‌ها، می‌توان به روش رائو و همکاران، روش دوربین، روش سانتر و روش هدایت-لین و ... اشاره کرد (برای آگاهی از این روش‌ها به خاواجا، ۲۰۰۵ و له‌وی و لمی‌شو، ۱۹۹۱ مراجعه شود). برای نمونه‌گیری با احتمال متغیر و بدون جای‌گذاری، براوردگرهای متعددی برای جمع و میانگین جامعه‌ای توسط اشخاصی همچون داس (۱۹۵۱)، راج (۱۹۵۶)، مورتی (۱۹۵۷) و ... مطرح شده است. اما می‌توان به براوردگر هورویتز-تامپسون به‌عنوان معروف‌ترین آن‌ها اشاره کرد که در ادامه بیان می‌شود.

هورویتز و تامپسون (۱۹۵۲) در زمره‌ی نخستین کسانی بودند که بر روی نمونه‌گیری با احتمال متغیر بدون جای‌گذاری مطالعه کردند. با توجه به پیش‌نهاد آن‌ها بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از نمونه، براوردگرهای ناارریبی برای میانگین و جمع جامعه‌ای به‌همراه واریانس‌های آن‌ها به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\hat{\bar{y}} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i}{\pi_i} \ ,$$

$$\hat{V}(\hat{\bar{y}}) = \frac{1}{N^2}\left\{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1-\pi_i}{\pi_i^2}\right)y_i^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{\pi_{ij}-\pi_i\pi_j}{\pi_i\pi_j}\right)\frac{y_i y_j}{\pi_{ij}}\right\}$$

$$\hat{t} = N\hat{\bar{y}} = \sum_{i=1}^{n}\frac{y_i}{\pi_i}, \quad \hat{V}(\hat{t}) = N^2\hat{V}(\hat{\bar{y}})$$

که در آن π_i بیانگر احتمال شمول واحد iام جامعه‌ای در نمونه، y_i مقدار مشاهده شده‌ی متغیر مورد بررسی برای واحد iام جامعه‌ای و $\hat{t}$ براورد مقدار کل جامعه‌ای این متغیر است. در این رابطه π_{ij} نشان‌دهنده‌ی احتمال انتخاب همزمان هر دو واحد iام و jام جامعه‌ای در نمونه است. براوردگر نااریب جمع جامعه تحت عنوان براوردگر هورویتز-تامپسون نیز شناخته می‌شود.

۴آ-۱-۱-۳ نمونه‌گیری طبقه‌بندی

در این روش نمونه‌گیری، ابتدا واحدهای جامعه‌ای به گروه‌هایی که با یک‌دیگر تداخل ندارند تقسیم می‌شوند. هر یک از این گروه‌ها، طبقه نام دارد. سپس یک نمونه‌ی تصادفی از هر طبقه انتخاب می‌شود. علت این‌که قبل از انتخاب نمونه، واحدهای جامعه‌ای طبقه‌بندی می‌شوند آن است که از انتخاب بد نمونه جلوگیری شده و باعث بهبود دقت براوردگرها، کسب اندازه‌ی نمونه‌ای مناسب‌تر از زیرجامعه‌ها و ... می‌شود. علاوه بر این به‌طور معمول مطالعه‌ی زیرجامعه‌ها از مطالعه‌ی کل جامعه اهمیت بیش‌تری دارد. زیرجامعه‌هایی همچون زنان در مقابل مردان، روستاها در مقابل شهرها و ... .

به‌عنوان مثال اگر بخواهیم متوسط درامد کارکنان شرکت‌های خصوصی در شهر تهران را مورد بررسی قرار دهیم، برخی از شرکت‌ها بیش از ۱۰۰۰ نفر و برخی دیگر کم‌تر از ۱۰ نفر کارکن دارند. در این صورت انتخاب نمونه‌ی تصادفی ساده از جامعه‌ی شرکت‌ها باعث ایجاد نوسان‌های زیاد از نمونه‌ای به نمونه‌ی دیگر می‌شود. زیرا تعداد کارکنان شرکت‌های مختلف ناهمگنی زیادی دارند. بنا بر این می‌توان شرکت‌ها را بر اساس تعداد کارکنان آن‌ها به طبقه‌های مختلفی همچون شرکت‌ها با کارکنان زیاد، شرکت‌ها با کارکنان متوسط و شرکت‌ها با کارکنان کم طبقه‌بندی کرد. حال انتخاب نمونه‌ای با اندازه‌ی متناسب با تعداد شرکت‌ها از این طبقه‌ها باعث کاهش نوسانات و ارائه‌ی براوردگری با دقت بیش‌تر می‌شود.

ویژگی‌ای که برای طبقه‌بندی واحدهای جامعه‌ای انتخاب می‌شود به گونه‌ای است که میان واحدهای درون طبقه همگنی و بین طبقه‌ها ناهمگنی برقرار باشد. اگر h نماد طبقه و $h = (1, \ldots, H)$ تعداد کل طبقه‌های موجود در جامعه باشد، آن‌گاه در طبقه‌ی hام، N_h واحد از جامعه وجود دارد به‌طوری که $N = N_1 + N_2 + \cdots + N_H$. در نمونه‌گیری طبقه‌بندی، اندازه‌ی نمونه‌ای مورد نظر n به طبقه‌ها به گونه‌ای تخصیص داده می‌شود که از هر طبقه‌ی h، n_h واحد انتخاب شود. یعنی $n = n_1 + n_2 + \cdots + n_H$ خواهد بود.

روش‌های تخصیص متفاوت هستند که با توجه به پارامترهای مختلفی همچون هزینه، اندازه‌ی طبقه، دقت و ... طراحی می‌شوند. برای این منظور باید روش تخصیص مناسبی با توجه به نوع مطالعه، امکانات و ... انتخاب شود. روش‌های تخصیص به ۴ رسته‌ی کلی زیر تقسیم می‌شوند:

۱) تخصیص جامعه‌ای: هنگامی‌که اندازه‌ی نمونه‌ای، n، برای براورد پارامتر جامعه‌ای (مانند کل و میانگین) با دقتی مشخص، تعیین شده باشد، تخصیص n به k طبقه (زیرجامعه‌ها) یعنی تقسیم n به n_1، n_2 و ... n_k به‌طوری که $n = \sum_{i=1}^{k} n_i$ را تخصیص جامعه‌ای گویند.

۲) تخصیص زیرجامعه‌ای: اگر هدف آمارگیری به دست آوردن براوردها در طبقه‌ها (زیرجامعه‌ها) باشد، در هر طبقه اندازه‌ی نمونه‌ای برای دقتی مشخص تعیین می‌شود. جمع این زیرنمونه‌ها، اندازه‌ی نمونه‌ای را به دست می‌دهد. در این صورت $n = n_1 + n_2 + \cdots + n_h$.

۳) تخصیص بینابینی: در این نوع تخصیص اندازه‌ی نمونه به‌گونه‌ای تعیین می‌شود که دقت قابل قبولی برای براورد پارامترها در زیرجامعه‌ها (طبقه‌ها) و کل جامعه حاصل شود.

بعد از تخصیص مناسب واحدهای نمونه‌ای به طبقه‌ها، براوردگرهای میانگین و کل جامعه‌ای همراه با واریانس‌های آن‌ها با توجه به اطلاعات نمونه با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند:

$$\hat{\bar{y}} = \sum_{h=1}^{H} w_h \bar{y}_h \quad , \quad \hat{V}(\hat{\bar{y}}) = \sum_{h=1}^{H} w_h^2 \hat{V}(\bar{y}_h)$$

$$\hat{t} = N\hat{\bar{y}} = N\sum_{h=1}^{H} w_h \bar{y}_h \quad , \quad \hat{V}(\hat{t}) = N^2 \hat{V}(\hat{\bar{y}}) = N^2 \sum_{h=1}^{H} w_h^2 \hat{V}(\bar{y}_h)$$

که در آن y_{hi} مقدار متغیر مورد نظر برای واحد نمونه‌ای iام در طبقه‌ی hام، $w_h = \frac{N_h}{N}$ و $\bar{y}_h = \frac{1}{n_h}\sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}$ هستند.

واحدهای نمونه‌ای به‌طور مستقل از هر طبقه انتخاب می‌شوند و از هر روش نمونه‌گیری احتمالی همچون تصادفی ساده با جای‌گذاری، تصادفی ساده بدون جای‌گذاری، نظام‌مند (سیستماتیک) و ... می‌توان استفاده کرد. با توجه به روش انتخاب نمونه، رابطه‌های براوردگرها باید به گونه‌ای مناسب تنظیم شوند. به‌عنوان مثال اگر در تمام طبقه‌ها نمونه‌گیری به‌شیوه‌ی تصادفی ساده بدون جای‌گذاری انجام شود $\hat{V}(\bar{y}_h)$ معرفی‌شده در بالا برابر با $(1 - \frac{n_h}{N_h})\frac{s_h^2}{n_h}$ خواهد بود که در آن $s_h^2 = \frac{1}{n_h - 1}\sum_{i=1}^{n_h}(y_{hi} - \bar{y}_h)^2$.

نیاز عملیاتی استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی زمانی است که فهرستی از واحدهای جامعه‌ای همه‌ی طبقه‌ها در دسترس باشد که با استفاده از آن امکان انتخاب همه‌ی واحدهای جامعه‌ای در نمونه وجود داشته باشد.

۴آ-۱-۱-۴ نمونه‌گیری خوشه‌ای

هنگامی‌که فهرستی از عنصرهای جامعه‌ی هدف فراهم نیست و نمی‌توان عنصر را به‌عنوان واحد نمونه‌گیری اولیه مورد استفاده قرار داد از مجموعه‌ای از عنصرها به‌عنوان واحد نمونه‌گیری اولیه استفاده می‌شود. مجموعه‌ی این عنصرها، خوشه نام دارد. خوشه‌ها به‌گونه‌ای تشکیل می‌شوند که هر عنصر جامعه تنها به یک خوشه تعلق داشته باشد و اجتماع خوشه‌ها، کل

جامعه را تشکیل دهد. به‌عنوان مثال اگر هدف بررسی میزان تمایل افراد ساکن در ناحیه‌ای به غذاهای پر چرب باشد و فهرست مناسبی از خانوارها در ناحیه فراهم باشد، می‌توان خانوار را به‌عنوان خوشه در نظر گرفت و سپس نمونه‌ای با اندازه‌ی مناسب از خانوارها انتخاب کرد. از آن‌جا که فهرستی مناسب و روزامد از افراد فراهم نیست، نمی‌توان به‌طور مستقیم از افراد برای نمونه‌گیری استفاده کرد.

اگر N عنصر جامعه را به k خوشه تقسیم کنیم به‌طوری‌که در خوشه‌ی iام، M_i عنصر وجود داشته باشد (i نماد خوشه)، آن‌گاه $N = \sum_{i=1}^{k} M_i$. در این روش، خوشه‌ها به‌گونه‌ای تعیین می‌شوند که میان عنصرهای یک خوشه تغییرات زیادی وجود داشته باشد و میان خوشه‌ها تغییرات کم باشد. علت این کار آن است که خوشه‌ها به خوبی تغییرات جامعه را نشان دهند و با انتخاب چند خوشه بتوان به یک برآورد مناسبی دست یافت.

نمونه‌گیری خوشه‌ای را می‌توان در یک یا چند مرحله انجام داد که در این‌جا تنها به تشریح نمونه‌گیری خوشه‌ای یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای پرداخته می‌شود.

۱) نمونه‌گیری خوشه‌ای یک مرحله‌ای: در این روش بر اساس یکی از روش‌های نمونه‌گیری همچون تصادفی ساده، نظام‌مند (سیستماتیک) و یا ...، یک نمونه‌ی تصادفی به اندازه‌ی n خوشه از میان جامعه‌ای به اندازه‌ی k خوشه انتخاب می‌شود. سپس تمام عنصرهای موجود در هر n خوشه بررسی می‌شوند.

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از خوشه‌های منتخب، برآوردگرهای نااریب میانگین و جمع جامعه همراه با واریانس‌های آن‌ها هنگامی‌که خوشه‌ها به روش تصادفی ساده بدون جای‌گذاری انتخاب شده باشند، به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$\hat{\bar{y}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{M_i}{\bar{M}}\bar{y}_{i.} \quad ,$$

$$\hat{V}(\hat{\bar{y}}) = \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{k}\right) S_b^2 \quad , \quad S_b^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{M_i}{\bar{M}}\bar{y}_{i.} - \hat{\bar{y}}\right)^2$$

$$\hat{t} = N\hat{\bar{y}} \quad , \quad \hat{V}(\hat{t}) = N^2 \hat{V}(\hat{\bar{y}})$$

که در آن $\bar{M} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} M_i = \frac{N}{k}$ و $\bar{y}_{i.} = \frac{1}{M_i}\sum_{j=1}^{M_i} y_{ij}$ (y_{ij} مقدار ویژگی مورد نظر واحد jام در خوشه‌ی iام و M_i تعداد واحدها در خوشه‌ی iام) است.

هر چند تلاش می‌شود که درون خوشه‌ها ناهمگنی وجود داشته باشد اما گاهی عنصرهای درون خوشه با یکدیگر همبسته هستند، همچون اعضای یک خانوار، در صورتی‌که خانوار به‌عنوان خوشه در نظر گرفته شود. در این حالت نمونه‌گیری خوشه‌ای سبب ایجاد برآوردی با دقت کم می‌شود. برای تعدیل این اشکال می‌توان خوشه‌های بیش‌تری را انتخاب کرد و تنها بخشی از عنصرهای هر خوشه‌ی منتخب را به تصادف مورد بررسی قرار داد.

۲) نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای: در این روش برخلاف نمونه‌گیری خوشه‌ای یک مرحله‌ای، تنها بخشی از عنصرهای خوشه‌های نمونه‌ای مرحله‌ی اول به‌طور تصادفی، به‌عنوان واحدهای نمونه‌گیری مرحله‌ی دوم انتخاب و مورد بررسی قرار می‌گیرند. این امر از بررسی تمام واحدهای خوشه‌ها جلوگیری کرده و گاهی سبب کاهش هزینه و زمان اجرای آمارگیری می‌شود.

اگر واحدهای نمونه‌ای در هر دو مرحله به‌صورت تصادفی ساده بدون جای‌گذاری انتخاب شوند و m_i بیانگر تعداد واحدهای منتخب از خوشه‌ی iام در مرحله‌ی دوم باشد، براوردگرهای نااریب میانگین و جمع جامعه همراه با واریانس‌های آن‌ها، به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$\hat{\bar{y}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{M_i}{\bar{M}}\bar{y}_{im_i} \quad , \quad \bar{y}_{im_i} = \frac{1}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}$$

$$\hat{V}(\hat{\bar{y}}) = \left(\frac{1}{n}-\frac{1}{k}\right)S_b^2 + \frac{1}{nk}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{M_i}{\bar{M}}\right)^2\left(\frac{1}{m_i}-\frac{1}{M_i}\right)S_i^2$$

$$S_b^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{M_i}{\bar{M}}\bar{y}_{im_i} - \hat{\bar{y}}\right)^2$$

$$S_i^2 = \frac{1}{m_i-1}\sum_{j=1}^{m_i}\left(y_{ij}-\bar{y}_{im_i}\right)^2$$

$$\hat{t} = N\hat{\bar{y}} \quad , \quad \hat{V}(\hat{t}) = N^2\hat{V}(\hat{\bar{y}})$$

۴آ-۱-۱-۵ نمونه‌گیری نظام‌مند (سیستماتیک)

در این روش تنها اولین واحد نمونه‌ای به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شود و سایر واحدهای نمونه‌ای بر اساس الگویی از پیش تعیین‌شده با در اختیار داشتن فاصله‌ی نمونه‌گیری و انتخاب تنها یک عدد تصادفی انتخاب می‌شوند. در این شیوه برای تعیین فاصله‌ی نمونه‌گیری، اگر $\frac{N}{n}$ یک عدد صحیح باشد آن‌گاه $k = \frac{N}{n}$ به‌عنوان فاصله‌ی نمونه‌گیری در نظر گرفته می‌شود، در غیر این‌صورت k برابر با عدد صحیح بعد از $\frac{N}{n}$ خواهد بود. سپس یک عدد صحیح به‌طور تصادفی از مجموعه‌ی k واحد اول یعنی $\{1, \dots, k\}$ انتخاب شده و R نامیده می‌شود. عدد R اولین واحد نمونه‌ای است و سایر واحدها با افزودن فاصله‌ی نمونه‌گیری به آن انتخاب می‌شوند. در صورتی که k عدد صحیح باشد نتیجه نمونه‌ای به اندازه‌ی n شامل واحدهای زیر خواهد بود.

$$\{R, R+k, R+2k, \dots, R+(n-1)k\}$$

نمونه‌گیری نظام‌مند لزوماً یک نمونه‌ی نمایانگر از جامعه را فراهم نمی‌کند، به‌خصوص هنگامی‌که فهرست واحدهای جامعه‌ای دارای تناوب یا چرخش خاصی باشند. به‌عنوان مثال، اگر فهرستی وجود داشته باشد که در آن واحدها به‌صورت یکی در میان زن و مرد قرار گرفته باشند و k عددی زوج باشد، در آن صورت تنها واحدهای جامعه‌ای با جنسیت مشابه (فقط مردان یا فقط زنان) انتخاب می‌شوند که نمایانگر مناسبی برای جامعه نخواهند بود.

نمونه‌گیری نظام‌مند حالت خاصی از نمونه‌گیری خوشه‌ای است (برای آگاهی بیش‌تر ن. ک. لوهر، ۲۰۱۰) که براوردگرهای آن مشابه با نمونه‌گیری تصادفی ساده است.

۴آ-۱-۲ نمونه‌گیری نااحتمالی

در این بخش برخی از انواع روش‌های معمول نمونه‌گیری نااحتمالی به‌صورت کوتاه معرفی می‌شوند.

۴آ-۱-۲-۱ نمونه‌گیری آسان

در این روش نمونه‌گیری، واحدهایی که انتخاب و دسترسی به آن‌ها ساده است و یا تمایل بیش‌تری برای شرکت در آمارگیری دارند، انتخاب می‌شوند. نمونه‌ی به‌دست آمده از این روش به‌طور معمول نماینده‌ی مناسبی از جامعه نیست و در براوردها اریبی ایجاد می‌کند (هنری، ۱۹۹۰).

برای مثال، اگر پژوهش‌گر از دوستان و یا همکاران خود استفاده کند یا برای بررسی نوع تغذیه و میزان رشد دانش‌آموزان یک مدرسه از دانش‌آموزان داوطلب به‌عنوان نمونه استفاده کند، همگی مصداق‌هایی از نمونه‌گیری به شیوه‌ی آسان خواهند بود. این روش نمونه‌گیری اگر چه گاهی نامطلوب است اما می‌تواند برای پیش‌آزمون و بررسی مقدماتی بعضی مطالعه‌ها و پرسش‌نامه‌ها مفید باشد.

۴آ-۱-۲-۲ نمونه‌گیری قضاوتی

در این روش، پژوهش‌گر بر اساس قضاوت شهودی و مهارت خود، واحدهای نمونه‌ای را انتخاب می‌کند. به‌عنوان مثال مدیر یک کارخانه قبل از پخش محصول جدید خود، محصول را تنها در میان ۱۰۰۰ نفر توزیع می‌کند و پس از مصرف محصول توسط افراد، نمونه‌ای شامل ۵۰ نفر از مصرف‌کنندگانی را که بر اساس قضاوت و تجربه‌ی خود می‌داند که در زمینه‌ی محصول اطلاعات مناسبی دارند انتخاب کرده و نظر آن‌ها را در مورد کیفیت محصول می‌پرسد و نتیجه‌ی حاصل را نمایانگر نظر تمام ۱۰۰۰ نفر در نظر می‌گیرد.

نمونه‌گیری قضاوتی با توجه به نوع مطالعه و هدف‌های مورد بررسی می‌تواند مفید بوده یا بی‌اعتبار با اریبی بزرگ در نتیجه نهایی باشد. به‌عنوان مثال برای بررسی علت جنبش‌های کارگری، می‌توان این شیوه‌ی نمونه‌گیری را به‌کار برد و تنها سران جنبش را مورد بررسی و پرسش قرار داد. این امر، باعث کاهش هزینه، زمان و دسترسی سریع به نتیجه می‌شود.

۴آ-۱-۲-۳ نمونه‌گیری سهمیه‌ای

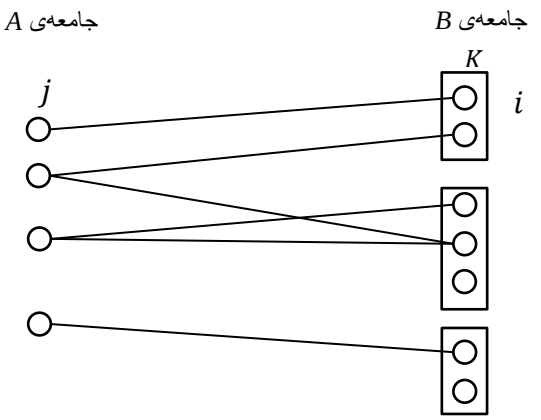
این روش نمونه‌گیری، نوعی متداول از نمونه‌گیری قضاوتی و نااحتمالی است. از این روش برای افزایش نمایانگر بودن نمونه استفاده می‌شود. اساس روش به گونه‌ای است که با توجه به ویژگی‌های مشخصی که اندازه‌ی جامعه را توصیف می‌کنند، نمونه انتخاب می‌شود (لاوراکاس، ۲۰۰۸).

به‌عنوان مثال اگر جامعه‌ای شامل ۶۰ درصد مرد و ۴۰ درصد زن باشد، نمونه به همین نسبت انتخاب می‌شود. یعنی اگر نمونه‌ای به اندازه‌ی ۱۰۰۰ نفر لازم باشد، باید ۶۰ درصد نمونه را مردان و ۴۰ درصد مابقی را زنان تشکیل دهند. این نمونه‌گیری مشابه با نمونه‌گیری احتمالی طبقه‌بندی است.

۴آ-۱-۳ نمونه‌گیری غیرِمستقیم

در آمارگیری‌های نمونه‌ای برای دستیابی به براوردهای دقیق، انتخاب یک طرح نمونه‌گیری مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است. وظیفه‌ی یک طراح آمارگیری، کمّینه کردن خطاها در اجرای طرح است. یکی از راه‌های کاهش خطای نمونه‌گیری، افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای است.

ممکن است شرایطی وجود داشته باشد که امکان افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای میسر نباشد. به‌عنوان مثال ممکن است برای دسترسی به واحدهای نمونه‌ای، هزینه‌ی زیادی نیاز باشد، یا تعداد کمی از واحدهای نمونه‌ای در اختیار باشند، یا این‌که آن‌ها سیار و متحرک باشند و یا به‌طور کلی در دسترس نباشند. از سوی دیگر در طرح‌های اقتصادی و اجتماعی ممکن است فهرست درست و کاملی از عنصرهای جامعه‌ای موجود نباشد یا واحدهای جمعیت مورد مطالعه به‌سختی در دسترس باشند. در این صورت، تعریف و تعیین چارچوب نمونه‌گیری میسر نیست. در چنین مواردی به‌کار بردن روش‌های کلاسیک نمونه‌گیری ناکارا و ناشدنی است لذا استفاده از نمونه‌گیری غیرمستقیم پیش‌نهاد می‌شود.



شکل ۴-۳. نمایشی از پیوندهای بین دو جامعه‌ی A و B، یک به یک و یک به دو

قاعده‌ی شمارش در طرح‌های مبتنی بر نمونه‌گیری کلاسیک با روش‌های نمونه‌گیری غیرمستقیم متفاوت است. در نمونه‌گیری کلاسیک که چارچوب نمونه‌گیری از قبل آماده است، هر واحد نمونه‌ای تنها و تنها به یک عنصر از جامعه پیوند دارد. در حالی که در نمونه‌گیری غیر مستقیم هر واحد نمونه‌ای مقدماتی فقط یک عنصر از جامعه را مشخص نمی‌کند بلکه به مجموعه‌ای از عنصرهای جامعه‌ای که در ارتباط آشنایی و خویشاوندی با آن عنصر هستند متصل می‌شود.

در نمونه‌گیری غیرمستقیم دو جامعه که به طریقی با یک‌دیگر پیوند دارند، وجود دارد. برای یکی از این دو جامعه، چارچوب نمونه‌گیری در دسترس است. با انتخاب نمونه از این جامعه و پیوندهای بین دو جامعه، براوردهای جامعه‌ی دیگر (هدف) که چارچوب ندارد به دست می‌آیند. نحوه‌ی پیوند بین واحدهای دو جامعه در انتخاب روش نمونه‌گیری موثر است. این پیوندها می‌توانند یک به یک، چند به یک یا چند به چند باشند (شکل ۴-۳).

به‌عنوان مثال، فرض کنید پژوهش‌گری مایل است درخصوص ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی والدین کودکان استثنایی مطالعه کند. برای انتخاب نمونه از جامعه‌ی این والدین چارچوبی وجود ندارد ولی امکان دسترسی به چارچوب کودکان استثنایی از مدرسه‌های مرتبط وجود دارد. در

این حالت این پژوهش‌گر می‌تواند با انتخاب تصادفی از این کودکان به نمونه‌ای از والدین کودکان استثنایی دست یابد. در این روش می‌توان تصور کرد که دو یا چند کودک استثنایی به یک پدر و مادر مرتبط شوند.

۴آ-۱-۳-۱ نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار

در روش‌های نمونه‌گیری کلاسیک انتخاب نمونه به مقدار مشاهده‌ها بستگی ندارد و اعضای نمونه تنها بر اساس روش نمونه‌گیری انتخاب می‌شوند. در مقابل روش‌هایی وجود دارند که انتخاب نمونه به مقدار مشاهده‌ها بستگی دارد. روش نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار روشی است که در آن، انتخاب واحدهایی که در نمونه قرار می‌گیرند، به مقدار متغیر مورد علاقه‌ی مشاهده شده در طول مطالعه بستگی دارد. زمانی که فهرست یا چارچوبی از اعضای جمعیت مورد نظر در اختیار نباشد از این روش استفاده می‌شود. برای مثال برای براورد تعداد کل گونه‌ای کمیاب از یک نوع جانور، به دلیل سیار بودن آن، شناخت کافی از مکان و تعداد آن وجود ندارد. در این‌گونه موارد روش خوشه‌ای سازوار روشی مناسب خواهد بود. این روش توسط تامپسون (۱۹۹۲) معرفی شد. برای به‌دست آوردن تعداد حیوانات کمیاب در یک منطقه، یا تعداد بیماران مبتلا به یک بیماری مسری در یک ناحیه و یا براورد تعداد خانوارهای یک شهر که درامد بالایی دارند، این روش مناسب است.

در این روش ابتدا منطقه‌ی تحت مطالعه به بخش‌هایی که به‌طور معمول مربع شکل و یک اندازه هستند، تقسیم می‌شوند. سپس به یکی از روش‌های نمونه‌گیری کلاسیک، یک نمونه‌ی تصادفی ابتدایی از واحدها انتخاب می‌شود. اگر واحدی در نمونه‌ی ابتدایی انتخاب شود که در شرط مورد نظر صدق کند و با واحدهایی که در شرط صدق نمی‌کنند، احاطه شده باشند، فرایند بررسی متوقف می‌شود. برای مثال اگر براورد تعداد افرادی که در یک شهر درامد بیش‌تر از شصت میلیون ریال در ماه دارند، مورد نظر باشد، مناسب‌ترین روش برای به دست آوردن این براورد، روش خوشه‌ای سازوار است. چرا که فرض می‌شود افرادی که درامد مشابهی کسب می‌کنند، در همسایگی یک‌دیگر زندگی می‌کنند.

اندازه‌ی نمونه‌ی نهایی در این روش، یک متغیر تصادفی است و در برخی موارد اندازه‌ی نمونه نسبت به نمونه‌گیری کلاسیک افزایش می‌یابد که همین امر سبب می‌شود براورد دقیق‌تری ارائه شود. هزینه‌ی روش نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار نسبت به سایر طرح‌های نمونه‌گیری کم‌تر است زیرا در نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار، واحدهای نمونه‌ای در چند مکان خاص متمرکز شده‌اند و برای رفتن از یک واحد نمونه به واحد همسایه، هزینه‌ی کم‌تری نیاز است. در حالی که در نمونه‌گیری تصادفی ساده، نمونه در کل جمعیت پخش می‌شود و هزینه‌ی بررسی واحدها بیش‌تر است.

در روش نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار روند انتخاب نمونه به مقدار مشاهده‌های متغیر مورد علاقه بستگی دارد. در این روش یک نمونه‌ی ابتدایی به روش‌های نمونه‌گیری کلاسیک از واحدها انتخاب می‌شود و سپس اگر واحدهای برگزیده دارای ویژگی مورد نظر باشند، همسایه‌های آن واحدها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند. این روند ادامه می‌یابد تا ناحیه‌ای به‌دست آید که توسط یک مجموعه از واحدهایی که ویژگی مورد نظر را ندارند، احاطه شده باشند.

همسایگی می‌تواند به مفهوم عادی آن تعریف شود، تنها با این شرط که رابطه‌ی همسایگی یک رابطه‌ی متقارن است. به این معنا که اگر واحد i در همسایگی واحد j باشد، آن‌گاه واحد j نیز در همسایگی واحد i است. این همسایگی‌ها به مقدارهای متغیر مورد مطالعه‌ی جامعه بستگی ندارند و ممکن است بر اساس یک رابطه‌ی خاص که بین واحدها وجود دارد، تعریف شوند. همسایگی می‌تواند به‌صورت یک منطقه‌ی جغرافیایی نیز در نظر گرفته شود. شرطی که برای انتخاب نمونه‌های اضافی بعد از نمونه‌گیری اولیه وجود دارد (اضافه کردن واحدهای همسایه‌ی واحد نمونه‌ای اولیه)، به‌وسیله‌ی یک فاصله یا یک مجموعه‌ی C در دامنه‌ی متغیر مورد مطالعه معین می‌شود.

فرض کنید از یک جامعه‌ی متناهی با اندازه‌ی N، نمونه‌گیری شود، به‌طوری که اعضای این جامعه با برچسب‌های $\{1, 2, \dots, N\}$ مشخص شوند. مقدار متغیر مورد علاقه به‌صورت $\{y_1, y_2, \dots, y_N\}$ نشان داده می‌شود که y_i مقدار متغیر مورد مطالعه برای واحد iام است. در این صورت گفته می‌شود واحد i در شرط مورد نظر که آن را با C نمایش می‌دهند، صدق می‌کند، اگر $y_i \epsilon\ C$. بعد از نمونه‌گیری اولیه هنگامی که یک واحد انتخاب شده در شرط C صدق کرد، همه‌ی واحدهایی که در همسایگی آن هستند، مشاهده شده و به نمونه اضافه می‌شوند. بعضی از این واحدهای اضافه شده، ممکن است در شرط C صدق کنند (که در این صورت همسایگان این واحدها نیز به نمونه اضافه می‌شوند) و برخی دیگر در شرط صدق نمی‌کنند. به همین ترتیب برای واحدهایی که در شرط C صدق کنند، همسایگان آن‌ها به نمونه اضافه می‌شوند و این کار ادامه می‌یابد تا خوشه‌ای از واحدها به‌دست آید. مرز خوشه را واحدهایی تشکیل می‌دهند که در شرط C یادشده صدق نمی‌کنند. این واحدها، واحدهای مرزی نامیده می‌شوند. برای مثال دو خانه‌ی A و B را در نظر بگیرید. به‌طوری‌که خانه‌ی B دارای درامد بیش‌تر از شصت میلیون ریال در ماه است ولی خانه‌ی A در این شرط صدق نمی‌کند. در این صورت اگر خانه‌ی A انتخاب شود، روند نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار متوقف می‌شود. اگر خانه‌ی B انتخاب شود، روند نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار ادامه می‌یابد و خانه‌ی A مورد بررسی قرار می‌گیرد. واحد مرزی A در هر دو خوشه مورد بررسی قرار می‌گیرد اما در براوردها به شمار نمی‌آید. یک خوشه را بدون در نظر گرفتن واحدهای مرزی آن، شبکه می‌نامند. واحدی که در شرط C صدق نکند ولی در نمونه‌ی اولیه انتخاب شده باشد، یک شبکه با اندازه‌ی یک را تشکیل می‌دهد. روش نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار نوعی از نمونه‌گیری غیرمستقیم است که در آن خوشه‌ها همان شبکه‌ها هستند که از طریق عنصرهای تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها انتخاب شده‌اند. در این طرح نمونه‌گیری ممکن است تعداد قابل توجهی از واحدهای نمونه‌ای اولیه، در شرط از پیش تعیین‌شده‌ی C صدق کنند، به‌طوری که به دلیل محدودیت‌های مالی یا زمانی، طرح نمونه‌گیری به اتمام نرسد. برای حل این مشکل راه‌حل‌های مختلفی ارائه شده است. یکی از این راه‌ها نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار بر اساس آماره‌های ترتیبی است که در سال ۱۹۹۶ توسط تامپسون و سی‌بر ارائه شده است.

۲-۱-۳-۱آ۴ نمونه‌گیری شبکه‌ای

این روش توسط تامپسون و سی‌بر (۱۹۹۶) معرفی شد. هر خانوار در جامعه به سایر واحدهای جامعه‌ای اتصال می‌یابد. خانوار نمونه‌ای می‌تواند اطلاعاتی در مورد واحدهای اتصال یافته به

خود، که شبکه‌ی خانوار نامیده می‌شود، فراهم آورد. برای مثال شبکه‌ی یک خانوار ممکن است خویشاوندان اعضای آن خانوار تعریف شوند. تعداد واحدهای انتخابی متصل به یک شبکه، تعدد آن شبکه نامیده می‌شود. در مرحله‌ی اول یک نمونه‌ی تصادفی از واحدهایی که دارای ویژگی نادر هستند تهیه می‌شود. در مرحله‌ی دوم از هر عضو خانوار انتخاب شده در نمونه، اطلاعاتی درباره‌ی خویشاوندان و بستگان فرد که ویژگی مورد نظر برای آن‌ها صدق می‌کند، گردآوری می‌شود. به این ترتیب اندازه‌ی نمونه‌ای به سرعت افزایش می‌یابد. در این روش از رابطه‌های آشنایی و نسبی در طرح‌های خانواری استفاده می‌شود که شخص را به چند خانوار از دوستان و آشنایان متصل می‌کند.

در آمارگیری‌های خانواری متعارف، هر شخص با یک ویژگی خاص فقط توسط خانواری که در آن زندگی می‌کند گزارش می‌شود. براوردگر حاصل از این نوع آمارگیری براوردگر دوژور خوانده می‌شود. این‌گونه آمارگیری‌ها برای اینکه براوردهای معتبر با خطای استاندارد نسبی کوچک برای کمیت‌های جمعیت‌های نادر تولید کنند، به اندازه‌ی نمونه‌ای بزرگ نیاز دارند. همچنین برخی از آمارگیری‌های متعارف نیز ممکن است به دلیل حساس بودن موضوع، کم‌گزارش‌دهی داشته باشند. در چنین شرایطی از نمونه‌گیری شبکه‌ای استفاده می‌شود. نمونه‌گیری شبکه‌ای حالت خاصی از نمونه‌گیری غیرمستقیم است. در این روش هر فرد انتخاب شده ممکن است، فرد یا افراد دیگری را به‌عنوان عضوی از نمونه معرفی کنند. به‌عبارت دیگر پاسخ‌ها می‌توانند درباره‌ی وابستگان، همسایگان، همکاران، هم‌عادت‌ها و ... باشند. برای مثال اگر شخصی به بیماری عفونی مبتلا باشد، امکان ابتلای نزدیکان فرد به این بیماری زیاد است.

قاعده‌های شمارش برای طراحی آمارگیری‌ها بسیار اساسی هستند. آن‌ها انواع رابطه‌هایی که واحدهای مشاهده شده را به واحدهای انتخابی اتصال می‌دهند، تعیین می‌کنند. مجموعه‌ای از واحدهای مشاهده‌ای که قاعده‌ی شمارش بین آن‌ها ارتباط برقرار کرده است، را یک شبکه می‌نامند. هر شبکه ممکن است به چندین واحد شمارشی مربوط باشد و هر واحد شمارشی نیز ممکن است به چندین شبکه مربوط باشد. تعداد واحدهای انتخابی اتصال‌یافته به یک شبکه را تعدد آن شبکه می‌نامند. به عبارت بهتر تعدد فرد مبتلا به یک بیماری خاص این‌گونه تعریف می‌شود: تعداد کل‌افرادی که در جامعه می‌توانند برای گزارش فرد، واجد شرایط باشند. نمونه‌گیری متعارف، قاعده‌های شمارش یکانی را به کار می‌گیرد که هر واحد مشاهده‌ای را به یک و تنها یک واحد انتخابی قابل شمارش، اتصال می‌دهد. برای مثال قاعده‌ی مکان اقامت دوژور که در آمارگیری‌های خانواری معمول به کار گرفته می‌شود، یک قاعده‌ی شمارش یکانی است که به‌طور یکتا هر فرد را به خانواری که او به‌طور دائمی در آن اقامت دارد، اتصال می‌دهد. نمونه‌گیری شبکه‌ای این محدودیت را ندارد و از قاعده‌های شمارشی تعددی استفاده می‌کند. این قاعده‌ها ممکن است یک واحد مشاهده‌ای را به چندین واحد انتخابی اتصال دهند. برای مثال در یک آمارگیری برای براورد مبتلایان به یک بیماری خاص در یک منطقه، ابتدا یک نمونه‌ی تصادفی ساده از خانوارها انتخاب می‌شود و از ساکنان خانوار در نمونه خواسته می‌شود اگر خود یا خواهران و یا برادرانشان که در آن منطقه زندگی می‌کنند و به این بیماری مبتلا هستند را گزارش دهند. در این بررسی خانوارها واحدهای شمارشی و افراد بزرگسال واحدهای مشاهده‌ای هستند. در واقع نمونه‌گیری معمول حالت خاصی از نمونه‌گیری شبکه‌ای است که تعدد هر شبکه را برابر با یک فرض می‌کند. نمونه‌گیری شبکه‌ای را می‌توان به‌عنوان یک راهبرد در بهبود

کارایی آمارگیری وقتی که نمونه‌گیری متعارف خطاهای نمونه‌گیری و اندازه‌گیری بزرگی را تولید می‌کنند، در نظر گرفت.

۳-۱-۳-آ۴ نمونه‌گیری گلوله‌برفی

وقتی چارچوب آماری در دسترس نیست و یا بررسی یک صفت نادر از جمعیت مورد توجه قرار دارد، از روش‌های نمونه‌گیری کلاسیک نمی‌توان استفاده کرد. یکی از روش‌های شناخته شده در این‌گونه موارد روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی است.

در این روش ابتدا نمونه‌ای تصادفی از جامعه انتخاب می‌شود، سپس با یک پرسش غربال‌گری افراد نمونه‌ای واجد شرایط تشخیص داده می‌شوند. از این افراد که اعضای جامعه‌ای با ویژگی نادر هستند و برای آن‌ها چارچوبی وجود ندارد، خواسته می‌شود که اعضای دیگری از جامعه را معرفی کنند. این روند معرفی اعضای جمعیت توسط اعضایی که قبلاً شناسایی شده‌اند ادامه می‌یابد. در این روش واحدهای نمونه‌ای نه فقط اطلاعاتی درباره‌ی خود بلکه درباره‌ی دیگر واحدهای جامعه‌ای که در صفت مورد نظر با ایشان اشتراک دارند، نیز ارائه می‌کنند. برای دستیابی به نمونه‌ای از افراد بی‌خانمان ابتدا تعدادی از آن‌ها شناسایی شده و از هرکدام از آن‌ها خواسته می‌شود سایر افراد بی‌خانمانی را که می‌شناسند، معرفی کنند. این روند شناسایی افراد بی‌خانمان تا شناسایی افراد به تعداد اندازه‌ی نمونه‌ای از پیش تعیین‌شده، ادامه می‌یابد.

نمونه‌گیری گلوله‌برفی در حقیقت نوعی خاص از نمونه‌گیری شبکه‌ای است. در واقع تفاوت این دو روش در فن‌های براوردی است که به کار می‌گیرند. این روش نخستین بار توسط گودمن (۱۹۶۱) معرفی شده است. از این روش برای ساختن چارچوب و براورد اندازه‌ی جمعیت‌های پنهان و نادر استفاده می‌شود. جمعیت پنهان جمعیتی است که افراد آن دارای صفتی هستند که تمایل به آشکار شدن آن صفت ندارند. گودمن (۱۹۶۱) نمونه‌گیری گلوله‌برفی kتایی S مرحله‌ای را به‌صورت زیر تعریف کرده است.

یک نمونه‌ی تصادفی از افراد یک جامعه‌ی پنهان یا نادر انتخاب می‌شود. از افراد نمونه‌ای خواسته می‌شود k فرد عضو جمعیت را که دارای صفت خاصی هستند (k عدد صحیح و معلوم است) معرفی کنند. افرادی که در نمونه‌ی تصادفی نبوده و توسط اعضای نمونه معرفی می‌شوند افراد مرحله‌ی اول را تشکیل می‌دهند. از هر فرد مرحله‌ی اول درخواست می‌شود که k فرد منتخب دارای صفت مورد نظر را معرفی کند. افرادی که در نمونه‌ی تصادفی یا در مرحله‌ی اول نبودند اما از طریق افراد مرحله‌ی اول معرفی می‌شوند، افراد مرحله‌ی دوم را تشکیل می‌دهند. این روند تا آن‌جا ادامه پیدا می‌کند که افراد مرحله‌ی S مشخص شوند. در این روش هرچه تعداد مراحل بیش‌تر باشد، تعداد نمونه‌های بیش‌تری به دست می‌آیند و در نتیجه براوردها از دقت بیش‌تری برخوردار خواهند بود.

همان طور که اشاره شد در این روش ابتدا نمونه‌ی اولیه‌ای از جامعه به روش احتمالی یا نااحتمالی به‌عنوان هسته‌ی آغازین انتخاب می‌شود. یک راه ساده و مناسب برای انتخاب هسته‌ی آغازین نمونه، نمونه‌گیری از مکان‌هایی است که معیار مورد نظر برای شامل شدن در نمونه را داشته باشند. برای مثال، در نمونه‌گیری از بی‌خانمان‌ها می‌توان به پناهگاه‌هایی که این افراد در آن‌جا ساکن هستند، مراجعه کرد. سپس از این افراد درخواست می‌شود که اشخاص دیگری را

که دارای معیار مورد نظر هستند، معرفی کنند. این کار تا جایی ادامه می‌یابد که هیچ یک از عضوهای نمونه‌ای، عضو جدیدی را به نمونه معرفی نکند.

اگر چه این روش به سختی ما را به دست‌یابی نمونه‌های قابل قبول راهنمایی می‌کند، اما در برخی موارد نیز بهترین روش قابل دسترسی به واحدهایی است که امکان دسترسی به آن‌ها سخت یا غیر ممکن است. در مثال مطرح‌شده در مورد نمونه‌گیری از بی‌خانمان‌ها و بررسی خصیصه‌ای خاص در میان آن‌ها، نمی‌توان فهرستی مناسب از این افراد در ناحیه‌ی جغرافیایی مورد بررسی به‌دست آورد. اما اگر به مکان‌هایی که این افراد حضور دارند مراجعه شود، ممکن است این افراد خیلی خوب بی‌خانمان‌های دیگری را که در همسایگی آن‌ها هستند، بشناسند و به دست‌یابی نمونه‌ی مطلوب کمک کنند.

افزوده‌ی ۴آ-۲

آمارگیری‌های مقطعی و پانلی

۴آ-۲-۱ مقدمه

امروزه نقش آمارگیری نمونه‌ای در طی زمان بر همگان روشن است. پویایی درامد خانوار، بازار کار و رفتارهای جمعیت‌شناختی و مسائل سیاسی از زمینه‌هایی هستند که در این آمارگیری‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین برای برنامه‌ریزی در سطح‌های مختلف یک کشور دانستن نرخ تغییر برخی پارامترهای اجتماعی، اقتصادی و ... از اهمیت بالایی برخوردار هستند، به گونه‌ای که با بی‌توجهی به آن‌ها نمی‌توان مشکلاتی اعم از بیکاری، وضعیت نامناسب اقتصادی و ... را کاهش داد. به‌عنوان مثال برای بهبود وضعیت حمل و نقل عمومی یک جامعه، نمونه‌ای از افراد آن جامعه گزینش شده و برای بررسی این‌که آیا نظر افراد آن جامعه با گذشت زمان در مورد کیفیت حمل و نقل تغییر کرده است و اقدامات مسئولان برای بهبود آن در تغییر نگرش افراد موثر بوده است یا خیر، در طی زمان به آن‌ها مراجعه می‌شود. گاهی تغییر بعضی پارامترها، وضعیت اجتماعی، اقتصادی یا سیاسی جامعه را مشخص می‌کند. به‌عنوان مثال تعیین نرخ بیکاری می‌تواند نشان‌دهنده‌ی وضعیت اجتماعی و اقتصادی جامعه باشد. در صورت بالا بودن این نرخ، برنامه‌ریزی مسئولان ذیربط باید به گونه‌ای باشد تا این نرخ کاهش یابد. بنا بر این بررسی تغییرها در مورد پارامترهای مختلف جامعه ضرورت پیدا می‌کند.

یک طرح آمارگیری عبارت است از اتخاذ تصمیمی برای انتخاب اعضا (عنصرهای) جامعه‌ای که مایلیم از آن‌ها اطلاعات آماری به‌دست آوریم. به‌طور معمول طرح‌های نمونه‌گیری را می‌توان توسط تعداد مرحله‌های نمونه‌گیری، نوع واحدهای انتخاب شده در هر مرحله، چگونگی طبقه‌بندی واحدها قبل از انتخاب، روش انتخاب، تعداد واحدهای انتخاب شده و ... از هم تمیز داد. ماهیت طرح نمونه‌گیری باید به گونه‌ای باشد که ویژگی‌های آماری براوردگرهای ارائه شده را برای خصیصه‌های مورد نظر بیان کند و بتواند با حفظ دقت در سطح مورد نظر، کم‌ترین هزینه را نیز داشته باشد. باید توجه داشت که طرح‌های آمارگیری نمونه‌ای نسبت به مسائل مورد بررسی و با در نظر گرفتن هدف‌های طرح به حالت‌های مختلفی اجرا می‌شوند.

برای تعیین هدف‌های آمارگیری باید به شناسایی وضعیت جامعه پرداخت، وضعیت جامعه را می‌توان به دو صورت مقطعی و مستمر (در طول زمان) بررسی کرد. اگر ساختار جامعه و صفت‌های عناصر جامعه‌ای در طول زمان تغییر نکنند یک آمارگیری مقطعی در مقطعی از زمان برای گرداوری اطلاعات مورد نظر و محاسبه‌ی براورد، کفایت می‌کند. ولی اگر ساختار جامعه و صفت‌های عناصر جامعه‌ای در طول زمان تغییر کنند و هدف شناسایی تغییرات جامعه در دوره‌های زمانی مختلف باشد، در این‌صورت باید داده‌های حاصل از متغیر مورد نظر را در طول زمان دنبال کرد. در این صورت بُعد زمان وارد طرح آمارگیری می‌شود. به این‌گونه طرح‌ها «آمارگیری مکرر» یا «آمارگیری در طول زمان» می‌گویند. به‌طور معمول بُعد زمان به دو دلیل در نظر گرفته می‌شود:

۱- تغییر در ویژگی‌های اعضای جامعه در طول زمان، مانند وضعیت اشتغال یا بیکاری، و

۲- تغییر در ترکیب جمعیت با ورودی‌ها (زاد و درون‌کوچی) و خروجی‌هایی (مرگ و برون‌کوچی) که در جمعیت به وجود می‌آید.

۴آ-۲-۲ اهمیت استفاده از آمارگیری نمونه‌ای مکرر (در طول زمان)

پدیده‌ها و داده‌های اطراف ما، عقیده‌ها، نظرها و حالت‌های افراد در طول زمان پیوسته در حال تغییر هستند (مانند تغییر عقیده‌های افراد در ارتباط با یک موضوع خاص، تغییر نرخ بیکاری و یا تورم در تحول‌های اقتصادی). جامعه‌شناسان، سیاست‌مداران و دیگر پژوهش‌گران به اطلاع از روند این تغییرها نیاز دارند تا بتوانند از آن‌ها برای تدوین برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها استفاده کنند. یک نامزد انتخاباتی برای براورد شانس پیروزی خود در انتخابات به روند تغییر نظرهای مردم نیازمند است. دانشمندان علوم‌پزشکی برای کشف راه‌های درمان یک بیماری به بررسی تغییر علائم بیماری در طول زمان و نرخ این تغییرها می‌پردازند. تمامی این موردها انگیزه‌ای برای در نظر گرفتن عامل زمان در بررسی‌ها و استفاده از آمارگیری‌های مکرر هستند. تغییر ویژگی‌های جامعه و ترکیب آن‌ها، سادگی تحلیل طرح‌های مقطعی را از بین می‌برد.

میزان اهمیت آمارگیری مکرر را می‌توان در کاربردها و توانایی‌های این نوع آمارگیری، تنوع تحلیل‌های مربوط به آن و در برخی موارد کاهش هزینه و بالا بردن دقت براوردهای حاصل از آن خلاصه کرد. کاربردها و موارد استفاده از آمارگیری‌های مکرر، عبارت‌اند از:

۱- یکی از مهم‌ترین کاربردهای آمارگیری مکرر، براورد تغییرات پارامترهای مورد بررسی در طی زمان است، حتی اگر این تغییرها ناچیز باشند. برای مثال در آمارگیری نیروی کار برای براورد تغییرات نرخ بیکاری در دو فصل. برای محاسبه‌ی واریانس تفاضل میانگین در نمونه‌های متداخل از رابطه‌ی (۴-۳) استفاده می‌شود:

$$Var(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = Var(\bar{X}_1) + Var(\bar{X}_2) - 2Cov(\bar{X}_1, \bar{X}_2) \qquad (۴-۳)$$

کوواریانس از تداخل نمونه‌ها یا وجود هر نوع ارتباط دیگری بین نمونه‌ها ناشی می‌شود و به علت آمارگیری مکرر از واحدهای یکسان، مقدار کوواریانس همواره مثبت است.

۲- متوسطگیری در طی زمان: اندازه‌ی بسیاری از ویژگی‌ها به‌خصوص نماگرهای اقتصادی مانند بیکاری و هزینه و درامد خانوار متأثر از تغییرات فصلی و دوره‌ای است. برای ارزیابی واقعی، این تغییرات باید به روش متوسطگیری حذف شوند که این امر مستلزم توزیع دوره‌های آمارگیری (برای مثال یک‌سال) در طول زمان به گونه‌ای است که در دوره‌ی - مرجع (به‌عنوان مثال یک‌سال) اثر تمام عامل‌های موقت به روش متوسطگیری حذف شوند.

۳- اندازه‌گیری تغییر خالص: منظور از تغییر خالص، تغییر در سطح کل است. به گونه‌ای که در سطح واحدهای نمونه‌ای تغییراتی که در خلاف جهت هم بوده اثر یک‌دیگر را خنثی کرده باشند. برای مثال تغییرات ماهانه‌ی نرخ بیکاری. اگر چه در صورت وجود تداخل بین نمونه‌های دوره‌های مختلف، دقت براورد به میزان زیادی بالا می‌رود ولی برای اندازه‌گیری تغییر خالص لازم نیست که به‌طور حتم از نمونه‌های متداخل استفاده شود. افزایش دقت اندازه‌گیری تغییر خالص به میزان همبستگی در طی زمان بستگی دارد و عمل تفاضل‌گیری در براورد تغییر خالص موجب حذف اریبی‌ها می‌شود.

۴- اندازه‌گیری مولفه‌های تغییر فردی؛ این تغییرات فردی ممکن است شامل:

الف) تغییر ناخالص: منظور از تغییر ناخالص؛ تغییر در سطح واحد نمونه‌ای در میان دو دوره‌ی زمانی است. برای مثال تغییر در وضعیت فعالیت اقتصادی، نوع فعالیت، شغل، محل اقامت،

وضعیت زناشویی و ... افراد را می‌توان نام برد. برای اندازه‌گیری تغییرهای ناخالص لازم است از مجموعه‌ای یکسان از واحدها به گونه‌ای که نتیجه‌ها با یکدیگر قابل مقایسه باشند، چندین‌بار آمارگیری به عمل آورد.

ب) میانگین تغییر برای هر فرد: وقتی داده‌ها برای هر فرد و در چندین دوره زمانی موجود باشند آن‌گاه مقدار میانگین تغییر برای تعدیل و کاهش آشفتگی ناشی از اثرهای فردی و خطاهای اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

۵- تجمیع داده‌ها برای واحدهای نمونه‌ای در طول زمان: تجمیع داده‌ها در آمارگیری مکرر به ماهیت متغیر مورد نظر بستگی دارد. برای مثال اندازه‌گیری درامد واقعی سالانه‌ی یک واحد نمونه‌ای معادل براورد درامد سالانه از طریق دوازده برابر نمودن درامد یک ماه این واحد نمونه‌ای نمی‌باشد، زیرا این روش تصویر متفاوتی از توزیع درامد ارائه می‌دهد و باید در چند دوره‌ی زمانی به افراد مراجعه و درامد آن‌ها پرسش شود. ولی برای اندازه‌گیری متغیرهایی مانند بیماری، تولد و مرگ که تغییرهای زیادی ندارند، قضیه متفاوت است و می‌تواند تعداد مراجعه‌ها کم باشد. در صورتی‌که لازم باشد اطلاعات برای یک دوره‌ی مرجع طولانی تجمیع شوند، به دو روش می‌توان عمل کرد: آ) با یک‌بار مراجعه، اطلاعات از طریق پرسش‌های مربوط به گذشته گرداوری شوند، و ب) در یک دوره‌ی زمانی، چندین‌بار به واحدها مراجعه و اطلاعات مربوط به یک دوره‌ی مرجع کوتاه گرداوری و در انتها تجمیع شوند.

۶- تعیین بسامد و یا طول مدت زمانی که اتفاق‌ها رخ می‌دهند؛ برای نمونه، طول مدت بیکاری افراد بیکار، نسبت اشخاصی که در دو هفته‌ی گذشته بیمار بوده، میانگین طول درمان بیماری آن‌ها یا نسبت افرادی که در شش‌ماه گذشته مرتکب جرم شده‌اند. چنین اطلاعاتی که ترکیبی از رویدادها و اطلاعات کمکی است، برای براورد تغییری تحت عنوان «سابقه‌ی پیش‌آمد» استفاده می‌شود.

۷- انباشت نمونه‌ها در طول زمان (به‌ویژه نمونه‌هایی از جامعه‌های کمیاب): به منظور تحلیل تفصیلی‌تر داده‌ها، اطلاعات در طی زمان انباشته می‌شوند تا اندازه‌ی نمونه‌ای افزایش یابد. وجه تمایز آن با هدف ۵ در محدودیت اندازه‌ی نمونه با صفت مورد نظر در یک دوره‌ی زمانی است. انباشت اطلاعات وقتی کارا است که نمونه‌ها نامتداخل و مستقل از یکدیگر باشند. برای مثال یک آمارگیری مقطعی تکی، ممکن است تعداد موارد کافی از افراد با یک بیماری سخت غیر متداول را شامل نشود، ولی ترکیبی از چندین آمارگیری مقطعی مکرر و به‌هم پیوسته در انباشت نمونه‌های کمیاب موثر است.

۸- اندازه‌گیری تغییرهای پویا: گاهی وقت‌ها در بررسی تغییرات یک پارامتر در طی دوره‌های زمانی مختلف نتیجه‌های یکسانی به دست نمی‌آید و میزان تغییرات ویژگی مورد نظر در دوره‌های زمانی مختلف مقدارهای متفاوتی اختیار می‌کند. در این مواقع برای مطالعه‌ی بهتر ویژگی باید میزان پویایی تغییرات اندازه‌گیری شود، برای اندازه‌گیری تغییرات پویا لازم است از یک مجموعه‌ی یکسان از واحدها به‌طور تعاقبی آمارگیری شود.

۳-۲-۴آ انواع مطالعه‌های در طول زمان

مطالعه‌های در طول زمان را می‌توان به سه دسته عمده‌ی زیر تقسیم‌بندی کرد:

- مطالعه‌ی روند،
- مطالعه‌ی همگروهی، و
- آمارگیری‌های پانلی.

۱-۳-۲-آ۴ مطالعه‌ی روند

در این نوع مطالعه از افراد مختلف در زمان‌های متفاوت پرسش‌های یکسانی پرسیده می‌شود.

مطالعه‌ی روند تغییرات دراز مدت در یک جامعه ارزشمند است. از طریق این مطالعه‌ها به مرور زمان می‌توان الگویی را برای ردیابی تغییر و تحول‌ها در رویداد معینی به‌دست آورد.

استفاده از مطالعه‌ی روند برای مقایسه‌ی داده‌های طولی که در اصل برای هدف‌های دیگری تنظیم شده‌اند، مفید است. البته هنگام به‌کارگیری این‌گونه داده‌ها لازم است هر تفاوتی در جمله‌بندی پرسش، مضمون، نمونه‌گیری یا تحلیل شناسایی شود.

در تحلیل مطالعه‌ی روند اگر داده‌ها غیر قابل اعتماد باشند، روندهای نادرستی در نتیجه‌ها مشاهده خواهد شد. تحلیل این نوع مطالعه در صورتی ارزشمند خواهد بود که بر اندازه‌گیری‌های منسجم استوار باشد. تغییرها در نحوه‌ی طراحی پرسش، نتیجه‌هایی را به بار خواهد آورد که در طول زمان قابل مقایسه نخواهند بود.

۲-۳-۲-آ۴ مطالعه‌ی همگروهی

هر مطالعه‌ای که در آن خصوصیت معینی از یک یا چند گروه در دو یا چند زمان اندازه‌گیری شود، مطالعه‌ی همگروهی نامیده می‌شود. این روش شامل مطالعه‌ی جمعیت‌های خاص می‌شود. برای مثال همه‌ی کسانی که طی دوره‌ی معینی به دنیا آمده‌اند و یا کسانی که در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ ازدواج کرده‌اند.

این روش بسیار انعطاف‌پذیر است و به کمک آن می‌توان اثر افزایش سن، تغییرهای اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و اقتصادی را تشخیص داد. در بیشتر موارد هزینه مطالعه‌ی همگروهی کم است. عیب اصلی این نوع مطالعه آن است که اثرهای ویژه‌ی سن و دوره را به زحمت می‌توان از طریق تحلیل‌های صرفاً آماری یا جدول گروهی استاندارد از یکدیگر تفکیک کرد. عیب دیگر، مرگ افراد نمونه‌ای است. اگر دوره طولانی باشد یا دسترسی به گروه نمونه‌ای آسان نباشد پژوهش‌گر ممکن است در جدول گروهی، خانه‌های خالی داشته باشد یا تعداد اعضای بعضی از خانه‌ها به‌قدری کوچک باشند که نتوان تحلیل معنی‌داری انجام داد.

۳-۳-۲-آ۴ آمارگیری‌های پانلی

در این روش آمارگیری، نمونه‌ی ثابتی در طول زمان تعقیب می‌شود. به‌عبارت دیگر به یک نمونه‌ی ثابت در دوره‌های زمانی مختلف مراجعه و متغیرهای مورد نظر اندازه‌گیری می‌شوند. در این صورت برای نمونه پس از چند دوره‌ی زمانی، چند مجموعه داده‌ها وجود خواهد داشت.

عبارت «آمارگیری پانلی» برای اولین بار در زمینه‌ی بازاریابی ابداع شد. زمانی که لازارس‌فلد و فیسک (۱۹۸۳) اثر تبلیغ‌های رادیویی[°] را بر میزان فروش محصول بررسی کردند. به‌صورت سنتی، گمان می‌شد که شنیدن تبلیغ‌های رادیویی، میزان خرید یک محصول را افزایش می‌دهد. لازارس فلد و فیسک بررسی کردند که آیا کسانی که یک محصول را خریداری می‌کنند، تبلیغ-های رادیویی را بیش‌تر گوش کرده‌اند؟ آن‌ها برای روشن شدن نتیجه‌ی ادعای خود، پیش‌نهاد کردند که مجموعه‌ای یکسان از مردم (پانل) به‌طور مکرر مورد پرسش قرار گیرند.

۴آ-۲-۴ انواع آمارگیری مکرر

آمارگیری طولی و آمارگیری مقطعی دو روش آمارگیری مکرر (آمارگیری در طی زمان) هستند که برای براورد تغییر پارامترها در طی زمان از آن‌ها استفاده می‌شود.

۴آ-۲-۴-۱ آمارگیری مقطعی مکرر

این طرح ساده‌ترین نوع آمارگیری مکرر است که در آن داده‌ها در دوره‌های زمانی مختلف از نمونه‌های مستقل متعلق به جامعه‌ی مورد بررسی گرداوری می‌شوند، بدون این‌که برای گزینش بیش از یک‌بار واحدهای نمونه‌ای مشابه تلاشی صورت بگیرد. در برخی موارد ممکن است با گذشت زمان تغییراتی در ترکیب جامعه حاصل شود (مانند تغییر در مرزهای جغرافیایی و محدویت‌های سنی). به یک آمارگیری مقطعی که به‌طور مکرر و در فاصله‌های زمانی منظم تکرار می‌شود، آمارگیری دوره‌ای گویند.

مراکز آماری ملی اغلب از آمارگیری مقطعی مکرر برای تولید داده‌های سری‌های زمانی استفاده می‌کنند. مثالی از آمارگیری مقطعی مکرر، آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و کمتر است که در آن داده‌هایی به‌منظور براورد میانگین درامد و هزینه‌ی سالانه‌ی کارگاه گرداوری می‌شود. این نوع آمارگیری‌ها محدودیت‌ها و مزیت‌هایی دارند که در زیر بیان می‌شوند.

مزیت‌ها

۱- در این گونه آمارگیری‌ها، واحدهای نمونه‌ای مجاز نیستند در بیش از یک نوبت آمارگیری حضور داشته باشند. لذا از بار پاسخ‌گویی کاسته می‌شود و از پیچیدگی‌ها و محدودیت‌های ناشی از وجود واحدهای نمونه‌ای یکسان در بیش از یک دوره جلوگیری می‌شود.

۲- در هر دوره با تجمیع داده‌ها به‌طور معمول یک مجموعه داده‌ها از جامعه به‌دست می‌آید که از آن‌ها می‌توان برای به‌دست آوردن براورد تغییر در پارامترهای جامعه در دوره‌های زمانی مشخص استفاده کرد.

۳- با انباشت نمونه‌های جدید در هر دوره، یک نمونه‌ی بزرگ‌تر حاصل می‌شود. انباشت نمونه‌ها در طول زمان برای مطالعه‌ی جامعه‌های کمیاب مناسب است.

[°] Radio advertising

محدودیت‌ها

۱- امکان تجزیه‌ی تغییر خالص به دو بخش مقدارهای فردی و تغییر در ترکیب جامعه ناشی از تولدها، مرگ‌ها و کوچ‌ها، وجود ندارد. فقط می‌توان به محاسبه‌ی تغییر خالص پارامتر اکتفا کرد.

۲- به‌دلیل این‌که واحدهای نمونه‌ای در چند دوره حضور ندارند و ویژگی‌های فردی در طی زمان گرداوری نمی‌شوند، هیچ کدام از اجزای تغییر فردی را نمی‌توان اندازه‌گیری کرد. به همین دلیل آمارگیری مقطعی مکرر برای اندازه‌گیری مولفه‌های تغییر فردی و تجمیع داده‌های افراد در طول زمان مناسب نیست.

۴آ-۲-۴-۲ آمارگیری طولی

ویژگی اصلی آمارگیری طولی این است که اندازه‌های مکرر در طول زمان برای واحدهای نمونه‌ای یکسان گرداوری می‌شوند. در آمارگیری طولی خصیصه یا خصیصه‌های واحدهای نمونه‌ای یکسان در طول زمان به‌طور مکرر اندازه‌گیری می‌شوند. آمارگیری طولی تغییر خصیصه را برای واحدهای نمونه‌ای در طول زمان نشان می‌دهد. منظور از طول زمان، دوره‌هایی است که در آن‌ها خصیصه‌ی مورد نظر از واحدهای نمونه‌ای حاصل از نمونه‌های مستقل اندازه گیری می‌شوند. در این شیوه نمونه‌ها در مقطع‌های زمانی مختلف در نمونه‌های مستقل اندازه‌گیری می‌شوند. انتخاب نمونه‌ها در مقاطع مختلف مستقل از هم انجام می‌شود.

به کار بردن این نوع از آمارگیری‌های مکرر، امکان بررسی تغییرهای مختلف در سطح جامعه را فراهم می‌کند. همچنین امکان بررسی تک تک افراد نمونه‌ای نیز وجود دارد. آمارگیری‌های مکرر که در دوره‌های زمانی با فاصله‌ی یکسان صورت می‌گیرند، می‌توانند روند تغییرها را نشان دهند. در آمارگیری طولی تأثیر عامل زمان، مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد. با استفاده از این نوع آمارگیری نه تنها می‌توان تغییر در پاسخ واحدهای نمونه‌ای را شناخت، بلکه می‌توان علت‌های تغییرهای رخ داده در نظرها و رفتارهای واحدهای نمونه‌ای جامعه تحت مطالعه را شناسایی کرد. به‌عنوان مثال، در یک نظرپرسی از افراد یک جامعه درباره‌ی شرکت در انتخابات، افرادی که در دور اول آمارگیری نظر مثبتی به شرکت در انتخابات دارند ممکن است در دور دوم آمارگیری تغییر نظر داده و بعضی دیگر به دلیل‌های مختلف از پاسخ دادن اجتناب کنند.

۴آ-۲-۵ روش‌های گرداوری داده‌های طولی

راه‌های متفاوتی برای گرداوری داده‌های طولی وجود دارد:

۱- آمارگیری گذشته‌نگر،
۲- آمارگیری پانلی، و
۳- آمارگیری با پیوند داده‌ها.

۱۴آ-۲-۵-۱ آمارگیری گذشته‌نگر

در آمارگیری گذشته نگر فقط یک مرتبه مصاحبه‌صورت می‌گیرد و درباره‌ی گذشته‌ی واحد نمونه‌ای اطلاعاتی گرداوری می‌شود. از مزیت‌های این روش سادگی و ارزان بودن آن است. زیرا فقط یک مرتبه مصاحبه‌صورت می‌گیرد و نیازی به ردیابی واحدهای نمونه‌ای در طی زمان نیست. همچنین اطلاعات مربوط به داده‌های گذشته‌نگر طولی به‌سرعت در دسترس قرار می‌گیرد. زیرا نیاز به انتظار برای مصاحبه‌های بعدی برای اندازه‌گیری تغییر وجود ندارد. عیب اصلی روش گرداوری داده‌های طولی از طریق آمارگیری گذشته‌نگر این است که اطلاعات مربوط به گذشته بوده و وابسته به دقت یاداوری اتفاق‌ها توسط پاسخگو است. در نتیجه صحت و درستی این روش مورد پرسش است. برای مثال دقت یاداوری افراد در مورد سطح درامدی آن‌ها دور از انتظار است.

برای مثال، آمارگیری زنان و اشتغال در انگلیس WES[۶] (مارتین و رابرتس، ۱۹۸۴) گذشته‌نگر است. این آمارگیری شامل یک نمونه‌ی احتمالی از تمام زنان انگلیسی ۱۶-۵۹ ساله‌ای که در سال ۱۹۸۰ کار می‌کردند، است. هدف اصلی این آمارگیری بررسی اثر وضعیت اشتغال در زندگی زنان بود، که تصویر کاملی از گذشته‌ی زنان و فعالیت و بازار کار فعلی آن‌ها به دست می‌داد. در این آمارگیری ۵۵۸۸ پاسخگو حضور داشتند. در این آمارگیری تاریخ‌های مربوط به اشتغال، ازدواج و باروری گرداوری شد. به علاوه داده‌های زیادی مربوط به نوع شغل، ساعت کار، وضعیت کار، درامد، جستجوی شغل و نگرش آن‌ها درباره‌ی پرداخت حقوق نیز گرداوری شده است.

۱۴آ-۲-۵-۲ آمارگیری پانلی

در این نوع از آمارگیری به یک نمونه‌ی ثابت در طول زمان (دوره‌های زمانی مختلف) مراجعه شده و متغیرهای یکسانی اندازه‌گیری می‌شود. برای مطالعه‌ی تغییر پارامترهای اقتصادی و اجتماعی در سطح جامعه‌ی مورد مطالعه، نمونه‌ی ثابتی در مقطع‌های زمانی مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. با استفاده از فن پس‌خورانی اطلاعات به دست آمده از پاسخگویان در دوره‌های قبلی و برانگیختن حافظه‌ی آن‌ها می‌توان کیفیت داده‌های حاصل از آمارگیری‌های پانلی را افزایش داد. اجرای آمارگیری‌های پانلی ممکن است به‌صورت سالانه یا در دوره‌های زمانی طولانی‌تری و برای سال‌های متمادی ادامه داشته باشد. برای مثال در آمریکا مطالعه‌ی پانلی پویایی درامد[۷] از سال ۱۹۸۶ آغاز و داده‌های آن به‌صورت سالانه گرداوری می‌شود. در انگلستان نیر آمارگیری ملی سلامت و توسعه[۸] از سال ۱۹۴۶ میلادی به‌مدت ۳۶ سال، ۲۲ بار واحدهای نمونه‌ای ثابتی را مورد بررسی قرار داده و به گرداوری اطلاعات از آن‌ها پرداخته است.

آمارگیری پانلی معیاری برای سنجش داده‌ها در زمان‌های مختلف فراهم می‌کند (برای مثال جمع و میانگین مقدارهایی مانند درامد که ممکن است به‌طور مداوم تغییر کنند). دلیل اصلی

---

[۶] Woman and Employment Survey (WES)
[۷] Panel Study of Income Dynamics (PSID)
[۸] National Study of Health and Development (NSHD)

اجرای آمارگیری پانلی این است که پانل‌ها قادر به اندازه‌گیری تغییرهای عمده‌ی یک واحد در مقطع‌های زمانی مختلف هستند.

در این نوع آمارگیری طولی، نمونه‌ای ثابت از واحدهای جامعه‌ای در طول زمان دنبال می‌شود و داده‌ها از تکرار مصاحبه‌ها در دوره‌های آمارگیری گرداوری می‌شوند. حالت‌های متعددی با این تعریف به وجود می‌آید، اما تمایز اصلی بین حالت‌های زیر است:

۱) آمارگیری که شامل پانل تکی در مدت نامحدود است، و

۲) آمارگیری که شامل پانل متداخل چندگانه در مدت ثابت است (پانل چرخشی).

آمارگیری پویایی درامد و نیروی کار کانادا (SLID[۹]) نمونه‌ای از پانل چرخشی است. این آمارگیری یک آمارگیری اجتماعی است که هدف آن تعیین الگوی فعالیت در بازار کار و تغییر در درامد است (وبر، ۱۹۹۴). نمونه‌ی اولیه‌ی این پانل در سال ۱۹۹۳ شامل ۱۵۰۰۰ خانوار بوده که در آن از روش نمونه‌گیری با احتمال‌های برابر، استفاده شده است. هدف‌های دیگر این آمارگیری از جمله پویایی اشتغال و بیکاری، تحول در نیروی کار، کیفیت شغل، پویایی اقتصاد خانواری، مسائل مربوط به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و آموزش می‌باشد.

۴آ-۲-۵-۲-۱ مزیت‌های آمارگیری پانلی

۱- موزر و کالتون (۱۹۷۹) بیان می‌کنند که براورد تفاضل دو یا چند پارامتر با استفاده از داده‌های پانلی نسبت به داده‌های حاصل از دیگر روش‌های نمونه‌گیری در طول زمان با اندازه‌ی نمونه‌ی یکسان، بسیار دقیق‌تر است.

۲- آمارگیری پانلی از معدود روش‌های آمارگیری مکرر است که اجازه‌ی مطالعه‌ی تغییرات در سطح واحدهای کوچک را به پژوهش‌گر می‌دهد. همچنین برخی خطاهای حاصل در نمونه‌گیری اولیه (از قبیل بی‌پاسخی، عدم درج صحیح اطلاعات و ...) در مراحل بعد قابل رفع شدن می‌باشند. به این ترتیب هزینه‌های تصحیح اطلاعات بسیار کاهش می‌یابند.

۳- دانکن و همکاران (۱۹۸۷) آمارگیری پانلی را بهترین روش برای بررسی خصوصیات نگرشی و اجتماعی توصیف کردند که با گرداوری اطلاعات در زمینه‌ی رخدادهایی که در طول زمان واقع می‌شوند خطا را به شدت کاهش می‌دهند.

۴- در آمارگیری پانلی، ثابت بودن نمونه در دوره‌های زمانی مختلف به حذف «اثر نمونه» در شناسایی تغییرات کمک می کند. به‌عبارت دیگر تفاوت مشاهده شده در دو دوره‌ی زمانی را نمی‌توان ناشی از تفاوت واحدهای نمونه‌ای قلمداد کرد، لذا این نوع آمارگیری برای براورد تغییرات مفید است.

۵- به دلیل اینکه در آمارگیری پانلی افراد در طول زمان دنبال می‌شوند، برای براورد هر دو نوع از تغییرات خالص و ناخالص مناسب است.

۶- مزیت آمارگیری پانلی نسبت به آمارگیری مقطعی مکرر در این است که اندازه‌گیری مولفه‌های تغییر فردی و تجمیع داده‌ها برای افراد در طول زمان در آمارگیری پانلی امکان‌پذیر است.

---

[۹] Survey of Labor and Income Dynamics (SLID)

۷- در آمارگیری پانلی سنجش تغییر ناخالص با کارایی بیش‌تری نسبت به آمارگیری مقطعی مکرر انجام می‌شود. اگر تغییر ناخالص $(\bar{y}_{۲} - \bar{y}_{۱})$ که در آن $\bar{y}_{۱}$ و $\bar{y}_{۲}$ به ترتیب میانگین متغیر مورد نظر در زمان‌های اول و دوم است مورد نظر باشد، آنگاه واریانس تغییر ناخالص برابر است با:

$$Var(\bar{y}_{۲} - \bar{y}_{۱}) = Var(\bar{y}_{۲}) + Var(\bar{y}_{۱}) - ۲\rho[\sqrt{Var(\bar{y}_{۱})Var(\bar{y}_{۲})}]$$

که در آن ρ همبستگی میان $\bar{y}_{۱}$ و $\bar{y}_{۲}$ است. در یک آمارگیری مکرر مقطعی با دو نمونه‌ی مستقل، $\rho = ۰$ است. ولی در یک آمارگیری پانلی، ρ همبستگی میان مقدارهای یک فرد در دو موقعیت است که به‌طور معمول مقداری مثبت است. از آن‌جا که مقدارهای y در طول زمان همبستگی زیادی دارند، این همبستگی باعث می‌شود آمارگیری پانلی نسبت به سایر آمارگیری‌های مکرر تغییر ناخالص را با دقت بیش‌تری براورد کند.

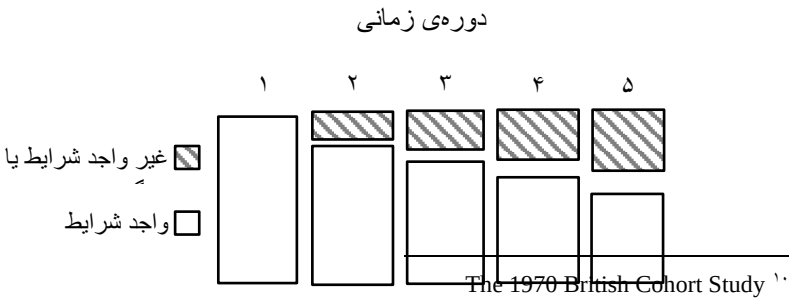
از دید اقتصادی نیز آمارگیری پانلی در مقایسه با دیگر روش‌های آمارگیری مکرر سبب کاهش ۵۰ درصدی هزینه‌های آمارگیری در نوبت دوم می‌شود. چرا که یافتن و ارتباط با فردی که قبلاً مورد مصاحبه قرار گرفته به مراتب ارزان‌تر از انجام مصاحبه با فرد جدید است.

۴آ-۲-۵-۲-۲ انواع طرح‌های آمارگیری پانلی

آمارگیری‌های پانلی با توجه به نوع اطلاعات مورد نیاز، ماهیت جامعه‌ی مورد مطالعه و هدف‌های اولیه، به انواع مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند. در ادامه پنج طرح اصلی آمارگیری پانلی معرفی می‌شوند.

۱- آمارگیری با پانل ثابت

در این نوع آمارگیری پانلی، واحدهای نمونه‌ای یکسان و ثابت بدون این‌که واحد جدیدی به نمونه‌ها افزوده شود (یعنی بعد از انتخاب نمونه‌ی اولیه هیچ واحدی به آن اضافه نمی‌شود) در موقعیت‌های چندگانه مطالعه شده و گرداوری اطلاعات از آن‌ها صورت می‌گیرد. در این نوع آمارگیری، تغییر در واحدهای نمونه‌ای فقط به‌دلیل مرگ و غیر واجد شرایط شدن واحد نمونه‌ای رخ می‌دهد. «مرگ» در آمارگیری‌های خانواری که واحدهای نمونه‌ای افراد هستند، به معنی مرگ افراد و در آمارگیری‌های کارگاهی، به معنی تعطیلی و بسته شدن کارگاه نمونه‌ای است. تنها عیب این حالت کاهش نمونه به دلیل خروج برخی واحدهای نمونه‌ای از مطالعه است. مطالعه‌ی هم‌گروهی انگلیس (۱۹۷۰)، (BCS70)[۱۰] مثالی از این حالت است.



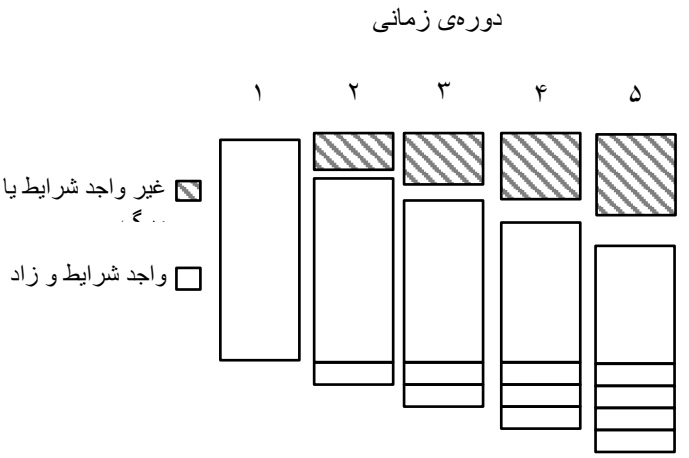
[۱۰] The 1970 British Cohort Study

شکل ۴-۴. نمایشی از آمارگیری با پانل ثابت

شکل ۴-۴ یک پانل ۵ دوره‌ای را نشان می‌دهد که بخشی از واحدهای نمونه‌ای دوره‌ی اول، در دور دوم به دلایلی چون مرگ یا غیر واجد شرایط شدن از نمونه خارج شده‌اند و به این ترتیب اندازه‌ی نمونه‌ای دوره‌ی دوم کم‌تر از دوره‌ی اول شده است. کاهش اندازه‌ی نمونه به فاصله‌ی میان دو دوره‌ی زمانی و نرخ مرگ در جامعه‌ی مورد مطالعه بستگی دارد.

۲- آمارگیری با پانل ثابت با زادها

این طرح مشابه پانل ثابت است با این تفاوت که در هر دوره واحدهای نمونه‌ای جدید به دلیل زادهای رخ‌داده در جامعه به نمونه‌ی اولیه افزوده می‌شوند. چنان‌چه تعداد زادها در طول عمر پانل ثابت بوده و بخواهیم جامعه‌ی مانده پس از دوره‌ی اول آمارگیری نماینده‌ی خوبی از جامعه‌ی مقطعی آن دوره‌ی زمانی باشد، استفاده از این طرح بر طرح پانل ثابت برتری دارد. در آمارگیری‌های خانواری پانلی، زمانی که در فاصله‌ی زمانی بین دوره‌ی قبلی و دوره‌ی جدید آمارگیری افراد به سن واجد شرایط شرکت در آمارگیری می‌رسند، به‌صورت زادها به واحدهای نمونه‌ای دوره‌ی قبلی آمارگیری اضافه می‌شوند. شکل ۴-۵ یک پانل ثابت با زادها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در هر دوره نرخ زاد مشابه نرخ مرگ بوده و در طی زمان ثابت هستند. بنا بر این اندازه‌ی نمونه‌ای در هر دوره تقریباً یکسان و بدون تغییر است. بر خلاف پانل ثابت (شکل ۴-۴) که اندازه‌ی نمونه‌ای در هر دوره‌ی آمارگیری نسبت به دوره‌ی قبلی کم‌تر می‌شد.



شکل ۴-۵. نمایشی از آمارگیری با پانل ثابت با زادها

مهم‌ترین مزیت طرح پانل ثابت با زادها نسبت به پانل ثابت این است که با اضافه‌شدن زادها در هر دوره‌ی اجرای آمارگیری، نمونه نماینده‌ی مناسبی از جامعه‌ی مقطع جاری می‌شود. به همین دلیل می‌توان براوردهای مقطعی را به موازات مقایسه‌های طولی به‌دست آورد. برای مثال در

آمارگیری درامد و مشارکت برنامه‌ای[۱۱] که برای افراد آمریکایی ۱۵ساله و بیش‌تر طراحی شده بود، با بهره‌مندی از طرح پانل ثابت با زادها اجرای آمارگیری به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شد که افرادی که در فاصله‌ی زمانی بین دوره‌ی قبلی تا دوره‌ی جدید اجرای آمارگیری ۱۵ساله و در نتیجه واجد شرایط شرکت در آمارگیری می‌شدند، در دوره‌های بعدی پوشش داده شوند.

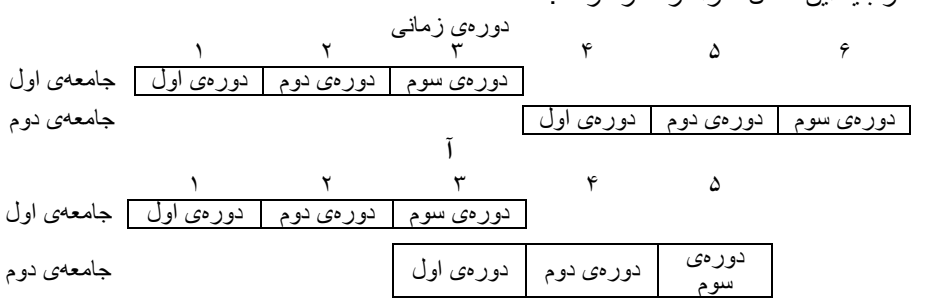
۳- آمارگیری با پانل مکرر

این طرح شامل یک سری آمارگیری‌های پانلی است که ممکن است در یک دوره تداخل داشته باشند و یا به‌طور کامل مستقل باشند. این طرح اغلب در آمارگیری از فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها یا مدرسه‌ها استفاده می‌شود. در این طرح هر پانل شامل یک گروه از یک رده‌ی سنی گزینش‌شده‌ی خاص (برای مثال گروه سنی ۱۶-۱۷ساله) در سال‌ها یا دوره‌های مختلف می‌باشد. در این‌صورت یک آمارگیری با سه دوره، حداقل در طول ۳ سال اجرا می‌شود.

در برخی موارد این آمارگیری‌ها مربوط به زیرگروه‌هایی از جامعه‌ای است که رویدادهای مشابهی را در دوره‌ی زمانی یکسان تجربه کرده‌اند. مانند فارغ التحصیلان دبیرستان‌ها، متولدین در یک هفته‌ی مشخص و یا افرادی که در دوره‌ی یکسانی ازدواج کرده‌اند. به این افراد هم‌گروه گویند و این مطالعه‌ها را مطالعه‌های هم‌گروهی می‌نامند. این نوع آمارگیری بسیار انعطاف‌پذیر است و به کمک آن می‌توان اثرهای افزایش سن، تغییرات اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و ... را تشخیص داد. مطالعه‌ی هم‌گروهی جوانان (YCS)[۱۲] در انگلیس مثالی از این حالت است.

یک محدویت مطالعه‌های هم‌گروهی این است که نتیجه‌ها فقط مربوط به گروه ویژه‌ای است که نمونه براساس آن انتخاب شده است. همچنین در مطالعه‌های هم‌گروهی یکتا، سن و دوره با هم تغییر می‌کنند و نمی‌توان اثرهای این دو تغییر را به آسانی از هم جدا کرد. اگر دوره‌ای طولانی یا دسترسی به گروه نمونه‌ی خاص آسان نباشد، ممکن است تعداد افراد با شرایط خاص در هم‌گروهی مورد نظر به قدری کم باشند که نتوان تحلیل معنی‌داری انجام داد.

شکل ۴-۶ مثالی ساده از این طرح در دو حالت بدون تداخل آ و با تداخل ب، است. در این مثال داده‌های هر جامعه در ۳ دوره گرداوری شده است. البته باید توجه کرد که در این طرح مانند دو طرح قبلی «مرگ‌ها» و «زادها» در نظر گرفته نشده‌اند، هر چند در حالت‌های پیچیده‌تر باید این عامل‌ها را در نظر گرفت.



ب

[۱۱] Survey of Income and Program Participation (SIPP)
[۱۲] Youth Cohort Study

شکل ۴-۶. آ- پانل مکرر بدون تداخل ب- پانل مکرر با تداخل

برای مثال در پانل مکرر با تداخل، جامعه‌ی jام ممکن است شامل فارغ التحصیلان سال jام باشد که برای آن‌ها یک پرسش‌نامه برای سه دوره‌ی زمانی jام، ۱ + jام و ۲ + jام فرستاده می‌شود. ولی در سال ۲ + jام برای یک جامعه‌ی جدید از فارغ‌التحصیلان (جامعه‌ی دوم) نیز برای بار اول پرسش‌نامه ارسال می‌شود که با جامعه‌ی اول تداخل دارد. به عبارت دیگر در سومین بازه‌ی زمانی، جامعه‌ی اول دوره‌ی سوم و جامعه‌ی دوم دوره‌ی اول ارسال پرسش‌نامه را تجربه می‌کنند.

۴- آمارگیری با پانل چرخشی

این روش تلفیقی از دو روش آمارگیری مقطعی مکرر و پانلی است که در آن واحدهای نمونه‌ای در طول زمان نه به‌طور کامل ثابت هستند و نه به‌طور کامل متفاوت، بلکه بخشی از واحدهای نمونه‌ای بر اساس قاعده‌ای که «الگوی چرخش» نامیده می‌شود، تکرار می‌شوند. در این روش با استفاده از نسبت‌های از قبل تعیین شده، واحدهای نمونه‌ای در هر دوره جایگزین می‌شوند. یعنی هر واحد در نمونه برای تعداد دوره‌های یکسانی در پانل باقی خواهند ماند. کالتون و سیترو (۱۹۹۳) پانل چرخشی را حالت خاصی از پانل مکرر با تداخل دانستند، زیرا الگوی تداخل ثابت است و هر پانل در هر نقطه از زمان جمعیت یکسانی را نشان می‌دهد. پانل چرخشی وقتی استفاده می‌شود که هدف اصلی، براوردهای مقطعی و کوتاه مدت است. در آمارگیری نیروی کار در بیش‌تر کشورها (مانند ایران) از پانل چرخشی استفاده می‌شود (استیل، ۱۹۹۷).

با توجه به هدف آمارگیری و ساختار مورد استفاده، تعیین می‌شود که یک واحد نمونه‌ای چه مدت در نمونه قرار داشته باشد و چه زمانی از نمونه خارج شود. الگوی چرخش بر اساس بیش‌ترین میزان تداخل نمونه‌ها و افزایش دقت براورد پارامترها تعیین می‌شود.

برای مثال طرح آمارگیری جمعیت جاری[۱۳] کشور که به‌صورت ماهانه فعالیت نیروی کار فعال کشور را بررسی می‌کند از یک الگوی چرخش ماهانه ۴-۸-۴ پیروی می‌کند. به این معنا که هر واحد نمونه‌ای برای ۴ ماه متوالی در نمونه قرار دارد، پس از آن برای ۸ ماه پی در پی از شرکت در آمارگیری کنار گذاشته می‌شود. سپس دوباره برای ۴ ماه متوالی به نمونه باز می‌گردد.

در این نوع از آمارگیری برای براورد پارامترها از نوع خاصی از براوردگرها موسوم به «براوردگر مرکب» استفاده می‌شود. یک نوع از این براوردگر، ترکیب خطی موزون از براوردگرهای حاصل از واحدهای جورشده و جورنشده در زمان t است. برای مثال براوردگر مرکب پارامتر میانگین به‌صورت زیر است.

$$\widehat{\mu_t} = w_n \bar{Y}_{tn} + w_m \bar{Y}_{tm}$$

که در آن $\bar{Y}_{tm}$ و $\bar{Y}_{tn}$ به ترتیب براوردگرهای میانگین واحدهای جور شده و جور نشده در زمان t بوده و w_m و w_n تابع‌هایی وارون از واریانس‌های براوردگرهای $\bar{Y}_{tm}$ و $\bar{Y}_{tn}$ هستند.

[۱۳] Current Population Survey (CPS)

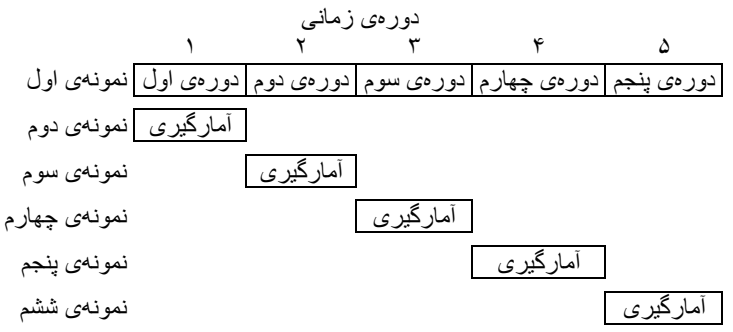
نمونه‌های چرخشی برای براورد تغییر و براورد میانگین پارامترهای جامعه‌ای و متوسطگیری در طی زمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای بهبود دقت براورد تغییر میانگین از براوردگر مرکب استفاده می‌شود. البته براوردگر مرکب اندازه‌های تغییرات واحدهای نمونه‌ای متداخل را شامل نمی‌شود و فقط تغییر خالص را به‌دست می‌آورد. در آمارگیری چرخشی، سنجش مولفه‌های تغییر فردی و امکان انباشت داده‌ها برای افراد در طول زمان میسر نیست.

۵- آمارگیری با پانل خرد شده

این نوع آمارگیری پانلی شامل ترکیبی از نمونه‌های پانلی و مقطعی است. به این صورت که تعدادی از واحدهای نمونه‌ای به‌طور ثابت در تمام دوره‌های پانل حضور دارند و در هر دوره تعدادی واحد نمونه‌ای به‌صورت مقطعی به مطالعه اضافه می‌شوند به‌طوری که در ترکیب با طرح پانلی تنها در یک دوره حضور دارند.

کیش (۱۹۸۷) آمارگیری پانلی خرد شده را به‌صورت ترکیبی از یک آمارگیری پانلی و یک آمارگیری مقطعی مکرر یا چرخشی معرفی کرد. همان طور که در شکل ۴-۷ مشاهده می‌شود یک طرح پانل خرد شده در پنج دوره‌ی زمانی شامل یک نمونه‌ی پانلی ثابت و یک نمونه‌ی مقطعی یا چرخشی الحاقی در هر دوره‌ی آمارگیری است. جزء آمارگیری مقطعی مکرر یا چرخشی برای گزینش ورودی‌های جدید از جامعه استفاده می‌شود و مانع از اریبی‌های ناشی از بی‌پاسخی در جزء آمارگیری پانلی می‌شود. جزء پانلی آن می‌تواند برای اندازه‌گیری مولفه‌های تغییر فردی و انباشت داده‌ها برای افراد در طول زمان استفاده شود. به‌طور کلی دلیل اصلی استفاده از چنین طرحی، تمایل به محاسبه‌ی هر دو نوع براورد مقطعی و طولی است.

به‌طور کلی از طرح پانلی ثابت زمانی استفاده می‌شود که نیاز به اطلاعات ریز تغییرات در مورد ویژگی‌های مورد نظر از نمونه‌ی انتخاب شده، وجود داشته باشد. پانل چرخشی و مکرر برای سنجش تغییرها در براوردهای طولی مفیدند زیرا شامل پانل‌های جداگانه هستند. برای مطالعه‌ی پدیده‌هایی که آرام تغییر می‌کنند یا اثرهای طولانی‌مدت دارند به پانل‌های طولانی‌مدت نیاز است در صورتی که تغییرهای سریع یا اثرهای کوتاه‌مدت یا میان‌مدت مد نظر باشند از پانل‌های کوتاه‌مدت یا پانل‌های چرخشی استفاده می‌شود.



شکل ۴-۷. نمایشی از آمارگیری با پانل خرد شده

۴آ-۲-۵-۳ آمارگیری با پیوند داده‌ها

در این حالت، داده‌های طولی بدون مصاحبه‌ی حضوری توسط اتصال داده‌های واحدهای یکسان به یکدیگر از منبع‌های داده‌ای که وجود دارند، گرداوری می‌شوند. این مجموعه داده‌ها ممکن است داده‌های ثبتی باشند که برای هدف‌های اداری تهیه شده‌اند. از فایده‌های این روش، اندازه‌ی نمونه‌ای بزرگ و خطای نمونه‌گیری کوچک است. علاوه بر این چون مصاحبه‌ای انجام نمی‌شود هزینه‌ی سربار یا خطای یاداوری که توسط پاسخگو ایجاد می‌شود وجود ندارد. به هر حال مشکلاتی هم وجود دارد. یکی از مشکلات این است که پیوند رکوردها به راحتی امکان‌پذیر نیست. علاوه بر این تحلیل با متغیرهایی که محدود به آمارگیری اصلی شده است، مشکل است. به‌عنوان مثال داده‌های مالیات فقط به افرادی اشاره دارد که مالیات خود را پرداخت کرده‌اند و اطلاعاتی در مورد افراد با درامد پایین یا افرادی که از پرداخت مالیات ممانعت می‌کنند، وجود ندارد. همچنین دامنه‌ی متغیرهای گرداوری شده محدود می‌باشند. مثالی از این حالت، پرونده‌ی سرشماری طولی فنلاند است. مجموعه داده‌های طولی با پیوند از سرشماری‌های فنلاند در سال‌های ۱۹۷۰، ۱۹۷۵، ۱۹۸۰، ۱۹۸۵، ۱۹۹۰ تولید شده‌اند (استارک، ۱۹۹۴). این پرونده شامل تمام افرادی است که حداقل در یکی از پنج سرشماری حضور داشته‌اند. در مقابل فایده‌های مهم این روش، می‌توان به این نکته اشاره کرد که فاصله‌ی پنج ساله‌ی ناشی از فاصله‌ی سرشماری‌ها بین این مشاهده‌های طولی برای تحلیل مناسب نیست، به این معنا که تغییرات در این فاصله‌های زمانی بین دوره‌ها زیاد است.

افزوده‌ی ۴آ-۳

فن براورد کوچک‌ناحیه‌ای

۴آ-۳-۱ مقدمه

در گذشته، دولت‌مردان و سایر کاربران برای رفع نیازهای آماری خود به براوردهای کشوری و براوردهای مربوط به ناحیه‌های جغرافیایی بزرگ اکتفا می‌کردند. اما در طول چند دهه‌ی گذشته مدیران و برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران برای تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای، برای براوردهای کوچک‌ناحیه‌ای تقاضاهای زیادی داشته‌اند. کوچک‌ناحیه، هر سطح جغرافیایی یا هر صفتی است که اندازه‌ی نمونه‌ای برای آن کافی نیست. منظور از کافی نبودن اندازه‌ی نمونه‌ای، کوچک بودن تعداد نمونه برای سطح مشخصی از دقت است. تعداد نمونه‌ها ممکن است در برخی از کوچک‌ناحیه‌ها صفر باشد. بنا بر این مفهوم کوچک‌ناحیه ناظر بر اندازه‌ی نمونه‌ای است.

آمارگیری نمونه‌ای به‌طور معمول برای ساختن براوردهایی از جامعه‌ی هدف و زیرگروه‌های اصلی آن طراحی می‌شوند. براوردهای آمارگیری‌های نمونه‌ای استاندارد برای گروه‌های اصلی، براوردهای مستقیم یا طرح‌مبنا نامیده می‌شوند چون تنها مبتنی بر داده‌های آمارگیری و احتمال گزینش نمونه‌ی مورد نظر از جامعه هستند. اگر اندازه‌ی نمونه‌ای در زیرگروه مورد نظر کوچک یا حتی صفر باشد، آن‌گاه روش‌های مدل‌مبنا برای ساختن براوردهای نامستقیم یا مدل‌مبنا مورد استفاده قرار می‌گیرند. فن‌های براورد کوچک‌ناحیه‌ای برای افزایش دقت براوردها، اطلاعات را از منبع‌های مختلف با هم ترکیب می‌کنند. مسئله‌ی مهم درخصوص براوردگرهای کوچک‌ناحیه‌ای وام گرفتن قدرت از متغیرهای کمکی برای دستیابی به براوردهای دقیق‌تر در سطح کوچک‌ناحیه است. رویکردهای براورد کوچک‌ناحیه‌ای از مدل‌های کوچک‌ناحیه‌ای استفاده می‌کنند. این مدل‌ها به دو گروه مدل‌های سطح ناحیه‌ای و سطح واحد آماری تقسیم می‌شوند.

در حالت کلی، استفاده از سرشماری برای مطالعه‌ی جامعه به‌عنوان یک ناحیه‌ی جغرافیایی بزرگ و محاسبه‌ی پارامترهای آن، با مشکل‌هایی از قبیل: هزینه و زمان زیاد، پایین بودن سرعت و دقت کار، همچنین افزایش خطاهای غیرنمونه‌گیری روبرو هستند. در نتیجه برای بهبود کار و کاهش این قبیل مشکل‌ها از آمارگیری نمونه‌ای برای براورد پارامترهای جامعه‌ای استفاده می‌شود.

ماهیت همه‌ی روش‌های براورد کوچک‌ناحیه‌ای به‌کارگیری داده‌های کمکی در دسترس از قبیل داده‌های ثبتی یا داده‌های حاصل از سرشماری‌های گذشته در سطح کوچک‌ناحیه‌ها است. این داده‌ها به‌عنوان متغیرهای پیشگو در مدل‌های کوچک‌ناحیه‌ای برای پیش‌گویی و براورد در همه‌ی کوچک‌ناحیه‌ها استفاده می‌شوند. موثر بودن روش براورد کوچک‌ناحیه‌ای، به وجود متغیرهای پیشگوی مناسب که به‌طور یکنواخت در بزرگ‌ناحیه اندازه‌گیری شده‌اند بستگی دارد. استفاده‌ی موثر از روش‌های براورد کوچک‌ناحیه‌ای به ارزیابی کامل و دقیق کیفیت مدل مورد استفاده نیز بستگی دارد.

۴آ-۳-۲ براورد کوچک‌ناحیه‌ای

آمارگیری‌های نمونه‌ای به‌طور گسترده برای تولید براوردهای میانگین و دیگر پارامترها (کل و نسبت) برای جامعه‌ی هدف و نیز زیرجامعه‌های آن به‌کار گرفته می‌شوند. زیر جامعه‌ها متناظرند با:

۱- گروه‌های اجتماعی-جمعیتی، نظیر: گروه‌های سنی-جنسیتی، گروه‌های قومی-قبیله‌ای درون یک ناحیه‌ی جغرافیایی بزرگ، و
۲- ناحیه‌های جغرافیایی نظیر: استان، شهرستان، شهر و ... .

در صورتی که اندازه‌ی نمونه‌ای در این زیرجامعه‌ها به اندازه‌ی کافی بزرگ نباشد، آن‌ها را کوچک‌ناحیه و براوردهای مربوط به آن‌ها را براوردهای کوچک‌ناحیه‌ای می‌خوانند. براوردهای طرح‌مبنای مستقیم، در کوچک‌ناحیه‌ها دقت و اعتبار لازم را ندارند. در واقع دو موضوع اساسی برای براورد کوچک‌ناحیه‌ای وجود دارند.

۱- چگونه می‌توانیم براورد کوچک‌ناحیه‌ای معتبر برای خصیصه‌ی مورد نظر تولید کنیم؟
۲- چگونه می‌توانیم اعتبار براورد به‌دست آمده را ارزیابی کنیم؟

مثال ۴آ-۳-۱. فرض کنید براورد نرخ بیکاری در سطح ملی ۱۰٪ است. اگر بخواهیم براورد نرخ بیکاری زنان، یا براورد نرخ بیکاری در رده‌ی سنی ۲۵ تا ۳۵ سال، یا این که نرخ بیکاری در یک استان خاص را به دست آوریم، می‌توانیم از فن براورد کوچک‌ناحیه‌ای استفاده کنیم.

با توجه به این که درخواست‌های زیادی برای براوردهای کوچک‌ناحیه‌ای وجود دارد، لذا روش‌های براورد کوچک‌ناحیه‌ای در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. براوردهای کوچک‌ناحیه‌ای، برای تخصیص اعتبارات دولتی، برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و ایجاد زمینه‌ها و تصمیم‌گیری‌های شغلی مانند بعضی از مشاغل کوچک که بر اساس اطلاعات مربوط به شرایط اجتماعی–اقتصادی منطقه‌ای ایجاد می‌شوند، به‌کار گرفته می‌شوند.

۴آ-۳-۳ مشکل‌های براورد کوچک‌ناحیه‌ای

برای صرفه‌جویی در هزینه و زمان، محدود کردن عملیات میدانی و نیز افزایش دقت، به‌طور معمول آمارگیری‌های نمونه‌ای در سطح جغرافیایی بزرگ (مانند یک کشور) طراحی می‌شوند. این آمارگیری‌های نمونه‌ای، برای براوردهای حوزه‌ای در سطح‌های جغرافیایی کوچک‌تر مانند استان، شهرستان، شهر و ...، به‌دلیل کوچک بودن اندازه‌ی نمونه‌ای، اغلب نادقیق است.

با توجه به تقاضاهای روزافزون براوردهای کوچک‌ناحیه‌ای، برای به‌دست آوردن آن‌ها از فن براورد کوچک‌ناحیه‌ای استفاده می‌شود. فن‌های براورد کوچک‌ناحیه‌ای مبتنی بر مدل‌های خطی‌اند. این مدل‌ها می‌توانند هم دارای اثرهای ثابت و هم اثرهای تصادفی باشند.

داده‌های نمونه‌ای گزینش شده از جامعه (ناحیه‌ی جغرافیایی بزرگ)، براوردی معتبر برای جامعه را نتیجه می‌دهند. وقتی از همان داده‌ها برای براورد مستقیم در کوچک‌ناحیه‌های زیرمجموعه‌ی ناحیه‌ی بزرگ استفاده می‌شود، اغلب دارای انحراف استاندارد بزرگ و غیر قابل قبول هستند. بودجه و دیگر ملاحظه‌های اجرایی، اغلب از تخصیص نمونه‌هایی، به اندازه‌ی کافی بزرگ یا نمونه‌گیری مجدد جلوگیری می‌کند. در صورت داشتن یک نمونه‌ی کوچک یک راه بهبود دقت براوردها، وام گرفتن قدرت (افزایش اثر اندازه‌ی نمونه‌ای) از منبع‌های داده‌ای مرتبط است. منبع‌های داده‌ای مرتبط می‌توانند به دو گروه تقسیم شوند:

۱- داده‌های اندازه‌گیری شده برای مشخصه‌ی مورد نظر درون ناحیه‌های مجاور و مشابه دیگر، و

۲- داده‌های اندازه‌گیری شده برای مشخصه‌ی مورد نظر از آمارگیری‌های قبلی یا داده‌های ثبتی است.

بر این اساس، روش‌های به‌کار گرفته شده برای براورد کوچک‌ناحیه‌ای می‌تواند مطابق با منبع‌های داده‌ای مرتبط که استفاده می‌شوند، تقسیم شوند. تقسیم‌بندی دیگر برای روش‌های براورد بر مبنای نوع استنباط، طرح‌مبنا (رویکرد بسامدگرا)، و مدل‌مبنا (رویکرد بیزی) یا ترکیب این دو (مدل‌یار) است (رائو و مولینا، ۲۰۱۵).

۴آ-۳-۴ انواع رویکردها در براورد

۴آ-۳-۴-۱ رویکرد طرح‌مبنا

در رویکرد طرح‌مبنا، برخلاف رویکرد مدل‌مبنا، هیچ مدل احتمالاتی برای تعیین رابطه‌ی بین متغیر کمکی، x، و متغیر پاسخ، y، فرض نمی‌شود، ولی باید همبستگی قوی بین y ،x وجود داشته باشد تا کارایی براوردگر زیاد شود. به براوردگرهای طرح‌مبنا، براوردگرهای مستقیم گفته می‌شود.

۴آ-۳-۴-۲ رویکرد مدل‌مبنا

در رویکرد مدل‌مبنا، فرض می‌شود متغیر پاسخ از یک مدل خطی تولید می‌شود. بنا بر این از این مدل برای پیشگویی متغیر پاسخ استفاده می‌شود. رویکرد مدل‌مبنا مدلی آماری را به‌کار می‌گیرد که در براورد کردن پارامتر یک کوچک‌ناحیه، از داده‌های گرداوری شده در دیگر کوچک‌ناحیه‌ها یا دوره‌های زمانی دیگر یا هر دوی آن‌ها قدرت وام می‌گیرد. براوردگرهای مدل‌مبنا در کوچک‌ناحیه‌ها باعث افزایش دقت می‌شوند. در صورتی که مدل فرض شده، برازش خوبی به داده‌ها فراهم نسازد، براوردگرهای مدل‌مبنا، مدل اریب می‌شوند و استنباط‌های نادقیق به‌دست می‌دهند.

روش‌های مدل‌مبنا را می‌توان به دو گروه رده‌بندی کرد. یک گروه، روش‌هایی که متکی به مدل‌هایی با اثرهای ثابت‌اند. گروه دیگر، روش‌هایی بر اساس مدل‌های آمیخته هستند که علاوه بر اثرهای ثابت شامل اثرهای تصادفی ناحیه ویژه نیز هستند (برای آگاهی بیش‌تر ن. ک. چمبرز و تزاویدیز، ۲۰۰۶). بر این اساس همه‌ی براوردگرهای کوچک‌ناحیه‌ای مدل‌مبنا، براوردگرهایی نامستقیم به شمار می‌آیند.

۴آ-۳-۴-۳ رویکرد مدل‌یار

اهمیت به‌کارگیری اطلاعات کمکی، کاربرد آن‌ها به‌خصوص در مرحله‌ی براورد پارامترهای نامعلوم جامعه است. دویل و سارندال (۱۹۹۲)، براوردگرهایی را تحت عنوان براوردگرهای مدل‌یار معرفی کردند. برای محاسبه‌ی این براوردگرها از برازاندن یک مدل خطی (بدون جمله‌ی خطا) به اطلاعات کمکی موجود درباره‌ي واحدهای نمونه‌ای استفاده می‌شود. این نوع براوردگرها که در محاسبه‌ی آن‌ها از اطلاعات کمکی واحدهای جامعه‌ای استفاده می‌شود، مدل‌یار نامیده می‌شوند. اطلاعات کمکی به‌کار گرفته شده، می‌توانند هم گسسته و هم پیوسته باشند. مدل‌یار به این ویژگی براوردگر اشاره دارد که برای به‌کارگیری اطلاعات کمکی درباره‌ی

براورد پارامترهای نامعلوم جامعه‌ای، از مدل‌هایی مانند مدل رگرسیونی خطی (بدون جمله‌ی خطا) استفاده می‌کند. این براوردگرها طرح‌مبنا بوده و برای محاسبه‌ی آن‌ها به فرض‌های مدل رگرسیونی توجهی نمی‌شود.

در رویکرد مدل‌یار برخلاف رویکرد مدل‌مبنا، هیچ مدل احتمالاتی برای تعیین رابطه‌ی بین y و x فرض نمی‌شود. فقط لازم است که بین این متغیرها یک رابطه‌ی غیر صفر وجود داشته باشد. مهم‌ترین براوردگرهای مدل‌یار عبارت‌اند از: براوردگر نسبتی و براوردگر رگرسیونی، و براوردگر رگرسیونی تعمیم‌یافته.

براوردگر مستقیم ساده، به‌خاطر سادگی و سهولت، بسیار گسترده‌تر از براوردگرهای نامستقیم مانند براوردگر همگذاشتی و براوردگر رگرسیونی به‌کار گرفته می‌شود. این براوردگر در برابر طرح نمونه‌گیری مناسب، یک براوردگر ناریب است و واریانس آن به‌راحتی محاسبه می‌شود. با این وجود، وقتی برای براورد ناحیه‌های کوچک که از نمونه‌های طراحی شده‌ی ناحیه‌ی بزرگ، گرفته می‌شوند، از این براوردگر استفاده می‌شود، نظریه‌ی نمونه‌گیری متداول، اطلاعات کمی را درباره‌ی این براوردگر فراهم می‌آورد. به همین دلیل براوردگرهای دیگری طراحی شده‌اند. در ادامه به معرفی براوردگرهای نامستقیم می‌پردازیم.

روش‌های پایه‌گذاری شده روی مدل‌های پیوند دهنده‌ی ضمنی (مانند براوردگر همگذاشتی و ترکیبی) برای براورد کوچک‌ناحیه‌ای بسیار به‌کار گرفته شده‌اند. اما اخیراً، روش‌های براورد نامستقیم بر مبنای مدل‌های پیوند دهنده‌ی صریح (براوردگر فی-هریوت)، به علت مزیّت‌های بیش‌تری که نسبت به روش‌های براورد نامستقیم سنّتی بر اساس مدل‌های پیوند دهنده‌ی ضمنی دارند؛ بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند.

برای تشکیل براوردهای نامستقیم، در دسترس بودن داده‌های کمکی و تعیین مدل‌های پیوند دهنده‌ی مناسب، بسیار مهم هستند. یک مدل مناسب، برای مدیریت این مشکل، زمانی که اندازه‌ی نمونه‌ای کافی نباشد یا اطلاعات لازم در دسترس نباشند، استفاده از مدل‌های آمیخته‌ی خطی تعمیم‌یافته است (رائو و مولینا، ۲۰۱۵؛ جیانگ و لاهیری، ۲۰۰۶).

۴آ-۳-۵ براوردگرهای کوچک‌ناحیه‌ای

۴آ-۳-۵-۱ براوردگر مستقیم

براوردگرهای مستقیم، براوردگرهایی هستند که فقط از مشاهده‌های موجود در نمونه‌ی متعلق به کوچک‌ناحیه‌ها استفاده می‌کنند. در واقع براوردگرهای مستقیم همان براوردگرهای حوزه‌ای هستند، براوردهایی که تنها از اطلاعات واحدهای نمونه‌ای که در حوزه قرار گرفته‌اند استفاده می‌کنند. هرچه اندازه‌ی نمونه‌ای در کوچک‌ناحیه بزرگ‌تر باشد، براوردی که به‌دست می‌آید، دقیق‌تر و در نتیجه اعتبار آن بیش‌تر است. البته به‌دلیل هزینه‌ی زیاد و دیگر ملاحظه‌های اجرایی، تولید یک نمونه با اندازه‌ی بزرگ برای پشتیبانی از براوردهای مستقیم برای کوچک‌ناحیه‌ها، امکان‌پذیر نیست. براوردگر مستقیم ممکن است از اطلاعات معلوم (مانند کل) یک متغیر کمکی، x، مرتبط با متغیر پاسخ، Y، استفاده کند. براوردگرهای مستقیم طرح‌مبنا هستند. از سوی دیگر این براوردگرها از وزن‌های طرحی استفاده می‌کنند و استنباط‌ها بر اساس توزیع احتمالی به دست می‌آید که توسط طرح نمونه‌گیری تعریف می‌شود.

فرض کنید w_j وزن طرحی برای $j \in s$ باشد که در آن s نمونه‌ی اصلی است. فرض کنید براورد کل (t_i) کوچک‌ناحیه‌ی iام مورد نظر باشد. در این صورت ساده‌ترین براوردگر مستقیم، براوردگر هورویتز تامپسون t_i است که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\hat{t}_{i,HT} = \sum_{j \in s_i} w_j Y_j \qquad (۴\text{-}۴)$$

مشروط بر این‌که اندازه‌ی نمونه‌ای در کوچک‌ناحیه‌ی iام صفر نباشد، $n_i \neq ۰$. در رابطه‌ی (۴-۴) s_i نمونه‌ای است که در کوچک‌ناحیه‌ی iام قرار گرفته است.

اطلاعات متغیر کمکی می‌تواند در سطح جامعه یا کوچک‌ناحیه در دسترس باشد. اگر این اطلاعات در سطح جامعه وجود داشته باشد، می‌توان از براوردگر رگرسیونی تعمیم‌یافته $(GREG)$ برای براورد پارامتر کل کوچک‌ناحیه‌ی iام به‌صورت زیر استفاده کرد:

$$\hat{t}_{i,GR} = X' \tilde{\beta}_{i,GREG} + \left(\hat{t}_{i,HT} - \hat{t}_{X,HT} \tilde{\beta}_{i,GREG}\right)$$

که در آن $X' = \sum_{i=۱}^{k} \sum_{j \in U_i} X_j$، $\hat{t}_{X,HT} = \sum_{k \in s} w_k X'_k$ و $\tilde{\beta}_{i,GREG}$ بردار ضریب‌های رگرسیونی است که از برازش Y_{ij} روی X_j به‌دست می‌آید و k تعداد ناحیه‌ها را نشان می‌دهد، یعنی:

$$\tilde{\beta}_{i,GREG} = \left(\sum_{j \in s_i} \frac{w_j X_j X'_j}{c_j} \right)^{-۱} \sum_{j \in s_i} \frac{w_j X_j Y_{ij}}{c_j}$$

که s_i نمونه‌ی کوچک‌ناحیه‌ی iام و c_j مقداری ثابت و مشخص است $(c_j > ۰)$.

۲-۵-۳-آ۴ براوردگر نامستقیم

گاهی برای براورد معتبر پارامتر مورد نظر در یک کوچک‌ناحیه، به‌دلیل کوچک بودن اندازه‌ی نمونه‌ای و یا کافی نبودن مشاهده‌ها یا اطلاعات در آن کوچک‌ناحیه، باید چند کوچک‌ناحیه را در هم ادغام کرد، یا اطلاعات کمکی را از کوچک‌ناحیه‌های مشابه، یا از اطلاعات همان کوچک‌ناحیه در مطالعه‌های گذشته، یا ترکیبی از این‌ها، گرداوری کرد تا اندازه‌ی نمونه‌ای موثر افزایش یابد. چنین براوردگری، براوردگر نامستقیم نامیده می‌شود. بر این اساس سه نوع براوردگر نامستقیم وجود دارند که عبارتند از: براوردگر نامستقیم ناحیه‌ای، براوردگر نامستقیم زمانی و براوردگر نامستقیم ناحیه‌ای و زمانی (شایبل، ۱۹۹۶).

براوردگر نامستقیم ناحیه‌ای، از مقدارهای y مربوط به ناحیه‌ای دیگر در همان زمان استفاده می‌کند. براوردگر نامستقیم زمانی، از مقدارهای y مربوط به دوره‌ی زمانی دیگر مربوط به همان ناحیه استفاده می‌کند. براوردگر نامستقیم ناحیه‌ای و زمانی از مقدارهای y مربوط به کوچک‌ناحیه و دوره‌ی زمانی دیگری استفاده می‌کند.

از پرکاربردترین براوردگرهای نامستقیم می‌توان به براوردگر همگذاشتی، براوردگر همگذاشتی رگرسیونی اصلاح‌شده، براوردگر ترکیبی و براوردگر نمونه وابسته اشاره کرد. در زیر فن‌های براورد نامستقیم سنتی همگذاشتی و ترکیبی تشریح می‌شوند.

۴آ-۳-۵-۲-۱ براوردگر همگذاشتی

براوردگر همگذاشتی از اطلاعات قابل اعتماد یک براوردگر مستقیم برای ناحیه‌ای بزرگ که شامل چند کوچک‌ناحیه است برای دستیابی به یک براوردگر نامستقیم برای کوچک‌ناحیه استفاده می‌کند. فرض می‌شود که این کوچک‌ناحیه دارای مشخصه‌هایی مشابه ناحیه‌ی بزرگ است.

گونزالز (۱۹۷۳) براوردگر همگذاشتی را براوردگری بیان می‌کند که در آن از یک براوردگر نااریب یک ناحیه‌ی بزرگ برای استخراج براوردهای کوچک‌ناحیه‌ای با این فرض که کوچک‌ناحیه‌ها مشخصه‌هایی مانند ناحیه‌ی بزرگ‌تر دارند، استفاده می‌کند. واژه‌ی همگذاشتی به این معنا اشاره دارد که براوردگری که با استفاده از اطلاعات ناحیه‌ی بزرگ محاسبه می‌شود برای کوچک‌ناحیه‌هایی که این ناحیه‌ی بزرگ را می‌سازند، با فرض همگنی این کوچک‌ناحیه‌ها، استفاده می‌شود. براوردگرهای همگذاشتی از ناحیه‌های شبیه هم اطلاعات وام می‌گیرند.

۴آ-۳-۵-۲-۲ براوردگر ترکیبی

ارایی بالقوه‌ی براوردگرهای نامستقیم، $\hat{Y}_{i,ind}$، را می‌توان با ترکیب آن‌ها با براوردگرهای مستقیم، $\hat{Y}_{i,dir}$، از طریق میانگین‌گیری موزون کاهش داد. براوردگر حاصل را براوردگر ترکیبی، $\hat{Y}_{i,Comb}$، می‌نامند.

$$\hat{Y}_{i,Comb} = \emptyset_i \hat{Y}_{i,dir} + (۱ - \emptyset_i)\hat{Y}_{i,ind}$$

که در آن $۰ \leq \emptyset_i \leq ۱$. مقدار بهینه‌ی $\emptyset_i^*$ با کمینه کردن MSE براوردگر $\hat{Y}_{i,Comb}$ تعیین می‌شود. میانگین توان دوم خطای براوردگر ترکیبی، کوچک‌تر از MSE هر یک از مولفه‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن است.

۴آ-۳-۶ مدل‌های کوچک‌ناحیه‌ای

براوردگرهای کوچک‌ناحیه‌ای به دو نوع اصلی بسته به این‌که چگونه مدل‌ها به داده‌های درون کوچک‌ناحیه برازش داده می‌شوند، تقسیم می‌شوند. این دو نوع عبارتند از: سطح‌ناحیه‌ای و سطح واحد آماری. اگر مدل، میانگین کوچک‌ناحیه‌ای متغیر پاسخ (Y) را به متغیرهای کمکی ناحیه‌ویژه (مانند میانگین نمونه‌ای X) پیوند دهد؛ براوردگرهای کوچک‌ناحیه‌ای بر پایه‌ی محاسبه‌های سطح‌ناحیه‌ای هستند. اگر مدل، مقدارهای متغیر پاسخ را به متغیرهای کمکی واحد آماری‌ویژه پیوند دهد؛ این براوردگرها بر پایه‌ی محاسبه‌های سطح واحد آماری خواهند بود. در صورتی که داده‌ها در سطح واحد آماری در دسترس نباشند از براوردگرهای کوچک‌ناحیه‌ای سطح‌ناحیه‌ای استفاده می‌شود.

۴آ-۳-۶-۱ مدل سطح واحد آماری

مدل سطح واحد آماری توسط باتیز و همکاران (۱۹۸۸) معرفی شد. آن‌ها مدل رگرسیونی با خطای آشیانه‌ای زیر را برای براورد محصول ناحیه‌های شهری با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای به‌کار بردند.

$$(۴\text{-}۵)\quad y_{ij} = X'_{ij}\beta + u_i + e_{ij}\,, \quad i = ۱, \ldots, k\,;\; j = ۱, \ldots, n_i\,;\; N = \sum_{i=۱}^{k} n_i$$

که k، تعداد کوچک‌ناحیه‌ها و n_i تعداد واحدهای آماری مشاهده شده در ناحیه‌ی iام به اندازه‌ی N_i است. بردار X_{ij} برداری $p \times ۱$ از متغیرهای کمکی و β برداری $p \times ۱$ از ضریب‌های رگرسیونی نامعلوم است، u_i اثر تصادفی ناحیه‌ی iام با توزیع $N(۰, \sigma_u^۲)$ و خطای تصادفی e_{ij} دارای توزیع $N(۰, \sigma_e^۲)$ است. فرض می‌شود که u_i و e_{ij} به‌طور مستقل از هم توزیع شده‌اند. مدل (۴-۵) مدل مولفه‌های واریانسی نیز نامیده می‌شود. یک فرض مهم در مدل‌های سطح واحد آماری این است که مقدارهای نمونه‌ای از همان مدل مفروض جامعه پیروی می‌کنند، به این معنا که اریبی گزینش وجود ندارد (رائو و مولینا، ۲۰۱۵).

میانگین نمونه با استفاده از مدل (۴-۵) به‌صورت رابطه‌ی (۴-۶) به‌دست می‌آید:

$$\bar{y}_{i.} = \bar{X}_{i.}'\beta + u_i + \bar{e}_{i.} \qquad (۴\text{-}۶)$$

که در آن $\bar{y}_{i.}$، $\bar{X}_{i.}'$ و $\bar{e}_{i.}$ میانگین‌های n_i مشاهده‌ی کوچک‌ناحیه‌ی iام (Y, X) و مانده‌های e هستند.

۴آ-۳-۶-۲ مدل سطح‌ناحیه‌ای

مدل سطح‌ناحیه‌ای، میانگین ویژگی مورد بررسی در کوچک‌ناحیه‌ای را به متغیرهای کمکی ناحیه‌ویژه، ربط می‌دهد. کاربرد مدل سطح‌ناحیه‌ای در براورد کوچک‌ناحیه‌ای زمانی است که اطلاعات آماری در سطح ناحیه در دسترس باشند. برای مثال فرض کنید تنها براوردهای طرح‌مبنای میانگین کوچک‌ناحیه‌ای (براوردهای مستقیم) در دسترس باشند. در این‌صورت اگر داده‌های واحد آماری در دسترس نباشند، استفاده از مدل سطح‌ناحیه‌ای، پیش‌نهاد می‌شود.

یک مدل سطح‌ناحیه‌ای که برای براورد کوچک‌ناحیه‌ای به‌کار می‌رود، مدل فی-هریوت (۱۹۷۹) است. این مدل به‌صورت رابطه‌ی (۴-۷) است:

$$y_i = X_i'\beta + u_i + e_i\,, \quad i = ۱, \dots, k\,; \qquad (۴\text{-}۷)$$

در این مدل X_i برداری $p \times ۱$ از متغیرهای کمکی در کوچک‌ناحیه‌ی iام، β برداری $p \times ۱$ از ضریب‌های رگرسیونی نامعلوم، u_iها اثرهای تصادفی ناحیه‌ویژه و e_iها، نمایانگر خطاهای نمونه‌گیری هستند. اثرهای تصادفی u_i، متغیرهایی مستقل و هم‌توزیع با توزیع $N(۰, \sigma_u^۲)$ و خطاهای e_i، مستقل و هم توزیع و دارای توزیع $N(۰, \sigma_e^۲)$ با واریانس نمونه‌گیری معلوم، $\sigma^۲{}_e$ بوده و از طرفی مستقل از u_iها هستند.

۴-۵ خلاصه‌ی فصل

روش‌های مختلفی برای تولید آمار وجود دارند. این روش‌ها عبارتند از آمارگیری‌های ثبتی، آمارگیری‌های نمونه‌ای، و سرشماری‌ها. داده‌های حاصل از آمارگیری‌های ثبتی سریع و با دقت بالا هستند. آمارگیری‌های ثبتی با استقرار نظام آمارگیری‌های ثبتی قابل اجرا می‌شوند. استقرار این نظام، پیچیده و گران است، ولی هزینه‌های استقرار آن در طول زمان مستهلک می‌شود. در صورتی که آمارگیری‌های ثبتی فراگیر نشده باشد یا نتواند نیازهای آماری کاربران را تأمین کند از آمارگیری‌های نمونه‌ای برای تولید آمار استفاده می‌شود. این روش به سرعت و دقت آمارگیری‌های ثبتی نیست ولی از آن ارزان‌تر است. سرعت و دقت داده‌های حاصل از

آمارگیری‌های نمونه‌ای از سرشماری‌ها بیش‌تر و هزینه‌های تولید داده‌ها در این روش از سرشماری کم‌تر است. سرشماری‌ها اگر چه پرهزینه، وقت‌گیر و دارای دقت کم‌تری نسبت به دو روش آمارگیری ثبتی و آمارگیری نمونه‌ای هستند اما می‌توانند در سطح کوچک‌ترین واحد جغرافیایی در شهر و روستا اطلاعات تولید کنند. به‌علاوه با استفاده از اطلاعات حاصل از سرشماری‌ها، چارچوب نمونه‌گیری‌ها ساخته می‌شود. بنا بر این در تولید داده‌های آماری اولویت با روش ثبتی، سپس نمونه‌گیری و بعد از هر دوی آن‌ها سرشماری است.

با توجه به پیچیدگی‌های مطالب مربوط به انواع روش‌های نمونه‌گیری، آمارگیری‌های مقطعی و پانلی و فن براوردهای کوچک‌ناحیه‌ای این موضوعات به‌صورت افزوده در چهار بخش آورده شده‌اند.

تمرین

۱. اولین اقدام به‌منظور طراحی نظام آمارهای ثبتی در یک سازمان چیست؟

۲. برای این‌که از آمارهای ثبتی یک سازمان بتوان استفاده‌های آماری کرد چه اقداماتی باید هنگام طراحی و استقرار نظام آمارهای ثبتی در این سازمان انجام گیرد؟

۳. فرض کنید سازمانی مسئول، مایل به براوردی از جمعیت مبتلایان به ویروس HIV در کشور است. به این سازمان پیش‌نهاد می‌شود که از اطلاعات ثبت شده از این افراد در مرکزهای درمانی کشور استفاده کند تا جمعیت کل مبتلایان به این ویروس را به‌دست آورد. نظر شما درباره‌ی این پیشنهاد چیست؟ شما چه روشی را پیش‌نهاد می‌کنید؟

۴. قاعده‌های شمارش در سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن را نام برده و مزیت‌ها و عیب‌های هریک را بیان کنید.

۵. در اجرای سرشماری عمومی نفوس و مسکن در ایران شمارش خانوارهای غایب موقت چگونه انجام می‌شود؟

۶. مرکز آمار ایران برای براورد خالص کم‌شماری در سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن از چه روشی استفاده می‌کند؟ توضیح دهید.

۷. مزیت‌ها و عیب‌های سرشماری‌های غلتان را توضیح دهید.

۸. مزیت‌ها و عیب‌های سرشماری همراه با نمونه‌گیری را شرح دهید.

۹. آیا در حال حاضر در ایران امکان اجرای سرشماری ثبتی‌مبنا وجود دارد؟ توضیح دهید.

۱۰. یک آمارگیری نمونه‌ای با ویژگی‌های زیر اجرا شده است:

- خطای پوشانش وجود داشته است،
- برخی از واحدهای نمونه‌ای از شرکت در آمارگیری امتناع کرده‌اند، و
- خطای بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی (پرسش) نیز وجود داشته است.

این گروه پژوهشی مایل است میانگین جامعه‌ای را براورد کند. توضیح دهید که چگونه می‌تواند این کار را انجام دهد. ویژگی این براورد چیست؟

۱۱. در یک آمارگیری از سلامت کودکان کم‌تر از ۵ سال در یک شهر، تعدادی خانوار از چارچوب نمونه‌گیری انتخاب و به آن‌ها مراجعه شد تا از سابقه‌ی واکسیناسیون این کودکان اطلاع‌گیری شود. در این آمارگیری واحد نمونه‌گیری، واحد مرجع و واحد اطلاع‌ده را مشخص کنید.

۱۲. در آمارگیری تمرین ۱۰، چگونه می‌توان خانوارهای غیر واجد شرایط را تشخیص داد؟

۱۳. فرض کنید یک گروه پژوهشی مایل است تعداد افراد معتاد و به هروئین را در شهر کرمان براورد کند. چه روش نمونه‌گیری را برای نیل به این گروه پژوهشی پیش‌نهاد می‌کنید؟

۱۴. طرح آمارگیری از نیروی کار که به‌صورت فصلی توسط مرکز آمار ایران انجام می‌شود، طرحی احتمالی یا نااحتمالی است؟

۱۵. فرض کنید یک گروه پژوهشی مایل است ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی پدران و مادران نوجوانان تیزهوش را که در دبیرستان‌های تیزهوشان تهران آموزش می‌بینند، بررسی کند. چه روش نمونه‌گیری از پدران و مادران این نوجوانان را پیش‌نهاد می‌کنید؟

۱۶. فرض کنید مرکز آمار ایران از یک آمارگیری کشوری، نرخ بیکاری در کشور را براورد کرده است. فرض کنید مسئولان استان سیستان و بلوچستان مایل هستند براوردی از نرخ بیکاری در این استان داشته باشند. چه روشی را برای براورد نرخ بیکاری این استان پیش‌نهاد می‌کنید؟

مرجع‌ها

بدیع‌زادگان، سیّد اکبر (۱۳۷۶)، «تاریخچه‌ی سرشماری نفوس در ایران»، اندیشه‌ی آماری، دوره‌ی ۲، شماره‌ی ۱، صص ۴۷-۵۳.

Battese, G. E., Harter, R. M., and Fuller, W. A., (1988), "An Error Component Model for Prediction of County Crop Areas Using Survey and Satellite Data," *Journal of the American Statistical Association,* 83, 28-36.

Cézard, M., and Lefebvre, O. (2008), *Census Quality*, France: Institut National de la Statistique et des Études Économiques.

Chambers, R., and Tzavidis, N., (2006), "M-quantile Models for Small Area Estimation," *Biometrika*, 93, 2, pp. 255–268.

Cressie, N. (1990), "Weighted Smoothing of Estimated Undercount," *In Proceedings of Bureau of the Census 1990 Annual Research Conference*, Washington, DC: U.S. Census Bureau, 301-325.

_____ (1992), "REML Estimation in Empirical Bayes Smoothing of Census Undercount," *Survey Methodology*, 18, 1, 75-94.

Darroch, J. N., Fienberg, S. E., Glonek, G. F. V., and Junker, B. W. (1993), "A Three-Sample Multiple-Recapture Approach to Census Population Estimation with Heterogeneous Catchability," *Journal of the American Statistical Association,* 88, 423, 1137-1148.

Das, A. C. (1951), "On Two Phase Sampling and Sampling with Varying Probabilities," *Bulletin of International Statistical Institute*, 33, 105-112.

Deville, J. C., and Sarndal, C. E., (1992), *"Calibration Estimation in Survey Sampling," Journal of the American Statistical Association,* 87, 376-382.

Duncan, G. J., Juster, F. T., and Morgan, J. N. (1987), "The Role of Panel Studies in Research on Economic Behavior," *Transportation Research*, 249–263.

Durr, J. M. (2004), "The New French Rolling Census," Working Paper 2, Geneva: *UNECE Conference of European Statisticians*, 1-11.

Fay, R. E., and Herriot, R. A. (1979), "Estimation of Income from Small Places an Application of James-Stein Procedures to Census Data," *Journal of the American Statistical Association,* 74, 269-277.

Gonzalez, M. E. (1973), "Use and Evaluation of Synthetic Estimates," *Proceedings of the Social Statistics Section, American Statistical Association.*

Goodman, Leo A. (1961), "Snowball Sampling," *The Annals of Mathematical Statistics,* 32 no. 1, 148-170.

Hansen, M. M., and Hurwitz, W. N. (1943), "On the Theory of Sampling from Finite Populations," *The Annals of Mathematical Statistics*, 14, 332-362.

Henry, G. T. (1990), *Practical Sampling,* Newbury Park, CA: Sage.

Horvitz, D. G., and Thompson, D. J. (1952), "A Generalization of Sampling without Replacement from a Finite Universe," *Journal of the American Statistical Association*, 47, 663-685.

Jiang, J., and Lahiri, P., (2006), "Mixed Model Prediction and Small Area Estimation," *Sociedad de Estadsticia Investigation operativa*, 15, 1.

Kalton, G., and Citro, C. F. (1993), "Panel Surveys: Adding the Fourth Dimension," *Survey Methodology*, 209–215.

Khawaja, I. (2005), *Probability Proportional to Size Sampling*, PhD dissertation, National College of Business Administration and Economics.

Kish, L. (1979), "Rotating Samples Instead of Censuses," *Asian and Pacific Census Forum*, 6, 1, 1-2 and 12-13.

_____ (1981), *Using Cumulated Rolling Samples to Integrate Census and Survey Operations of the Census Bureau*, Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

_____ (1987), *Statistical Research Design*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Laitila, T., Wallgren, A., and Wallgren, B. (2012), Quality Assessment of Administrative Data- Data Source Quality. Part two of third delverable of work package 4 the BLUE Enterprise ad Trade Statistics project.

Lavrakas, P. J. (2008), *Encyclopedia of Survey Research Methods*, SAGE, volume 1 and 2.

Lazarsfeld, P., F., and Fiske, M. (1983), "The Panel as a New Tool for Measuring Opinion," *Public Opinion Quarterly*, 2, 596-612.

Levy, P. S., and Lemeshow, S. (1991), *Sampling of Populations; Methods and Analysis*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Lohr, S. L. (2010), *Sampling Design and Analysis*, 2nd Edition, Brooks/Cole.

Martin, J., and Roberts, C. (1984), *Women and Employment: a Lifetime Perspective*, London: H.M.S.O.

Moser, C. A., and Kalton, G. (1979), *Survey Methods in Social Investigation*, 2nd Edition, Heinemann Educational Books: London.

Mulry, M. H., and Spencer, B. D. (1991), "Total Error in PES Estimates of Population," *Journal of the American Statistical Association*, 86, 416, 839-855.

Murthy, M. N. (1957), "Ordered and Unordered Estimators in Sampling without Replacement," *Sankhya*, 18, 379-390.

Petersen, C. G. J. (1896), *The Yearly Immigration of Young Plaice, into the Limfjord from the German Sea*, Report of the Danish Biological Station.

Raj, D. (1956), "Some Estimators in Sampling with Varying Probabilities without Replacement," *Journal of the American Statistical Association*, 60, 278-284.

Rao, J. N. K., and Molina, E. (2015), *Small Area Estimation*, 2nd Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Schaible, W. L. (Ed.), (1996), *lndirect Estimation in U.S. Federal Programs*, New York: Springer.

Starck, C. (1994), "The Finnish Longitudinal Census File 1970-1990," *Language Shifts and Migration Studies*, 109, Helsinki: Statistics Finland.

Steel, D. (1997), "Producing Monthly Estimates of Unemployment and Employment according to the International Labour Office Definition (With Discussion)," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 5–46.

United Nations Statistics Division (2008a), *Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses (Reversion 2)*, New York: United Nations.

____ (2008b), *Measuring Population and Housing (Practices of UNECE Countries in the 2000 Round of Censuses)*, New York and Geneva: United Nations.

____ (2010), *Post Enumeration Surveys (Operational Guidelines)*, Technical Report, New York: United Nations.

Thompson, K. (1992), *Sampling*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Thompson, K., and Seber, A. (1996), *Adaptive Sampling*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Wallgren, A., and Wallgren, B. (2014), *Register-based Statistics: Statistical Methods for Administrative Data*, 2nd Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Webber, M. (1994), "Survey of Labour and Income Dynamics: An Overview," *Report, Cat*, 75–201.

Wolter, K. M. (1986), "Coverage Error Models for Census Data," *Journal of the American Statistical Association*, 81, 394, 338-346.

فصل ۵
کیفیت داده‌های آمارگیری

۵-۱ مقدمه

اطلاعات آماری به‌عنوان محصول‌های نهایی یک نظام آماری، باید به‌گونه‌ای تولید شوند که برای استفاده، مناسب و مطلوب باشند. امروزه مفهوم کیفیت «مناسب بودن برای استفاده» است. در گذشته‌های دور مفهوم کیفیت فقط به درستی داده‌ها تعبیر می‌شد و از میزان درستی داده‌های آماری، که با وارون میانگین توان دوم خطا ($۱/MSE$) سنجیده می‌شود، به‌عنوان معیاری برای ارزیابی کیفیت داده‌های آمارگیری استفاده می‌شد. اما این معیار به تنهایی برای ارزیابی کیفیت داده‌های آمارگیری مناسب نیست، زیرا میزان درستی با هزینه‌ی آمارگیری و زمان آماده شدن داده‌ها برای انتشار رابطه‌ی معکوس دارد. به این معنا که هر چه درستی داده‌ها بزرگ‌تر باشد هزینه‌ی بیش‌تری برای اجرای فرایند آمارگیری و نیز زمان بیش‌تری برای آماده‌سازی داده‌ها برای انتشار لازم است. این امر با محدودیت‌های مالی و تامین به‌موقع نیاز کاربران در تضاد است. به‌عبارت دیگر داده‌های آماری که با تاخیر ارائه شوند، دیگر برای استفاده‌ی کاربران مناسب نیستند. با این ترتیب مفهوم کیفیت، مفهومی چند بعدی و پیچیده در نظر گرفته شده است که جنبه‌های مختلفی از مناسب بودن برای استفاده را در بر می‌گیرد.

اهمیت اطلاعات آماری با کیفیت در همه‌ی کارها از جمله برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای شامل سیاست‌گذاری‌ها، هدف‌گذاری‌ها، خط مشی‌ها و نیز هدایت امور اجرایی و ارزیابی آن‌ها به‌قدری مهم است که بسیاری از کارشناسان، اطلاعات آماری را زیربنای برنامه‌ریزی‌ها به‌شمار می‌آورند. لذا برنامه‌ریزی‌های متکی بر اطلاعات آماری دقیق و روزامد، یکی از رمزهای موفقیت و پیشرفت هر نهاد اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و سیاسی است.

سازمان‌های آماری همواره در تلاش هستند تا آمارهایی با کیفیت بالا تولید کنند. این تلاش با تمرکز آن‌ها روی «مدیریت نظام‌مند کیفیت» دنبال می‌شود. یک رویکرد در این خصوص به مدیریت کیفیت جامع (TQM) معروف است. مدیریت کیفیت جامع رویکردی برای بهبود مستمر کیفیت آمارها با در نظر گرفتن همه‌ی سطح‌ها و وظیفه‌های سازمان آماری است. در حوزه‌ی

آمار رسمی چارچوب‌های کیفیت مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله‌ی این چارچوب‌ها می‌توان به مقررات آماری اروپا (CoP)، چارچوب ارزیابی کیفیت داده‌های صندوق بین‌المللی پول (DQAF) و چارچوب ارزیابی کیفیت اداره‌ی آمار کانادا (QAF) اشاره کرد. با توجه به تعدد چارچوب‌ها و رویکردهای تضمین یا ارزیابی کیفیت در کشورهای مختلف، بخش آمار سازمان ملل متحد تصمیم گرفت که چارچوبی کلی که به‌طور تقریبی در برگیرنده‌ی چارچوب‌های موجود و تکمیل شده‌ی آن‌ها باشد، تدوین و در اختیار کشورهای عضو قرار دهد. این چارچوب، چارچوب ملی تضمین کیفیت (NQAF) نام گرفت.

در بخش دوم، تعریفی از کیفیت داده‌های آماری و مولفه‌های آن ارائه می‌شود. در بخش سوم تعریف کیفیت از دیدگاه آمارشناسان ارائه می‌شود. بخش چهارم به شیوه‌های ارزیابی کیفیت داده‌های آماری اختصاص دارد. در بخش پنجم درباره‌ی بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری بحث می‌شود و در بخش ششم به برخی چارچوب‌های کیفیت و کلیات چارچوب ملی تضمین کیفیت اشاره خواهد شد.

۵-۲ مفهوم کیفیت در آمارهای رسمی

توجه به کیفیت محصول و بهبود آن از ده‌ها سال پیش مورد توجه پژوهش‌گران و تولیدکنندگان محصول‌ها بوده‌است. کیفیت آمارهای رسمی هم که حکم کالاهایی دارند که با توجه به نیاز کاربران تولید می‌شوند، همواره مورد توجه سازمان‌های تولیدکننده‌ی داده‌های آمارگیری بوده است.

با توجه به این‌که داده‌های آمارگیری، کاربران متفاوتی دارند و هر کاربر هدف متمایزی برای استفاده از داده‌های آمارگیری دارد، ایده‌های مختلفی در مورد آن‌چه کیفیت داده‌ها را تشکیل می‌دهد وجود دارد و نمی‌توان تعریف استانداردی برای کیفیت داده‌های آمارگیری در نظر گرفت. در سال‌های اخیر مولفه‌های کیفیت متعددی از سوی سازمان‌های آماری ملی یا سازمان‌های آماری بین‌المللی ارائه شده‌اند، که در بیش‌تر مولفه‌ها مشترک هستند. به‌طور تقریبی تمامی تعریف‌هایی که برای کیفیت داده‌های آمارگیری وجود دارند، دربردارنده‌ی شش مولفه‌ی مهم ارتباط، درستی، روزامدی، دسترسی‌پذیری، تفسیرپذیری و انسجام هستند. برخی تعریف‌ها از کیفیت داده‌های آمارگیری شامل مولفه‌های محتوا (آمار سوئد) و جامعیت (آمار اروپا) نیز هستند. هر مولفه‌ی کیفیت شامل زیر مولفه‌های خاص خود است. به‌عنوان مثال مولفه‌ی درستی که با وارون خطای کل آمارگیری (MSE) اندازه‌گیری می‌شود، شامل مولفه‌های واریانس و اریبی‌های متفاوت است. واریانس پاسخ و واریانس پرسش‌گر دو مولفه‌ی واریانس و اریبی پاسخ یکی از مولفه‌های اریبی در خطای کل آمارگیری هستند.

عامل‌هایی مانند حفظ محرمانگی اطلاعات آماری، بار پاسخ‌گویی، و استفاده از فناوری‌های نوین در مرحله‌های اطلاع‌گیری و پردازش داده‌ها نیز وجود دارند که روی بهبود مولفه‌های کیفیت اثر می‌گذارند. بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری متناظر با «تغییر» است. این تغییر را می‌توان در مولفه‌های فرایند آمارگیری (فصل ۲) ایجاد کرد. مانند تغییر در روش روزامدسازی (پوشانش بیش‌تر) چارچوب نمونه‌گیری، تغییر در ابزار گرداوری اطلاعات، تغییر در روش‌های آموزش و ... . برخی از سازمان‌های تولیدکننده‌ی آمار برای بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری راهنماهایی تهیه کرده‌اند. بخش آمار سازمان ملل متحد نیز اصل‌هایی را برای تولید آمارهای

رسمی با عنوان «اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی» (فصل ۱) به تصویب مجمع عمومی این سازمان رسانده‌است.

تضمین کیفیت آمارهای رسمی از تعیین شرایطی در محیط بیرونی یک سازمان آماری و محیط داخلی آن تا اندیشیدن تمهیداتی در فرایندهای گرداوری داده‌ها و ارزیابی کیفیت آماره‌های حاصل را شامل می‌شود. در این بین انجام اقدام‌هایی برای ارتقای کیفیت در سه مرحله‌ی طراحی، آمادەسازی برای اجرا و گرداوری و آمادەسازی داده‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این اقدام‌ها در مرحله‌های نام برده شده به‌گونه‌ای صورت می‌گیرند که سبب بهبود مولفه‌های کیفیت آمارهای رسمی شوند. به‌عنوان مثال در زمان ساختن چارچوب نمونه‌گیری برای اجرای یک طرح آمارگیری باید به‌گونه‌ای عمل کرد که خطای پوشانشی یعنی تفاوت بین چارچوب نمونه‌گیری و جامعه‌ی هدف حداقل شود. این امر اریبی پوشانشی و MSE را کوچک کرده و در نتیجه مولفه‌ی درستی را افزایش می‌دهد. به‌عنوان مثالی دیگر، گروه پژوهش، پرسش‌نامه‌ی آمارگیری را باید به نحوی طراحی کنند که روایی و پایایی (فصل ۶) بالا داشته باشد.

عمومی‌ترین مولفه‌های کیفیت داده‌های آماری در ادامه تعریف می‌شوند (بایمر و لای‌برگ، ۲۰۰۳).

۵-۲-۱ ارتباط

ارتباط داده‌های آمارگیری، میزان براورده کردن نیازهای واقعی کاربران را نشان می‌دهد. به این معنا که چقدر آمارهای تولیدشده توسط سازمان آماری با موضوع‌های مورد نیاز کاربران هم‌خوانی دارند و چقدر مطابق با مفهوم‌های مورد بحث روز هستند.

برای رسیدن به این مولفه‌ی کیفیت نیاز به ارتباط مداوم با کاربران آمارها است. هم برای دانستن نیازهای فعلی و هم برای پیش‌بینی نیازهای آینده‌ی آن‌ها. بنا بر این ارزیابی ارتباط داده‌های آمارگیری به تغییر در نیازهای کاربران وابسته است. در کل برای ارزیابی این مولفه باید سه فرایند ارتباط با کاربران، بازنگری در برنامه‌ها و تعیین اولویت‌ها را در نظر گرفت.

۵-۲-۲ درستی

درستی داده‌های آمارگیری، میزان نزدیک‌بودن مقدار واقعی پارامتر جامعه‌ای و مقدار براوردشده را بیان می‌کند. علاوه بر این‌که باید نیازهای کاربران را به‌خوبی شناسایی کرد، باید بتوان آن مفهوم‌ها را به دقت اندازه‌گیری کرد. در عمل نمی‌توان به اندازه‌گیری دقیق از یک خصیصه دست یافت. سازمان‌های آماری با در نظر گرفتن محدوده‌هایی برای خطا به تولید آمارهای رسمی می‌پردازند.

این بعد کیفیت به‌طور معمول با عبارت خطای آماری بررسی می‌شود. هر چه داده‌ها خطای کم‌تری داشته باشند، دقیق‌تر هستند. خطاهای آمارگیری به دو نوع خطای نمونه‌گیری و خطای غیرنمونه‌گیری تقسیم می‌شوند. خطای غیرنمونه‌گیری، شامل خطاهای پردازش، اندازه‌گیری، مشخص‌سازی، بی‌پاسخی و پوشش و ... است. از دیدگاه دیگر می‌توان خطا را به مولفه‌های واریانس و اریبی تجزیه کرد.

برای بهبود درستی، نمی‌توان فقط داده‌های نهایی را در نظر گرفت بلکه باید در مرحله‌های طراحی و اجرا نیز تدبیرهایی اندیشید. حتی برای سنجش درستی، بهتر است برخی اطلاعات مورد نیاز را در مرحله‌های طراحی و اجرای آمارگیری تهیه کرد.

۵-۲-۳ روزامدی

پس از این که مفهوم‌های مربوط به نیازهای کاربران به‌طور مناسب در نظر گرفته شده و به درستی اندازه‌گیری شدند، باید به موقع نیز در اختیار آنان قرار گیرند.

مولفه‌ی روزامدی به فاصله‌ی زمانی بین زمان مرجع (یا انتهای زمان مرجع) که داده‌ها مربوط به آن هستند و زمان در دسترس قرار گرفتن داده‌ها اشاره دارد. در برخی موردهای خاص، زمان بین شروع فعالیت‌های آمارگیری و انتشار داده‌ها را برای سنجش معیار روزامدی در نظر می‌گیرند.

با پیشرفت علم و فناوری، کاربران انتظار دارند که داده‌ها هرچه سریع‌تر آماده شوند. ولی سریع‌تر حاضر شدن داده‌ها از درستی آن‌ها می‌کاهد. برای تعیین میزان شاخص روزامدی باید در مرحله‌ی طراحی، میزان درستی قابل قبول و هزینه را نیز مد نظر قرار داده و به یک تعادل بین این سه عامل رسید.

۵-۲-۴ دسترسی‌پذیری

میزان سهولت در دسترسی کاربران به داده‌های آماری، یکی دیگر از مولفه‌های کیفیت داده‌ها است. کاربران باید به‌راحتی بتوانند از وجود داده‌های آماری آگاهی یابند (از طریق مصاحبه، کاتالوگ، سال‌نامه‌های آماری، اینترنت و ...). روش در اختیار قرار گرفتن فایل داده‌ها باید مشخص باشد تا در صورت نیاز، کاربر بتواند آن را سفارش دهد. داده‌ها باید در محیطی باشند که کاربر بتواند از آن‌ها به راحتی استفاده کند یا قابل تبدیل به قالب مورد نیاز او باشند. سیاست قیمت‌گذاری داده‌ها مناسب باشد به گونه‌ای که هزینه‌ی سفارش داده‌ها طوری باشد که کاربران بتوانند از آن‌ها استفاده کنند.

۵-۲-۵ مقایسه‌پذیری

برای این که کاربر بتواند داده‌های تولید شده توسط یک سازمان آماری را به خوبی تفسیر کند، باید بداند که چه چیزی، چگونه و با چه دقتی اندازه‌گیری شده است؟ در غیر این‌صورت دچار اشتباه شده و تحلیل مناسبی از داده‌ها نخواهد داشت. پس سازمان‌های آماری باید همراه با انتشار داده‌ها، اطلاعات زیر را نیز منتشر کنند:

۱- تعریف‌ها، طبقه‌بندی‌ها، مفهوم‌ها و استانداردهایی که داده‌ها بر اساس آن‌ها منتشر شده‌اند،
۲- روش‌شناسی به کار گرفته شده در گرداوری داده‌ها، و
۳- شاخص‌هایی مبنی بر میزان درستی و کیفیت داده‌ها.

اگر کاربر به‌طور دقیق بداند که چه چیزی مورد سنجش قرار گرفته است، می‌تواند میزان مرتبط‌بودن داده‌ها را با موضوع مورد نیازش فهمیده و بنا بر این دسترسی به داده‌های مورد نیاز او آسان‌تر خواهد بود. همچنین اگر تعریف‌ها و استانداردهای به‌کار گرفته شده با استانداردهای

ملی و بین‌المللی مطابقت داشته باشند، مقایسه‌های ملی و بین‌المللی امکان‌پذیر خواهند بود. ارزیابی درستی داده‌ها نیز باید در اطلاعات تکمیلی موجود باشد. اطلاعات تکمیلی یا فراداده‌ها باید به‌گونه‌ای نوشته شوند که به راحتی برای همه‌ی کاربرها قابل‌فهم باشد.

۵-۲-۶ انسجام

چقدر می‌توان داده‌های آمارگیری را با دیگر داده‌های آمارگیری که با عنوان‌های مشابه ولی در مقطع‌های زمانی مختلف تولید شده‌اند یا داده‌هایی که با عنوان‌های متفاوت ولی در همین مقطع زمانی گردآوری شده‌اند، به کار برد؟ هرچه داده‌های تولید شده، قابلیت تطبیق بیش‌تری برای استفاده در موردهای مشابه را داشته باشند، منسجم‌تر هستند. برای رسیدن به داده‌های منسجم باید از چارچوب‌ها، مفهوم‌ها و طبقه‌بندی‌های استاندارد و مطابق با استانداردهای بین‌المللی و همچنین روش‌شناسی و نظام‌های مشترک برای طراحی، گردآوری و پردازش داده‌ها استفاده شود.

برخی از سازمان‌های آماری ملی به دلیل ارتباط بین مولفه‌های پنجم و ششم، این دو مولفه را ترکیب کرده و تحت یک مولفه با عنوان «مقایسه‌پذیری و انسجام» در مولفه‌های کیفیت داده‌های آمارگیری در نظر گرفته‌اند.

۵-۳ کیفیت داده‌های آمارگیری از منظر آمارشناسان

در فصل ۲ درباره‌ی فرایند آمارگیری بحث شد. کارشناسانی با تخصص‌های مختلف در انجام این فرایند فعالیت می‌کنند. آمارشناس به فردی اطلاق می‌شود که با هر تخصصی که دارد در فرایند تولید و انتشار آمارهای رسمی نقش داشته باشد. با این تعریف، در زیر مفهوم کیفیت را از دیدگاه آمارشناسان با وظایف مختلف می‌آوریم.

۵-۳-۱ کیفیت داده‌های آمارگیری از نظر آمارشناسان نظری

آمارشناسان نظری مولفه‌ی مهم کیفیت را استفاده از مباحث جدید در علوم آماری در گزینش نمونه و براورد به منظور بهبود درستی براوردها می‌دانند.

ایده‌ی اصلی در علم آمار ساختن گزاره‌های احتمالی از قسمتی (نمونه‌ای) از جامعه درباره‌ی کل (جامعه) است. به این کار «استنباط آماری» گفته می‌شود. علم آمار پایه‌ای برای همه‌ی فن‌ها، هم در طراحی آمارگیری، هم در گردآوری و تحلیل داده‌ها ارائه می‌کند. آمارشناس نظری سعی در ارائه و ابداع روش‌های گزینش نمونه دارد به‌طوری که نمونه‌ی گزینش شده نمایانگر جامعه باشد. به‌علاوه تلاش دارد تا از رابطه‌هایی برای براورد (براوردگر) استفاده کند به‌طوری که کارایی بیش‌تری نسبت به سایر براوردگرها داشته باشد.

۵-۳-۲ کیفیت داده‌های آمارگیری از نظر روش‌شناسان آمارگیری

روش‌شناسان آمارگیری کیفیت را در طراحی مناسب آمارگیری می‌دانند به‌طوری که واریانس‌ها و ضریب تغییرات براوردگرها کوچک باشد. آن‌ها می‌خواهند نرخ پاسخ بالایی داشته‌باشند و از روش‌های مناسب جانهی استفاده کنند.

روش‌شناس آمارگیری شخصی است که تمایلی قوی بر درستی آماره‌های تولیدی دارد. این شخص درستی را با براورد واریانس طرح‌مبنا یا ضریب تغییرات اندازه می‌گیرد. علاوه بر

درستی، هزینه‌ی آمارگیری نیز برای او مهم است. روش‌شناس آمارگیری با زمینه‌ی روان‌شناختی یا جمعیت‌شناختی علاقمند به بررسی نحوه‌ی مشارکت واحدهای نمونه‌ای در آمارگیری و شیوه‌ی پاسخ‌گویی به پرسش‌ها (ی پرسش‌نامه) است.

۵-۳-۳ کیفیت داده‌های آمارگیری از نظر کارشناسان موضوعی

از نظر کارشناسان موضوعی، کیفیت، معنا داشتن داده‌های آمارگیری است. آن‌ها روشن بودن تعریف‌ها و مفهوم‌ها و انسجام در ارائه‌ی داده‌ها را مهم می‌دانند.

کارشناس موضوعی در یک سازمان آماری کارشناسی با تخصص مرتبط با موضوع آمارگیری است. به‌عنوان نمونه در یک آمارگیری کشاورزی یا کارگاهی کارشناسان با تحصیلات کشاورزی و صنایع می‌توانند به‌ترتیب کارشناس موضوعی آمارگیری‌های کشاورزی و کارگاهی باشند. کارشناسان موضوعی اغلب اقتصاددان، جمعیت‌شناس، جامعه‌شناس، مهندس کشاورزی، متخصص فناوری اطلاعات و ... هستند. وظیفه‌ی مهم کارشناسان موضوعی بررسی داده‌های آمارگیری قبل از انتشار است تا از بامعنا بودن و سازگاری آن‌ها با داده‌های آمارگیری تولید شده در گذشته اطمینان حاصل کنند.

۵-۳-۴ کیفیت داده‌های آمارگیری از نظر مدیران تولید آمارهای رسمی

مدیران تولید آمارهای رسمی، کیفیت را به معنای موفقیت در تولید آمارهای مورد نیاز کاربران در قالب اعتبار (هزینه‌ی) پیش‌بینی شده و روزامدی می‌دانند.

مدیر آمارگیری وظیفه‌ی بهینه‌سازی اجرای آمارگیری را از طریق نظارت بر عملیات میدانی، تخصیص اعتبار آمارگیری (انجام هزینه‌ها)، رفع به‌موقع کمبودها و مانع‌ها، روزامدی آمارها و ... به‌عهده دارد. برای مثال، هر آمارگیری که به کمک پرسش‌گر انجام می‌شود به‌طور معمول با ریزش پرسش‌گر مواجه است. این امر ممکن است به‌دلیل بیماری یا خروج پرسش‌گر از سازمان اجرایی آمارگیری رخ دهد. یکی از وظایف مدیر آمارگیری پیش‌بینی این واقعه و برنامه داشتن برای تامین پرسش‌گرهای جایگزین است.

۵-۳-۵ کیفیت داده‌های آمارگیری از نظر کارشناسان فناوری اطلاعات

کارشناسان فناوری اطلاعات، کیفیت را رایانه‌ای کردن گرداوری داده‌ها، ادیت، جانهی، جدول‌سازی و انتشار داده‌ها می‌دانند.

کارشناس فناوری اطلاعات نقش مهمی در سامانه‌ای کردن فرایند یک آمارگیری برای مهیاسازی داده‌های آمارگیری در قالبی مناسب دارد. فرایند یک آمارگیری شامل مرحله‌هایی مانند شیوه‌ی گرداوری داده‌ها، پردازش داده‌ها (شامل واردسازی و ویرایش داده‌ها)، جدول‌سازی و تهیه‌ی فایل‌های انتشاراتی است. کارشناس فناوری اطلاعات وظیفه‌ی رایانه‌ای کردن این مرحله‌ها را به‌عهده دارد.

۵-۴ ارزیابی کیفیت داده‌های آمارگیری

همان‌طور که اشاره شد، آمار یک نوع کالا است که تولید آن با توجه به نیازهای آماری صورت می‌گیرد. آمار هم مانند سایر کالاها باید با ذکر مشخصات کیفی در دسترس ذی‌نفعان قرار گیرد.

همان‌طور که کاربران یک کالای خاص، به‌طور مثال نوعی شکلات، حق دارند از عنصرهای تشکیل‌دهنده‌ی آن مطلع شوند تا بر اساس سلیقه یا وضعیت جسمانی بتوانند در مورد خرید و مصرف آن تصمیم بگیرند، کاربران آمارها نیز حق دارند تا از کیفیت داده‌های آمارگیری آگاه شوند. این آگاهی به آنان کمک می‌کند تا میزان اتکا به آمارها را با توجه به هدف‌های کاربردی تعیین کنند. اندازه‌گیری و کمّی‌سازی کیفیت داده‌های آمارگیری با توجه به ماهیت مولفه‌های کیفیت، کاری مشکل و ناممکن است زیرا برخی از مولفه‌های کیفیت، کمیّت‌پذیر نبوده یا علی‌رغم کمیّت‌پذیری، قابلیت تجمیع و تعیین یک عدد که نمایانگر کیفیت داده‌های آمارگیری باشد را ندارند. به‌عنوان مثال واحد مولفه‌ی روزامدی، زمان است ولی مولفه‌ی ارتباط با درصد بیان می‌شود. به منظور ارزیابی کیفیت داده‌های آمارگیری لازم است تک تک مولفه‌های کیفیت ارزیابی شوند.

۵-۴-۱ مولفه‌ی ارتباط

یکی از روش‌های ارزیابی میزان ارتباط داده‌های تولیدشده با نیاز کاربران، انجام نظرپرسی از آن‌ها است. این نظرپرسی با هدف ارزیابی میزان تأمین نیازهای آماری کاربران، استفاده از تعریف‌ها و مفهوم‌های مناسب در تولید آمارها و در نهایت میزان رضایت‌مندی کاربران از اطلاعات منتشر شده، مانند تعداد نشریه‌ها یا سهولت دسترسی به دادگان انجام می‌شود. نتیجه‌های این نظرپرسی می‌تواند به‌صورت درصد یا شاخصی که رضایت‌مندی کاربران را توصیف می‌کند، بیان شوند.

به منظور اجرای نظرپرسی لازم است فهرست کاربران اطلاعات آماری مورد نظر تهیه شود. این فهرست باید شامل انواع کاربران بر حسب نوع نیاز آماری، نوع دسترسی، نوع کاربری، وابستگی سازمانی (دولتی، خصوصی یا تعاونی) و ... باشد. این شیوه‌ی طبقه‌بندی به سازمان آماری کمک می‌کند تا با شناخت کاربران اطلاعات آماری به طراحی فرایند نظرپرسی بپردازد.

۵-۴-۲ مولفه‌ی درستی

اشاره شد که درستی، فاصله‌ی بین مقدار براورد شده و مقدار واقعی پارامترهای جامعه‌ای را اندازه‌گیری می‌کند. درستی تابعی از خطای کل آمارگیری شامل خطای نمونه‌گیری و خطای غیرنمونه‌گیری است. کیش (۱۹۶۵) عکس خطای کل آمارگیری (شامل واریانس و اریبی) را درستی نامید. در فصل ۳ اشاره شد که خطای کل آمارگیری حاصل جمع خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری است. خطای کل آمارگیری با MSE اندازه‌گیری می‌شود. باید توجه داشت که تمام مولفه‌های خطای غیرنمونه‌گیری قابل اندازه‌گیری نیستند لذا این خطا برای هر آمارگیری با چشم‌پوشی یا براورد این گونه مولفه‌ها براورد می‌شود. برای مثال خطای پوشانش یکی از مولفه‌های خطای غیرنمونه‌گیری است. این خطا ناشی از عدم تطابق چارچوب نمونه‌گیری و جامعه‌ی هدف است. از آن‌جا که به‌طور معمول اطلاعی از خطای پوشانش وجود ندارد بنا بر این کمّی کردن این خطا و استفاده از آن در کمّی کردن خطای کل آمارگیری وجود ندارد. خطای پوشانش می‌تواند منجر به اریبی منفی یا مثبت در آماره‌های آمارگیری شود.

۵-۴-۳ روزامدی

تاریخ انتشار داده‌های آمارگیری‌ها نیز مانند بسیاری از کالاها هرچه به زمان تولید (گرداوری داده‌ها) نزدیک باشد، قابلیت استفاده‌ی بیش‌تری دارد. زیرا داده‌ها و آماره‌های آمارگیری‌ها وضعیت جامعه‌های آمارگیری شده را در زمان آمارگیری توصیف می‌کنند. فاصله‌ی زمانی بین آمارگیری و انتشار داده‌های حاصل از آن بستگی به وسعت جامعه‌ی هدف، اندازه‌ی نمونه‌ای، ابزار اندازه‌گیری، ابزار پردازش داده‌ها، شیوه‌ی پاک‌سازی داده‌ها و شیوه‌ی انتشار آن‌ها دارد. بنا بر این شاید نتوان طول مدت معینی را به‌عنوان استانداردی برای ارزیابی روزامدی داده‌های منتشر شده تعیین کرد. یک شیوه‌ی ارزیابی این مولفه‌ی کیفیت، نظرپرسی از کاربران اصلی و بررسی میزان رضایت‌مندی آن‌ها از زمان انتشار اطلاعات آماری است.

۵-۴-۴ دسترسی‌پذیری

داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها هنگامی ارزشمند خواهند بود که به راحتی و در قالبی مناسب در دسترس کاربران باشند. این مولفه‌ی کیفیت را نیز می‌توان با انجام نظرپرسی در مورد سهولت دسترسی کاربران به اطلاعات آماری و مناسب بودن محیط فایل خرددادهها یا کلان‌داده‌ها و همین‌طور فرادادهای آن‌ها ارزیابی کرد.

۵-۴-۵ مقایسه‌پذیری

یکی از مولفه‌های کیفیت آماره‌های آمارگیری، مقایسه‌پذیری آن‌ها در طول زمان و در منطقه‌های جغرافیایی مختلف است. در سال‌های اخیر به مقایسه‌پذیر بودن آماره‌های آمارگیری در سطح بین‌المللی توجه ویژه‌ای شده است. به کارگیری تعریف‌ها و طبقه‌بندی‌های یکسان در تولید داده‌های آماری، مقایسه‌پذیری آماره‌های آمارگیری را در طول زمان و در سطح بین‌المللی میسر می‌کند. برای مثال اگر نرخ بیکاری که به‌طور معمول از طرح آمارگیری نیروی کار براورد می‌شود، بر اساس تعریفی استاندارد باشد، این نرخ هم در طول زمان و هم در سطح جامعه‌ها (کشورها)ی مختلف مقایسه‌پذیر خواهد بود.

به‌طور معمول سازمان‌های بین‌المللی مانند نهادهای وابسته به سازمان ملل در تلاش هستند تا با پیش‌نهاد تعریف‌ها و طبقه‌بندی‌های آماری به کشورهای عضو، آن‌ها را به تولید داده‌ی آمارگیری مقایسه‌پذیر ترغیب کنند. برای مثال می‌توان به تعریف شاغل که توسط سازمان بین‌المللی کار (ILO) و نیز نظام حساب‌های ملی (SNA) که توسط بخش آمار سازمان ملل متحد (UNSD) پیش‌نهاد شده‌اند، اشاره کرد.

این مولفه‌ی کیفیت را می‌توان با بررسی تعریف‌ها و طبقه‌بندی‌های آماری به کار رفته در تولید داده‌های آمارگیری و تغییرات آن‌ها در طول زمان در مناطق مختلف ارزیابی کرد.

۵-۴-۶ انسجام

کاربران داده‌های آمارگیری باید آگاه شوند که آیا داده‌های حاصل از یک طرح آمارگیری در مقطع‌های زمانی و اجراهای متفاوت قابل مقایسه هستند؟ به عبارت دیگر کاربران باید بدانند که آیا در شیوه‌ی تولید داده‌های این طرح تغییری حاصل شده است؟ این تغییر می‌تواند در تعریف‌ها، رده‌بندی‌ها، روش نمونه‌گیری، روش‌های گرداوری و پردازش داده‌ها باشند. تحقق هریک از این

تغییرها در یک طرح آمارگیری، داده‌های حاصل از آن را غیر قابل مقایسه در طول زمان و روی مکان می‌کند.

طرح آمارگیری نیروی کار که توسط مرکز آمار ایران به‌صورت فصلی اجرا می‌شود، مثال روشنی از نبود مولفه‌ی انسجام در این طرح آمارگیری است. نام، تعریف شاغل، زمان آمارگیری و روش نمونه‌گیری این طرح بعد از سال ۱۳۸۴ متفاوت از قبل از این سال است. بنا بر این داده‌ها و شاخص‌های حاصل از این طرح در طول زمان و روی مکان سازگار نیستند. نام طرح قبل از سال ۱۳۸۴ آمارگیری از ویژگی‌های اشتغال و بیکاری خانوار بوده است. به غیر از دو سال آخر اجرای این طرح که در چهار فصل سال اجرا شد، براورد نرخ بیکاری حاصل از این طرح برای آبان‌ماه هر سال ارائه می‌شد. تعریف فرد شاغل در این طرح تعریفی بود که ILO پیش‌نهاد کرده بود. این تعریف فردی را شاغل می‌دانست که در هفته‌ی مرجع (آمارگیری) حداقل دو روز کار با مزد داشته است. روش نمونه‌گیری این طرح نیز خوشه‌ای دو مرحله‌ای بوده است. پس از سال ۱۳۸۴، نام طرح به آمارگیری نیروی کار تغییر یافته و به‌صورت فصلی با روش نمونه‌گیری چرخشی انجام می‌شود. تعریف فرد شاغل در این طرح مطابق با تعریف جدید ILO تعیین شده است که در آن فردی که در هفته‌ی مرجع حداقل یک ساعت کار با مزد داشته باشد، شاغل است. با توجه به تفاوت‌های این دو طرح، نمی‌توان شاخص‌های حاصل از آن‌ها را در طول زمان و روی مکان مقایسه کرد.

ارزیابی مولفه‌ی انسجام در هر طرح آمارگیری با شناخت طرح و تغییرات احتمالی آن در طی زمان و روی مکان صورت می‌گیرد. این مولفه‌ی کیفیت، کیفی است و قابلیت کمی شدن را ندارد.

۵-۵ بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری

نتیجه‌های ارزیابی مولفه‌های کیفیت، راهنمایی کلیدی در تصمیم‌گیری برای بهبود داده‌های حاصل از هر آمارگیری است. گاهی بهبود کیفیت نیاز به تغییری جزئی در فرایند آمارگیری و گاهی نیاز به اقدام‌هایی پیچیده دارد. بهبود کیفیت مرتبط با تغییر در اقدام‌های عملیاتی است که به‌صورت مناسب اجرا نمی‌شوند. بنا بر این اقدام‌های لازم برای بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری در طرح‌های آمارگیری ممکن است متفاوت باشند.

به منظور بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری‌ها لازم است در هر مرکز تولیدکننده‌ی آمار، گروهی تعریف شده در ساختار سازمانی مسئولیت ارزیابی کیفیت داده‌های آمارگیری را به عهده داشته باشد. این گروه می‌تواند با نظارت بر فرایند آمارگیری (فصل ۲) پیش‌نهادهایی در خصوص بهبود اجرای مولفه‌های فرایند آمارگیری ارائه کند. برای مثال گروه کیفیت می‌تواند با تهیه‌ی بازبینه‌ای شیوه‌ی اجرای طرح آمارگیری را ارزیابی کند. به علاوه این گروه می‌تواند پرسش‌هایی برای ارزیابی نحوه‌ی اجرای عملیاتی که می‌تواند با خطا انجام شود، طراحی کرده و با نظارت بر شیوه‌ی اجرای آن‌ها به پرسش‌ها پاسخ داده و در صورت لزوم راه‌هایی را برای بهبود کیفیت فرایندها ارائه کند. برای مثال پرسش‌های زیر را می‌توان در نظر گرفت.

- تا چه اندازه شیوه‌ی جذب پرسش‌گران مناسب بوده است؟ کم☐ متوسط☐ زیاد☐
- تا چه اندازه شیوه‌ی آموزش پرسش‌گران مناسب بوده است؟ کم☐ متوسط☐ زیاد☐
- تا چه اندازه شیوه‌ی پرسش‌گری پرسش‌گران مناسب بوده است؟ کم☐ متوسط☐ زیاد☐

- تا چه اندازه کدگذاری مشاغل توسط کدگذاران مناسب بوده است؟ کم☐ متوسط☐ زیاد☐
- تا چه اندازه شیوه‌ی پاک‌سازی فایل داده‌ها مناسب بوده است؟ کم☐ متوسط☐ زیاد☐
- تا چه اندازه شیوه‌ی استخراج و انتشار داده‌ها مناسب بوده است؟ کم☐ متوسط☐ زیاد☐

و ...

در صورتی که پاسخ هر پرسش کم یا متوسط باشد، این گروه می‌تواند برای بهبود فعالیت مرتبط، پیش‌نهادهایی به واحد ذی‌ربط ارائه کند.

۵-۶ چارچوب ملی تضمین کیفیت

اگر بخواهیم کیفیت اطلاعات آماری تولید شده در یک سازمان را تضمین کنیم باید کلی‌تر به مفهوم کیفیت و ساز و کارهای مرتبط با آن توجه کنیم. در اینجا مفهومی به نام مدیریت کیفیت آماری مطرح می‌شود. مدیریت کیفیت در یک سازمان آماری مجموعه‌ای است از اقدام‌های نظام‌مند و چارچوب‌هایی که در درون یک سازمان آماری، کیفیت فرایندها و تولید آمار رسمی را مدیریت می‌کنند. بر این اساس، نظام مدیریت کیفیت آماری چارچوبی است که یک سازمان آماری ملی را به سوی محصولی با کیفیت رهنمون ساخته و چون چتری همه فعالیت‌های وابسته به کیفیت را در سازمان در بر می‌گیرد. از این‌رو به آن چارچوب کیفیت نیز می‌گویند. هر سازمان آماری برای اطمینان از تولید محصول با کیفیت نیازمند استفاده از یک چارچوب کیفیت مناسب است. در این بخش پیش از معرفی چارچوب ملی تضمین کیفیت چند چارچوب مورد استفاده در برخی کشورها به‌طور مختصر معرفی می‌شوند.

۵-۶-۱ چارچوب تضمین کیفیت اداره‌ی آمار کانادا

این چارچوب در سال ۱۹۹۷ ارائه شد و اولین روزامدسازی آن در سال ۲۰۰۲ صورت گرفت. نسخه‌ی سوم این چارچوب در سال ۲۰۱۷ با الهام گرفتن از چارچوب ملی تضمین کیفیت سازمان ملل متحد (NQAF) تدوین شد. در واقع در نسخه‌ی جدید چارچوب تضمین کیفیت نظام آماری و برنامه‌های آماری در کل کشور گسترش یافت. این چارچوب از ۱۲ بخش مجزا تشکیل شده است (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/12-586-x/12-586-x2017001-eng.pdf).

۵-۶-۲ چارچوب ارزیابی کیفیت داده‌ی صندوق بین‌المللی پول

این چارچوب در سال ۲۰۰۱ به‌عنوان مجموعه‌ی دستورالعمل‌هایی برای ارزیابی داده‌ها به‌ویژه داده‌های اقتصادی توسط صندوق بین‌المللی پول ارائه شد. این چارچوب در سال ۲۰۰۳، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ روزامد شد. این چارچوب به منظور ارزیابی داده‌ها در هفت حوزه‌ی حساب‌های ملی، شاخص قیمت مصرف کننده، شاخص قیمت تولیدکننده، آمارهای مالی دولت و بدهی بخش عمومی، آمارهای پولی، تراز پرداخت‌ها و سرمایه‌گذاری بین‌المللی و آمارهای بدهی خارجی ارائه شده است. این چارچوب معیارهایی برای ارزیابی در ۵ حوزه‌ی پیش‌نیازهای کیفیت، تضمین امانت‌داری، روش‌شناسی مطمئن، درستی و قابلیت اعتماد، قابلیت استفاده و در دسترس بودن ارائه می‌دهد (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. https://dsbb.imf.org/dqrs/DQAF).

۵-۶-۳ مقررات آماری اداره‌ی آمار اتحادیه‌ی اروپا

این چارچوب استانداردهایی برای توسعه، تولید و انتشار داده‌های کشورهای عضو اتحادیه اروپا ارائه می‌دهد. این چارچوب از ۱۶ اصل اساسی در سه حوزه‌ی محیط سازمانی، فرایندهای آماری و محصول‌های آماری تشکیل شده است. مقررات آماری اروپا اولین بار در سال ۲۰۰۵ ارائه و آخرین نسخه‌ی روزامد شده‌ی آن در سال ۲۰۱۷ تدوین شد (برای اطلاع بیش‌تر ن. ک. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-catalogues/-/KS-02-18-142).

۵-۶-۴ چارچوب ملی تضمین کیفیت

از سال ۲۰۱۰ گروهی از کارشناسان کشورهای مختلف در بخش آمار سازمان ملل متحد به منظور ایجاد چارچوبی جامع و فراگیر و قابل استفاده برای همه‌ی کشورهای عضو، با بررسی چارچوب‌ها و دستورالعمل‌های مطرح در حوزه‌ی کیفیت داده‌های آمارگیری، چارچوب ملی تضمین کیفیت را تدوین و در سال ۲۰۱۲ ارائه کردند. برنامه‌ریزی برای تصویب نسخه‌ی ۲۰۱۸ این چارچوب انجام شده است.

در این چارچوب کیفیت بر اساس مولفه‌های ارتباط، درستی و قابلیت اعتماد، روزامدی و به‌موقع بودن، قابلیت دسترسی و شفافیت، انسجام و مقایسه‌پذیری تعریف شده است. اصل مهم در این چارچوب این است که کیفیت یک محصول وقتی تضمین می‌شود که محیط بیرونی و درونی سازمان تولیدکننده‌ی آن و همچنین فرایندهای مورد استفاده از شرایط و کیفیت لازم برخوردار باشند.

چارچوب ملی تضمین کیفیت از ۴ حوزه و ۱۹ اصل تشکیل شده است. جدول ۵-۱ نشان‌دهنده‌ی حوزه‌ها و اصل‌های این چارچوب است. در سطح سوم برای بررسی و تضمین هر چارچوب، تعدادی مولفه مطرح شده که بررسی لازم در خصوص برقرار بودن آن‌ها صورت می‌گیرد. در صورتی‌که هریک از مولفه‌ها در سازمان برقرار نباشد، می‌بایست برنامه‌ریزی لازم برای اقدام‌های اصلاحی صورت گیرد. در جدول ۵-۲ به‌عنوان مثال مولفه‌های مربوط به اصل ۱۵ از حوزه‌ی ۴، درستی و قابلیت اعتماد، ارائه شده است.

جدول ۵-۱. حوزه‌ها و اصل‌های چارچوب ملی تضمین کیفیت سال ۲۰۱۲

حوزه	اصل
حوزه‌ی ۱: مدیریت نظام آماری ملی	۱. هماهنگی نظام آماری ملی
	۲. مدیریت ارتباط با کاربران و تامین‌کنندگان اطلاعات آماری
	۳. مدیریت استانداردهای آماری
حوزه‌ی ۲: محیط سازمانی	۴. تضمین استقلال حرفه‌ای
	۵. تضمین بی‌طرفی و عینیت
	۶. تضمین شفافیت
	۷. تضمین محرمانگی و امنیت داده‌ها
	۸. تضمین تعهد به کیفیت
	۹. تضمین کفایت منابع

جدول ۵-۱. حوزه‌ها و اصل‌های چارچوب ملی تضمین کیفیت سال ۲۰۱۲ (ادامه)

حوزه	اصل

حوزه‌ی ۳: فرایندهای آماری	۱۰. تضمین روش‌شناسی مطمئن
	۱۱. تضمین هزینه‌ی موثر
	۱۲. تضمین درستی اجرا
	۱۳. مدیریت بار پاسخ‌گویی
حوزه‌ی ۴: محصول‌های آماری	۱۴. تضمین ارتباط
	۱۵. تضمین درستی و قابلیت اعتماد
	۱۶. تضمین روزامدی و به‌موقع بودن
	۱۷. تضمین در دسترس بودن و وضوح
	۱۸. تضمین انسجام و مقایسه‌پذیری
	۱۹. مدیریت فراداده‌ها

جدول ۵-۲. مولفه‌های اصل ۱۵ در حوزه‌ی ۴ چارچوب ملی تضمین کیفیت سال ۲۰۱۲

مرحله / سطح	مولفه
در سطح سازمان آماری	• آیا نظام‌هایی برای ارزیابی و اعتبارسنجی منبع‌های داده‌ها و نتیجه‌های میانی (واسطه‌ای) و خروجی‌های آماری، توسعه یافته و مدیریت شده‌اند؟ • آیا منبع‌های داده‌ها، نتیجه‌های میانی (واسطه‌ای) و خروجی‌های آماری به‌طور مرتب ارزیابی و اعتبارسنجی می‌شوند؟ • آیا رویه‌ها و شیوه‌نامه‌هایی برای ارزیابی کیفیت وجود دارند و آیا به موضوع «درستی» می‌پردازند؟ • آیا رویه‌ها و شیوه‌نامه‌هایی برای چگونگی اندازه‌گیری و کاهش خطاها وجود دارند؟ • آیا خطمشی بازنگری وجود دارد که اصول و رویه‌ها[ی بالا] را مستند کند و آیا این خطمشی به اطلاع عموم رسانده می‌شود؟ • آیا توضیحاتی درخصوص زمان‌بندی، دلایل و ماهیت بازنگری‌ها در دسترس قرار می‌گیرند؟
مرحله‌ی طراحی	• آیا طرح تضمین کیفیت به منظور پیش‌گیری، نظارت و ارزیابی خطاهای غیرنمونه‌گیری طراحی می‌شود؟ • آیا خطمشی بازنگری، از رویه‌های استاندارد و شفاف موجود در هر طرح تبعیت می‌کند؟

جدول ۵-۲. مولفه‌های اصل ۱۵ در حوزه‌ی ۴ چارچوب ملی تضمین کیفیت سال ۲۰۱۲ (ادامه)

مرحله / سطح	مولفه
مرحله‌ی پیاده‌سازی	• آیا در رویه‌های آماری (مانند گرداوری، تعدیل داده‌ها و تحلیل‌های آماری) فن‌های آماری شناخته شده در سطح بین‌المللی به‌کار می‌رود؟ • آیا منبع‌های داده‌ای (مانند داده‌های ثبتی) به‌طور نظام‌مند کنترل می‌شوند و آیا داده‌ها با سایر منبع‌ها مقایسه می‌شوند؟ • آیا نتیجه‌ها، برای اطمینان از معتبر بودن با سایر منبع‌های اطلاعاتی موجود مقایسه می‌شوند؟ • آیا گزارش‌های دوره‌ای کیفیت در حوزه «درستی» وجود دارد که دیدگاه‌های تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را تأمین کند؟ • آیا روش‌ها و ابزاری برای پیش‌گیری و کاهش خطاهای غیرنمونه‌گیری به‌کار گرفته می‌شود؟

	• آیا خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری، اندازه‌گیری، ارزیابی و به‌طور نظام‌مند مستندسازی می‌شوند؟ • آیا ناسازگاری‌های آماری در داده‌های میانی، ارزیابی شده و مورد بررسی قرار می‌گیرند؟ • آیا داده‌های اولیه و تجدیدنظر شده به وضوح قابل تشخیص هستند؟ • آیا اطلاعات مربوط به میزان و جهت بازنگری‌ها [کاهش یا افزایش] برای نماگرهای کلیدی فراهم و برای اطلاع عموم منتشر شده‌اند؟
مرحله‌ی ارزیابی پس از گرداوری	• آیا خطاهای مشاهده شده در آمارهای منتشر شده در کوتاه‌ترین زمان ممکن اصلاح و به اطلاع عموم رسانده می‌شوند؟ • آیا تحلیلی از بازنگری‌ها انجام شده و برای ارتقای فرایند آماری مورد استفاده قرار گرفته است؟ • آیا براوردهای خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری در طول زمان، تحلیل شده و منجر به اعمال اقدام‌هایی برای بهبود شده است؟ • آیا برای ارزیابی میزان براورده شدن هدف‌های آمارها، بازخوردی از کاربر گرفته شده است؟

۵-۷ خلاصه‌ی فصل

به دلیل اهمیتی که داده‌های آمارگیری‌ها و آماره‌های حاصل از آن‌ها مانند نرخ بیکاری، رشد اقتصادی، رشد جمعیت، جمعیت کوچک‌ناحیه‌ها و ... در برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای دارند، لازم است که آماره‌های آمارگیری‌ها از کیفیت مناسبی برخوردار باشند تا مدیریت شواهد مبنا و برنامه‌ریزی‌ها از دقت لازم برخوردار باشند. در گذشته‌های دور از مولفه‌ی درستی (وارون خطای آمارگیری) به‌عنوان معیاری برای ارزیابی کیفیت استفاده می‌شد. در تعریف جدید کیفیت داده‌های آمارگیری، مولفه‌های ارتباط، روزامدی، دسترسی‌پذیری، مقایسه‌پذیری و انسجام به مولفه‌ی درستی افزوده شده‌اند. تعریفی که برای کیفیت داده‌های آمارگیری ارائه شده است، «مناسب بودن برای استفاده»ی کاربران است. این تعریف افزودن مولفه‌های جدید به مولفه‌ی درستی را توجیه می‌کند.

برخی از مولفه‌های کیفیت داده‌های آمارگیری کمیت‌پذیرند، مانند درستی و بسیاری کیفی هستند. بنا بر این امکان اعلام یک عدد به‌عنوان شاخص کیفیت داده‌های آمارگیری وجود ندارد. بهبود کیفیت داده‌های آمارگیری با توجه به نتیجه‌ی ارزیابی مولفه‌های کیفیت صورت می‌گیرد. کنترل خطاهای غیرنمونه‌گیری مولفه‌ی درستی را افزایش می‌دهد ولی افزایش این مولفه به تنهایی نمی‌تواند کیفیت داده‌های آمارگیری را ارتقا دهد. کنترل خطاهای غیرنمونه‌گیری به همراه توجه به سایر مولفه‌های کیفیت می‌تواند موجب ارتقای کیفیت داده‌های آمارگیری شود.

بررسی‌ها نشان داده است که هر سازمان آماری ملی برای تضمین و بهبود کیفیت محصول‌های خود باید از یکی از چارچوب‌ها یا نظام‌های تضمین کیفیت بهره ببرند. این چارچوب‌ها به‌طور معمول همه‌ی عامل‌های مرتبط با کیفیت شامل محیط بیرونی و درونی سازمان، فرایندها و محصول‌ها را در بر می‌گیرند. در حال حاضر چارچوب ملی تضمین کیفیت (NQAF) توسط بخش آمار سازمان ملل متحد برای استقرار در سازمان‌های آماری ملی پیش‌نهاد شده است.

تمرین

۱. مولفه‌های کیفیت مقایسه‌پذیری و انسجام چه ارتباطی با هم دارند؟

۲. چرا کیفیت داده‌های حاصل از آمارگیری‌های ثبتی بیش‌تر از دو روش آمارگیری نمونه‌ای و سرشماری است.

۳. چه روش گرداوری داده‌ها را برای یک آمارگیری نمونه‌ای پیش‌نهاد می‌کنید تا مولفه‌ی روزامدی کیفیت در آن بالا باشد.

۴. فرض کنید نرخ بی‌پاسخی در یک آمارگیری نمونه‌ای ۲۰ درصد است. این خطا کدام‌یک از مولفه‌های کیفیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ توضیح دهید.

۵. فرض کنید به یک مرکز آماری ملی نیازی آماری منعکس شده است. این مرکز چه اقدام‌هایی برای بالا بردن کیفیت داده‌های آماری مورد نیاز قبل از برنامه‌ریزی برای تولید آن‌ها باید انجام دهد؟

۶. فرض کنید در یک آمارگیری، ابزار سنجش پرسش‌نامه‌ای با ۱۰۰ پرسش است. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) آیا داده‌های حاصل از این آمارگیری می‌تواند دارای کیفیت بالا باشد؟ توضیح دهید.

ب) در صورتی که پاسخ به بند الف منفی است چه اقدام‌هایی برای افزایش کیفیت داده‌های این آمارگیری پیش‌نهاد می‌کنید؟

۷. فرض کنید قرار است که تا ۳ ماه دیگر یک سرشماری عمومی نفوس و مسکن در کشور اجرا شود. برای بالا بردن کیفیت داده‌های حاصل از این سرشماری چه اقدام‌هایی را پیش‌نهاد می‌کنید که باید قبل از عملیات میدانی انجام شود؟

۸. فرض کنید قرار است یک آمارگیری نمونه‌ای بزرگ در کشور اجرا شود. فرض کنید که یک چارچوب نمونه‌گیری که پوشش کاملی از جامعه‌ی هدف داشته باشد، وجود ندارد. برای پرهیز از اریبی گزینش در داده‌های حاصل از این آمارگیری چه روشی را برای جبران عدم‌پوشانش این چارچوب پیش‌نهاد می‌کنید؟

۹. فرض کنید یک مرکز آماری ملی یک آمارگیری نمونه‌ای اجرا کرده است. این مرکز پس از اجرای آمارگیری متوجه شده است که نرخ بی‌پاسخی واحد و قلم اطلاعاتی (پرسش) ۲۰ درصد است. به نظر شما این مرکز قبل از انتشار داده‌های این آمارگیری چه اقدام‌هایی را باید روی داده‌ها به منظور بالا بردن کیفیت آن‌ها انجام دهد؟

۱۰. فرض کنید یک مرکز آماری ملی در نظر دارد یک آمارگیری نمونه‌ای در سطح ملی با بودجه‌ای مشخص و در یک بازه‌ی زمانی ۲۰ روزه انجام دهد. اجرای این آمارگیری (همه‌ی مرحله‌های آن) باید چگونه انجام شود تا داده‌های حاصل دارای کیفیت مطلوبی باشند؟

مرجع‌ها

Biemer, P. P., and Lyberg, L. (2003), *Introduction to Survey Quality*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Kish, L. (1965), *Survey Sampling*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

فصل ۶
پرسش‌نامه: ابزاری برای گرداوری داده‌ها

۶-۱ مقدمه

در این فصل پرسش‌نامه به‌عنوان یکی از ابزارهای گرداوری داده‌ها معرفی و ویژگی‌های آن بیان می‌شود. مرحله‌های طراحی یک پرسش‌نامه، نکته‌هایی درباره‌ی چگونگی ساختاربندی پرسش‌نامه‌ها، متن پرسش‌نامه و انواع پرسش‌ها شامل پرسش‌های باز، نیم‌باز و بسته، الگوهای پرشی و ... ارائه می‌شوند. همچنین شیوه‌های متداول ارزیابی پرسش‌ها چون بازنگری کارشناسی، گروه متمرکز، مصاحبه‌ی شناختی، پیش‌آزمون، روایی و پایایی نیز از مفهوم‌های مورد بررسی در این فصل هستند.

۶-۲ مرحله‌های تهیه‌ی یک پرسش‌نامه

فرایند اجرای یک پژوهش آمارگیری گام‌های زیر را شامل می‌شود:

- مشخص کردن موضوع،
- تعیین هدف‌های پژوهش،
- تعریف‌های عملیاتی،
- طراحی پرسش‌نامه،
- پیش‌آزمون،
- اجرای آمارگیری،
- تحلیل داده‌ها،
- انتشار یافته‌ها، و

- مستندسازی.

پس از انتخاب موضوع، تعیین هدف‌های پژوهش و متناظر با آن‌ها پرسش‌های پژوهش، نخستین گام در طراحی یک آمارگیری به‌شمار می‌رود. در گام بعدی هر یک از پرسش‌های آمارگیری متغیری را تعریف می‌کند که اندازه‌گیری و گرداوری اطلاعات درباره‌ی آن منجر به براورد پارامترهایی می‌شود که در انتهای عملیات آمارگیری به‌عنوان پاسخ پرسش‌های آمارگیری ارائه می‌شوند. درست در همین مرحله سطح اطلاعات مورد نیاز، شیوه‌های تحلیل مناسب، ساختار جدول‌ها و نمودارهای استخراجی از داده‌های خام و به‌طور کلی حد تفصیل اطلاعات تعیین می‌شوند. هر یک از متغیرهای آمارگیری به‌طور معمول با استفاده از طرح یک یا چند پرسش متناسب با مفهوم مورد نظر، اندازه‌گیری می‌شود. پیش از طرح پرسش درباره‌ی متغیرها، نوع پرسش‌ها با توجه به نوع متغیر مورد بررسی و حد تفصیل اطلاعات مورد نیاز تعیین می‌شوند و سپس فرایند دشوار طرح پرسش‌ها آغاز می‌شود.

تبیین هدف‌هایی که آمارگیری‌ها برای رسیدن به آن‌ها طراحی و اجرا می‌شوند؛ نقطه‌ی آغازین همه‌ی آمارگیری‌ها به‌شمار می‌آید. مرور نوشتگان مرتبط با موضوع پژوهش نقش موثری در تعریف روشن هدف‌های آمارگیری ایفا می‌کند. دستیابی به این هدف‌ها به‌عنوان راهنمایی برای طراحی شایسته و کارامد پرسش‌نامه و انتخاب پرسش‌های دقیق، مرتبط و کارا برای اندازه‌گیری متغیرهای تعریف‌شده از روی هدف‌های پژوهش شناخته می‌شود. بیشتر پژوهش‌گران تعداد بسیار زیادی پرسش را در ابزار گرداوری اطلاعات می‌گنجانند که نرخ بالای بی‌پاسخی را سبب می‌شود. این در حالی است که انتخاب بهترین پرسش‌ها و اجتناب از پرسش‌های اضافی که با هدف پژوهش بی‌ارتباط بوده یا ارتباط غیرمستقیم با هدف‌های پژوهش دارند؛ دستیابی به مناسب‌ترین پاسخ‌ها را با کیفیت بالا نتیجه می‌دهند.

طراحان آمارگیری‌ها مجبور هستند پس از تعیین چارچوب کلی طرح، وارد جزئیات شوند و به ناچار کار خسته‌کننده‌ی طراحی پرسش‌نامه را پرسش به پرسش شروع کنند. برای این کار لازم است از ابتدا یک طرح تحلیل داده‌ها تهیه شود. این طرح به تفصیل بیان می‌کند چه داده‌هایی برای رسیدن به هدف‌های طرح مورد نیاز است. البته در برخی موارد نیز لازم است طرح تحلیل داده‌ها متناسب با طراحی پرسش‌نامه و دگرگونی ساختار آن تغییر کند. هر پرسشی که در طرح تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، باید از پرسش‌نامه خارج شود.

مهم‌ترین بخش از طراحی یک پژوهش خوب اطمینان از این مسئله است که آیا پرسش‌نامه‌ی طراحی‌شده همه‌ی نیازهای پژوهش را براورده می‌سازد؟ به عبارت دیگر در بسیاری از موارد طراح پرسش‌نامه با این پرسش روبرو است که آیا پرسش‌ها همان مطالبی را که قرار است بپرسند، مورد پرسش قرار می‌دهند؟

تصمیم‌گیری درباره‌ی انتخاب پرسش‌های مناسب که به‌منظور دستیابی به هدف‌های پژوهش طرح شده‌اند، به‌عهده‌ی پژوهش‌گر است.

طراحی پرسش‌نامه شامل سه گام زیر است.

۱. تعیین پرسش‌هایی که باید پرسیده شوند.

پس از تعیین هدف‌های پژوهش، به منظور دست‌یابی به هر یک از این هدف‌ها مجموعه‌ای از پرسش‌ها طرح می‌شوند که تحلیل پاسخ‌های ارائه‌شده به آن‌ها، هدف‌های پژوهش را براورده می‌سازد. هنگام طراحی پرسش‌نامه از میان انبوهی از پرسش‌های اولیه‌ی تهیه‌شده، مناسب‌ترین آن‌ها برای پرسش‌نامه انتخاب می‌شوند. به‌طور معمول

برای نیل به هر هدف حداقل یک پرسش در پرسش‌نامه‌ی نهایی آمارگیری گنجانده می‌شود.

۲. تعیین جمله‌بندی پرسش‌ها گام بعدی در طراحی پرسش‌نامه به‌شمار می‌آید.

۳. چیدمان پرسش‌ها در یک ترتیب منطقی و طراحی زمینه‌ی کلی پرسش‌نامه گام نهایی در طراحی آن است. در این مرحله هر یک از پرسش‌ها به تنهایی با رعایت موارد یادشده طراحی شده و در شکل‌دادن به پرسش‌نامه‌ی نهایی به‌کار می‌روند.

نکته‌هایی که در خصوص ساختاربندی پرسش‌نامه بهتر است مورد توجه قرار گیرند، به شرح زیر هستند.

در صورتی‌که از شیوه‌ی خوداجرا برای گردآوری اطلاعات استفاده می‌شود، پرسش‌نامه با انتخاب یک عنوان کوتاه که به‌خوبی بازتاب هدف پژوهش باشد، آغاز می‌شود. پس از آن متنی مقدماتی و کوتاه بیان‌کننده‌ی هدف پژوهش، شیوه‌ی برقراری ارتباط با پژوهش‌گران مسئول پرسش‌نامه هنگام بروز مشکل و اطلاعاتی درباره‌ی چگونگی برگرداندن پرسش‌نامه‌ی تکمیل‌شده نوشته می‌شود. شیوه‌نامه‌ی تکمیل پرسش‌نامه را می‌توان پس از معرفی پژوهش یا در صفحه‌ای جدا آورد. توصیه می‌شود که شیوه‌نامه‌ی تکمیل پرسش‌نامه در ابتدای پرسش‌نامه بیاید. پس از معرفی پژوهش و پرسش‌نامه در بخش آغازین، پرسش‌ها پیش‌روی پاسخ‌گو قرار می‌گیرند. در این قسمت رعایت پیش‌نهادهای زیر می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت پرسش‌نامه ایفا کند.

گروه‌بندی پرسش‌هایی که در یک زمینه هستند، اجتناب از آوردن پرسش‌های حساس و خصوصی در ابتدای پرسش‌نامه، استفاده از پرسش‌های بسته، رعایت ترتیب منطقی اطلاعاتی که در طول پرسش‌نامه پرسیده می‌شوند و دقت در چگونگی صفحه‌آرایی پرسش‌نامه، رعایت نظم و انتخاب نوع قلم، ایرانیک یا سیاه بودن آن همراه با پایبندی به اصل یکسانی این موارد در طول پرسش‌نامه نیز در افزایش نرخ پاسخ‌گویی بسیار موثر هستند. اجتناب از فشردگی بیش از اندازه و فضاهای سفید اضافی هم از جمله مواردی هستند که در نمای کلی پرسش‌نامه تأثیرگذار هستند.

پیش از آغاز گردآوری داده‌ها باید به اندازه‌ی کافی و با دقت درباره‌ی روش‌های تحلیل داده‌ها، ساختار نمودارها و جدول‌های استخراجی از آن‌ها اندیشید. چنان‌چه بدون تفکر درباره‌ی روش تحلیل داده‌ها نسبت به گردآوری اطلاعات اقدام شود، داده‌های نامناسب و گاهی هم تحلیل‌های بیهوده که هیچ یک از هدف‌های پژوهش را پوشش نمی‌دهند، حاصل می‌شود. این امر تنها سبب اتلاف زمان و سرمایه‌ی مالی و انسانی می‌شود. در بهترین شرایط، روش تحلیل اطلاعات حاصل از ابزار گردآوری اطلاعات (پرسش‌نامه) باید از همان نخستین گام‌های طراحی پژوهش شناخته شده و نسبت به مناسب بودن اطلاعات برای دسترسی به نتیجه‌ی مورد نظر اطمینان حاصل شود.

مسئله‌ی مهمی که هنگام طراحی پرسش‌نامه همواره باید مدّ نظر قرار بگیرد، توجه به جلب همکاری پاسخ‌گو برای تکمیل پرسش‌نامه و پاسخ‌گویی به همه‌ی پرسش‌ها است. در پرسش‌نامه‌هایی که به شیوه‌ی مصاحبه تکمیل می‌شوند، مهارت و توانایی پرسش‌گر در اجرای مصاحبه نقش موثری در جلب نظر مثبت پاسخ‌گو برای شرکت در آمارگیری‌ها ایفا می‌کند. جلب مشارکت پاسخ‌گو به‌ویژه در مورد پرسش‌نامه‌های خوداجرا که پاسخ‌گو تنها با پرسش‌نامه و راهنمای تکمیل آن روبرو است، اهمیت بیش‌تری دارد. به همین علت استفاده از مشوق‌هایی برای بالا بردن نرخ پاسخ‌گویی پیش‌نهاد می‌شود. در مورد این‌گونه از پرسش‌نامه‌ها ساختار و ویژگی‌های ظاهری چون رنگ زمینه، نوع قلم مورد استفاده، واژه‌ها و نمادهای استفاده‌شده در

جمله‌بندی پرسش‌ها، و راهنماهای دیداری تأثیر به‌سزایی در چگونگی تکمیل پرسش‌نامه توسط پاسخگو دارد. از این روست که تعیین روش گرداوری داده‌ها پیش از طراحی آن لازم است.

با وجود تلاش‌های بسیاری که برای جلوگیری از رخداد بی‌پاسخی هنگام تکمیل پرسش‌نامه‌ها انجام می‌شوند، همواره درصدی از پاسخگویان با امتناع از ارائه‌ی پاسخ، موجب بروز بی‌پاسخی می‌شوند. بنا بر این پیش‌بینی بروز پدیده‌ی بی‌پاسخی، بررسی روش‌های کاهش نرخ بی‌پاسخی، تصمیم‌گیری درباره‌ی شیوه‌ی برخورد با آن در هنگام آمارگیری و انتخاب روش‌های تعدیل اثرهای بی‌پاسخی در زمان براورد پارامترها از جمله مهم‌ترین گام‌هایی است که در زمان طراحی آمارگیری و پرسش‌نامه باید به آن‌ها توجه داشت.

پرسش‌نامه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که نرخ بی‌پاسخی واحد و قلم اطلاعاتی (پرسش) کم‌ترین مقدار ممکن را اختیار کند. نامطلوب بودن یک پرسش‌نامه از نظر محتوا، ظاهر و نیز روش گرداوری داده‌ها می‌تواند منجر به بی‌پاسخی واحد و یا بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی شود. بنا بر این مطالعه‌ی ویژگی‌های مجموعه‌ی پرسش‌نامه و پرسش‌ها از این دیدگاه گامی بسیار مهم در بهبود کیفیت داده‌ها محسوب می‌شود.

اصول کلی تنظیم پرسش‌نامه

- پرسش‌های پرسش‌نامه باید بر اساس هدف‌ها یا پرسش‌های پژوهش طراحی شوند.
- چیدمان پرسش‌ها در پرسش‌نامه باید به‌گونه‌ای باشد که پاسخگو را جذب کرده و پرسش‌ها برای وی جالب باشند.
- پرسش‌نامه باید تا جایی که امکان دارد کوتاه بوده و تنها داده‌های مورد نیاز ذینفعان را فراهم آورد.
- بهتر است پرسش‌نامه چند هدفی نباشد. به‌طور مثال در یک سرشماری عمومی نفوس و مسکن بهتر است پرسش‌های مربوط به معلولیت پرسیده نشود.
- لازم است شیوه‌نامه‌ی تکمیل پرسش‌نامه کوتاه بوده و همه‌ی اطلاعات مورد نیاز پاسخگو برای پاسخگویی به پرسش‌ها و نحوه‌ی تکمیل‌کردن آن را پوشش دهد.

۳-۶ طراحی پرسش‌نامه

متأسفانه هیچ پایه‌ی نظری به‌منظور راهنمایی پژوهشگران برای طراحی یک پرسش‌نامه‌ی بی‌عیب وجود ندارد. آن‌چه موجود است فهرستی طولانی از بایدها و نبایدهایی برای بهبود پرسش‌نامه است که نتیجه‌ی تجربه‌ی روش‌شناسان پیشین است. بنا بر این می‌توان گفت طراحی پرسش‌نامه بیش‌تر از آن‌که یک علم باشد فن و هنری بر پایه‌ی تجربه‌های پیشین است که منجر به خلق ابزاری کارامد برای گرداوری اطلاعات مورد نیاز مدیران، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران می‌شود.

پرسش‌نامه عنوانی است که به فهرستی از پرسش‌هایی که پژوهشگر باید پاسخ آن‌ها را از افراد مورد مطالعه به دست آورد، نسبت داده می‌شود. پرسش‌نامه را می‌توان به‌صورت مصاحبه‌ی رو در رو یا به‌صورت خوداجرا، یا از طریق پست یا تلفن و یا اینترنت در اختیار اشخاص مورد بررسی قرار داد و از آن‌ها خواست آن را تکمیل کرده و برای پژوهشگر ارسال کنند.

پرسش‌نامه به‌عنوان متداول‌ترین ابزار گرداوری اطلاعات، از دو جنبه قابل بررسی است. اول ویژگی‌های مربوط به خود پرسش‌نامه که مواردی چون ویژگی‌های ظاهری آن مانند طول، رنگ و زمینه، نوع قلم مورد استفاده و روش‌های گرداوری اطلاعات است. دوم ویژگی‌های مربوط به تک تک پرسش‌های موجود در پرسش‌نامه که خصوصیاتی مانند جمله‌بندی پرسش‌ها (واژه‌ها و اصطلاح‌های فنی به‌کار رفته در متن پرسش‌ها، ابهام و چندوجهی بودن هر پرسش)، محتوای پرسش‌ها از نظر حساسیت برانگیز بودن و پرسش درباره‌ی مسائل شخصی مثل میزان متوسط درامد ماهانه و ...، نوع پرسش‌ها، ترتیب قرار گرفتن پرسش‌ها در طول پرسش‌نامه و عامل‌هایی از این دست مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۶-۳-۱ اجزای اصلی سازنده‌ی یک پرسش‌نامه

هر پرسش‌نامه‌ی استاندارد شامل اجزایی است که در زیر می‌آیند.

- نامه‌ی همراه (معرفی) یا مقدمه‌ای برای آگاه کردن پاسخگو از هدف و مجری پژوهش به‌منظور آماده‌کردن پاسخگو برای مشارکت در آمارگیری و تکمیل‌کردن پرسش‌نامه (اگر از شیوه‌ی خوداجرا استفاده شود).
- راهنمای تکمیل پرسش‌نامه (درصورت خوداجرا بودن شیوه‌ی گرداوری داده‌ها).
- پرسش‌های مبتنی بر هدف‌های پژوهش.

۶-۳-۱-۱ نامه‌ی معرفی

در نامه‌ی معرفی، هدف از گرداوری داده‌ها به‌وسیله‌ی پرسش‌نامه و ضرورت همکاری پاسخگو در ارائه‌ی دقیق اطلاعات مورد نیاز بیان می‌شود. به‌طور معمول این قسمت به‌صورت زیر تهیه می‌شود.

ابتدا هدف کلی پژوهش بیان شده و پس از آن به نقش کلیدی پرسش‌نامه در فراهم آوردن داده‌های مورد نیاز ذینفعان اشاره می‌شود. پژوهش‌گر باید پاسخگو را نسبت به همکاری برای تکمیل‌کردن پرسش‌نامه تشویق کند. تاکید بر ارزش داده‌های حاصل از پرسش‌نامه و بیان ضرورت و اهمیت پژوهش می‌تواند گامی موثر به‌سوی تحقق این امر باشد. نکته‌ی مهم دیگری که شایسته است در این قسمت به آن اشاره شود، بیان محرمانه بودن اطلاعاتی است که به‌وسیله‌ی پرسش‌نامه در اختیار پرسش‌گر قرار داده می‌شود. به‌عنوان نمونه استفاده از عبارتی چون «داده‌های حاصل از این پرسش‌نامه محرمانه بوده و جز برای تولید آمارهای کلی، به‌منظور دیگری مورد استفاده قرار نخواهد گرفت.» پیش‌نهاد می‌شود. در انتهای این قسمت نیز از همکاری پاسخگو سپاس‌گزاری می‌شود.

۶-۳-۱-۲ راهنمای تکمیل پرسش‌نامه

راهنمای تکمیل پرسش‌نامه، مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها است که توسط طراحان پرسش‌نامه با هدف هدایت و آشنایی پاسخگو با چگونگی پاسخگویی به پرسش‌ها تهیه می‌شود. راهنمای تکمیل پرسش‌نامه‌هایی که توسط پرسش‌گران پرسیده می‌شوند متفاوت از آن‌هایی است که توسط پاسخگو به‌صورت خوداجرا تکمیل می‌شوند. برای نمونه راهنمای پاسخگیری در مصاحبه‌ها شامل

متن‌های مکمل برای مکالمه با پاسخگو در حین مصاحبه هستند. وجود چنین متن‌هایی در روش‌های خوداجرا لازم نیست. در مقابل راهنمای تکمیل پرسش‌نامه‌های خوداجرا به‌گونه‌ای نگاشته می‌شوند که پاسخگو با مطالعه‌ی آن‌ها به‌طور دقیق متوجه شود که در کدام بخش از پرسش‌نامه قرار دارد و در آن مکان چه اقدامی را باید انجام دهد. به‌عبارت دیگر، هنگام تهیه‌ی راهنمای پرسش‌نامه‌های خوداجرا همه‌ی فعالیت‌هایی که انتظار انجام آن‌ها از سوی پاسخگو در زمان ارائه‌ی اطلاعات می‌رود؛ با جمله‌بندی صریح بیان می‌شود تا از بروز خطا و اشتباه در پاسخگویی جلوگیری شود. این امر به‌ویژه درباره‌ی پرسش‌نامه‌ها با الگوهای پرشی، ضروری است. شایسته است هنگام تهیه‌ی این مجموعه‌ی راهنما نکته‌های زیر رعایت شوند.

گونه‌های پرسش‌ها و چگونگی پاسخگویی به آن‌ها تشریح شود. تاکید بر نهایت دقت هنگام پاسخگویی به پرسش‌ها و برگرداندن آن در زمان معین از پیش مشخص‌شده، به‌صورت ارسال به آدرس مربوط یا تحویل به پرسش‌گر از مهم‌ترین جنبه‌های تهیه‌ی این راهنما هستند. علاوه بر این کوتاه و قابل فهم بودن شیوه‌نامه‌ی تکمیل پرسش‌نامه مسئله‌ی دیگری است که در تهیه‌ی آن همواره باید مدّ نظر قرار بگیرد. چرا که شیوه‌نامه‌های پیچیده سبب سردرگمی پاسخگو شده و بر دقت پاسخ‌ها اثر می‌گذارند. در حقیقت برای طراحی پرسش‌نامه، علاوه‌بر طراحی پرسش‌ها، انتخاب نوع پرسش، جمله‌بندی، ظاهر و سایر ویژگی‌های پرسش‌نامه، که در جای خود از آن‌ها صحبت خواهد شد، تهیه‌ی راهنمای تکمیل آن نیز اهمیتی ویژه دارد.

۶-۴ متن پرسش‌نامه

جمله‌بندی پرسش‌ها برای دست‌یابی به اطلاعات مورد نظر به گونه‌ای که برای همگان با هر سطح دانش و سواد قابل فهم باشد، کاری مشکل و طاقت‌فرساست. هنگام نگارش پرسش‌ها توجه به نکته‌های زیر ضروری است:

۱. مخاطب پرسش‌نامه (اشخاصی که پرسش‌نامه برای آن‌ها طراحی می‌شود)،
۲. هدف اصلی پرسش‌نامه، و
۳. قرار گرفتن پرسش‌ها در ارتباط با یکدیگر در پرسش‌نامه.

همان‌طور که پیش از این هم بیان شد، طراحی پرسش‌نامه تا اندازه‌ی زیادی با استفاده از تجربه‌های کارشناسی انجام می‌شود. به همین منظور در ادامه نکته‌هایی درباره‌ی نگارش مناسب پرسش‌های یک پرسش‌نامه بیان می‌شود.

- از جمله‌بندی ساده و قابل‌فهم استفاده شود. پرسش‌ها با در نظر گرفتن مهارت‌های خواندن و نوشتن پاسخگویان و اجتناب از به‌کاربردن واژه‌های دوپهلو تنظیم شوند. این امر باید توسط متخصصان علوم شناختی انجام شود و پرسش‌گران باید پرسش‌ها را آن‌گونه که در پرسش‌نامه نوشته شده است از پاسخگویان بپرسند.
- از به‌کاربردن کوته‌نوشته‌ها و عبارت‌های بیگانه در جمله‌بندی پرسش‌ها خودداری شود. برای مثال احتمال آشنایی پاسخگویان با واژه‌هایی چون «گروه متمرکز»، «مهارت‌های زندگی» و ... بسیار کم است و بهتر است یا از این‌گونه واژه‌ها استفاده نشود یا پیش از استفاده تعریف شوند.
- پرسش‌ها باید دقیق باشند. برای مثال اگر در پرسشی اطلاعاتی پیرامون یک سال گذشته پرسیده می‌شود، به‌طور دقیق باید مشخص شود منظور چه زمانی است. «در

سال گذشته چند بار در جلسه‌های مشاوره‌ی خانواده شرکت کرده‌اید؟» برای دقیق‌ترشدن صورت این پرسش می‌توان دوره‌ی زمانی مورد نظر را قید کرد (به‌عنوان مثال یک سال گذشته‌ی منتهی به خردادماه سال جاری) تا از ابهام در برداشت و بروز خطای اندازه‌گیری جلوگیری شود.

- از واژه‌هایی با مفهوم روشن استفاده شود. واژه‌هایی مانند: به‌طور معمول، بیش‌تر، سالمند، جوان و ... به دلیل نامفهوم بودن سبب بروز خطا در برداشت برای اشخاص مختلف می‌شود. برای نمونه در این پرسش «به نظر شما ابتلا به سرطان روده در افراد سالمند بیش‌تر است؟» چه گروه سنی افراد سالمند را تشکیل می‌دهند؟
- از پرسیدن پرسش‌هایی که قلم‌های زیادی را مورد پرسش قرار می‌دهند و زمان‌بر هستند، اجتناب شود.
- گزینه‌های پرسش‌ها به‌گونه‌ای طرح شوند که با یکدیگر تداخل نداشته باشند. به‌عنوان نمونه به این پرسش توجه کنید: چگونه از تاریخ ثبت‌نام آزمون دکترای نیمه‌متمرکز مطلع شدید؟ از طریق یک دوست، در محل کار، رسانه‌ها و .... در این صورت چنان‌چه منبع اطلاعاتی پاسخ‌گو دوستی در محل کار باشد، وی مجبور به انتخاب دو گزینه همزمان می‌شود.
- هیچ فرضی درباره‌ی پاسخ‌گویان انجام نشود. برای مثال اگر نیاز به کسب اطلاع درباره‌ی تعداد فرزندان باشد، پیش از پرسش در این‌باره باید از فرزند داشتن فرد پاسخ‌گو اطمینان حاصل کرد.
- از پرسش‌هایی که دو مفهوم مجزا را در یک پرسش مورد بررسی قرار می‌دهند، اجتناب شود.
- پرسش‌های شخصی و حساسیت‌برانگیز به شیوه‌ای متفاوت پرسیده شوند. در چنین پرسش‌هایی که پاسخ‌گویان تمایل به ارائه‌ی پاسخ دقیق ندارند، می‌توان با رده‌بندی مقدار ممکن پاسخ در چندین رسته از بروز بی‌پاسخی جلوگیری کرد. به‌عنوان مثال در پرسش درامد ماهانه می‌شود گزینه‌های زیر را به‌عنوان پاسخ ارائه کرد:

  کم‌تر از یک میلیون تومان ☐ بین ۱ تا ۳ میلیون تومان ☐
  بین ۳ تا ۵ میلیون تومان ☐ بیش از ۵ میلیون تومان ☐
  بدون درامد ماهانه ☐

- پیش از گردآوری داده‌ها (تکمیل پرسش‌نامه) گزینه‌ها با استفاده از ارقام یا حروف الفبایی کدگذاری شوند تا استخراج جدول‌ها به‌سهولت انجام گیرد.
- در رده‌بندی گزینه‌ها باید دامنه‌ی تغییرات متغیر در نظر گرفته شود. برای مثال، چنان‌چه درباره‌ی سن دانشجویان دوره‌ی دکترای یک دانشکده بررسی شود، رده‌های سنی کم‌تر از ۲۰ سال غیر منطقی است. چرا که با فرض گذراندن تمام دوره‌های تحصیلی به‌صورت متوالی و بدون جهش، یک دانشجوی دکترا دارای حداقل سن بین ۲۴ تا ۲۶ سال خواهد بود. به این ترتیب وجود گزینه‌ی نامناسب کم‌تر از ۲۰ سال بسامد صفر خواهد داشت.

۶-۵ انواع پرسش‌ها

در طراحی پرسش‌نامه از پرسش‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. هر یک از انواع پرسش‌ها دارای برتری‌ها و کاستی‌هایی هستند. در این قسمت انواع پرسش‌هایی که در پرسش‌نامه‌ها برای گرداوری اطلاعات مورد نیاز به‌کار برده می‌شوند به همراه ویژگی‌های هر یک آمده است. در مورد برخی از گونه‌ها، برتری‌ها و کاستی‌های احتمالی هم بیان شده‌اند. در همه‌ی انواع پرسش‌ها برای درک بهتر، نمونه‌هایی از پرسش‌ها آورده شده است.

۶-۵-۱ پرسش‌های باز

یکی از ساده‌ترین راه‌های به دست آوردن اطلاعات، استفاده از پرسش‌های باز است. در پرسش‌های باز پژوهش‌گر پاسخ‌گو را آزاد می‌گذارد تا با هر بیانی که مایل است به پرسش‌ها پاسخ گوید. به همین دلیل این پرسش‌ها به لحاظ تنوع پاسخ‌ها فراگیری بیش‌تری نسبت به پرسش‌های بسته دارند. به‌طور معمول در آمارگیری‌ها با کمک پرسش‌گر و مصاحبه‌ی رو در رو پرسش‌های باز پرسیده می‌شوند. به این ترتیب که پرسش‌گر پرسشی را مطرح کرده و سپس پاسخ‌گو را به ادامه‌ی صحبت تشویق می‌کند. اما در این حالت همواره این خطر وجود دارد که پرسش‌گر با رفتار و شیوه‌ی بیان خود پاسخ‌گو را به سمت پاسخی خاص سوق دهد.

از این نوع پرسش‌ها بیش‌تر برای بازیابی اطلاعات فراگرفته‌شده، شبیه‌سازی افکار و کسب پیش‌نهادهای خلاقانه از سوی پاسخ‌گویان و همچنین کشف جزئیات بیش‌تر درباره‌ی موضوع مورد بررسی استفاده می‌شود. از جمله دیگر موارد کاربرد این‌گونه پرسش‌ها زمانی است که از پاسخ‌گویان خواسته می‌شود پاسخ‌های زیادی را ارائه دهند و گزینه‌های ممکن هم برای طراح پرسش شناخته‌شده نیستند. در بیش‌تر موارد در انتهای پرسش‌نامه‌ها برای کسب اطلاعات و پیش‌نهادهای تکمیلی از سوی پاسخ‌گویان این نوع از پرسش‌ها به‌کار برده می‌شوند. نکته‌ی مهم درخصوص این پرسش‌ها زمانی است که پاسخ عددی است. در این‌گونه موارد برای جلوگیری از ابهام مشخص‌کردن واحد اندازه‌گیری ضروری است.

نمونه:

لطفاً مساحت زیر کشت محصول‌های زراعی زیر را در صورت وجود بیان کنید.

۱. ... *هکتار* گندم
۲. ... *هکتار* جو
۳. ... *هکتار* برنج
۴. سایر محصول‌ها (لطفاً نام ببرید.) ←

پرسش‌های باز این امکان را برای پاسخ‌گو فراهم [ ] صورت آزادانه به بیان عقیده‌ها و افکار خود درباره‌ی موضوع مورد پرسش بپردازند. در پاسخ به این نوع پرسش فرایندهای فکری پاسخ‌گویان به‌خوبی دیده می‌شود و پاسخ‌گویان می‌توانند پاسخ‌های خود را توضیح دهند. البته به دلیل نبود گزینه‌های از پیش طرح‌شده برای پاسخ‌گویی، پاسخ‌گو تلاش بیش‌تری را برای بازیابی اطلاعات متحمل می‌شود. تنوع پاسخ‌هایی که به این گونه از پرسش‌ها داده می‌شوند، زیاد بوده و همین امر مسئله‌ی کدگذاری و دسته‌بندی‌کردن پاسخ‌هایی که به‌دست می‌آیند و در نتیجه تحلیل آن‌ها را با مشکل مواجه می‌کند. به‌ویژه که در چنین حالت‌هایی امکان استفاده از برنامه‌های رایانه‌ای هم برای بررسی نتیجه‌ها وجود ندارد. این امر موجب بروز خطای غیرِنمونه‌گیری در پردازش داده‌ها می‌شود.

۶-۵-۲ پرسش‌های بسته

در این نوع از پرسش‌ها، فهرستی از پاسخ‌های ممکن توسط طراح پرسش‌نامه پیش‌بینی می‌شود و پاسخگو می‌تواند یک و در برخی حالت‌ها بیش از یک پاسخ را انتخاب کند. به همین دلیل پاسخ‌های دریافتی نسبت به پرسش‌های باز یکنواختی بیش‌تری دارند. البته میزان این یکنواختی به دانش طراح و گزینه‌هایی که به‌صورت پاسخ‌های بالقوه ارائه می‌شوند، بستگی دارد. نکته‌ی مهمی که درباره‌ی این گروه از پرسش‌ها وجود دارد، این است که گزینه‌های هر پرسش برای بیان لزوم و ضرورت چیزی در گذشته باید کامل بوده و همه‌ی حالت‌های ممکن را شامل شوند و هم‌زمان دارای این خاصیت باشند که نتوان بیش از یک گزینه را انتخاب کرد (به‌جز حالت‌های خاص).

پژوهش‌گری که از پرسش‌های بسته استفاده می‌کند، پاسخ‌هایش نیز محدود خواهند بود. برتری این روش این است که می‌توان برای پاسخ‌های به‌دست‌آمده آماره و جدول ارائه داد. مشکل این است که پژوهش‌گر محدودیتی را بر پاسخ‌های احتمالی پاسخ‌گویان تحمیل می‌کند و همین امر ممکن است به اعتبار داده‌های حاصل آسیب رساند، یا اطلاعات جزئی‌تری را از دست بدهد.

جمله‌بندی پرسش‌ها به‌ویژه پرسش‌های بسته که در پرسش‌نامه‌های خوداجرا درج می‌شوند، باید روشن، دقیق و بدون ابهام باشند. زبان به‌کار رفته در این پرسش‌ها باید تا آن‌جا که امکان دارد ساده و قابل‌فهم باشد. همچنین پرسش‌ها نباید دووجهی یا به‌گونه‌ای باشند که پاسخ‌گویان را به سمت پاسخ خاصی هدایت کنند. وارد سازی داده‌ها به رایانه و انجام استنباط آماری با پرسش‌های بسته ساده‌تر است، اما درک آنچه پاسخ‌گو در ذهن دارد مشکل می‌شود. به همین دلیل برخی از پرسش‌نامه‌ها هر دو نوع پرسش را شامل می‌شوند.

روش‌های بسیاری برای نگارش پرسش‌های بسته وجود دارند. برخی از آن‌ها پاسخ‌هایی درون یک زنجیره‌ی مفهومی مانند یک مقیاس درجه‌بندی‌شده و گروهی دیگر نیز پاسخ‌های بالقوه را بدون این‌که از ترتیب خاصی پیروی کنند ارائه می‌دهند. برخی از پرسش‌های بسته، چند انتخابی بوده و در مورد برخی هم امکان اضافه کردن به گزینه‌ها توسط پاسخ‌گویان وجود دارد.

پاسخ‌گویی ساده و سریع، امکان مقایسه‌ی پاسخ‌گویان، تحلیل ساده توسط رایانه و سهولت تکرار مطالعه از جمله ویژگی‌های مثبت پرسش‌های بسته است. در حالی‌که ایجاد محدودیت برای پاسخ‌گویان و مشکل و غیرممکن‌شدن تشخیص درستی یا نادرستی فهم پرسش‌ها توسط پاسخ‌گو از جنبه‌های منفی این گونه از پرسش‌ها هستند.

نمونه‌ی ۱:

درامد ماهانه‌ی خانواده‌ی شما چه مقدار است؟

- ☐ کم‌تر از یک میلیون ریال
- ☐ بین ۱ تا ۳۰ میلیون ریال
- ☐ بین ۳۰ تا ۵۰ میلیون ریال
- ☐ بیش‌تر از ۵۰ میلیون ریال

پاسخ‌گو برای پاسخ به این پرسش تنها امکان انتخاب یک گزینه را دارد. در نمونه‌ی پرسش زیر پاسخ‌گو امکان انتخاب بیش از یک گزینه را دارد.

نمونه‌ی ۲:

چه فصل‌هایی از سال را برای مسافرت تفریحی ترجیح می‌دهید؟

☐ فصل بهار
☐ فصل پاییز
☐ فصل تابستان
☐ فصل زمستان

در ادامه انواع پرسش‌های بسته به‌همراه جنبه‌های مثبت و منفی هر یک بیان می‌شوند.

۶-۵-۲-۱ پاسخ‌های دوگزینه‌ای

ساده‌ترین قالب ممکن برای پرسش‌های بسته، پاسخ‌های دوگزینه‌ای هستند که گزینه‌هایی چون: بله و خیر، موافق و مخالف، درست و نادرست و ... را شامل می‌شوند و با توجه به اطلاعات خواسته‌شده می‌تواند به‌عنوان مناسب‌ترین قالب استفاده شود. این نوع پرسش‌های بسته در بیش‌تر موارد به‌عنوان پرسش‌های آغازین از یک مجموعه از پرسش‌ها درباره‌ی موضوعی خاص به‌کار برده می‌شوند. ترتیب قرارگرفتن گزینه‌های مثبت و منفی اهمیت و تأثیری بر پاسخ‌گویی ندارد اما پایبندی به هماهنگی در طول پرسش‌نامه توصیه می‌شود. منظور این است که اگر نخستین پرسش با گزینه‌ی منفی آغاز شود، مناسب‌تر است که پرسش‌های بعدی هم به همین صورت باشند.

۶-۵-۲-۲ بهترین پاسخ

این نوع از پرسش‌ها به‌طور معمول برای درخواست اطلاعات یا آزمون دانسته‌ها و آموخته‌های افراد استفاده می‌شوند و هنگامی‌که تمام گزینه‌های مرتبط، شناخته شده و به‌صورت فهرستی ارائه می‌شوند؛ بسیار مناسب هستند. در این‌گونه از پرسش‌ها، پاسخ‌گویان با فهرستی از گزینه‌های مستقل مرتبط با پرسش روبرو می‌شوند و از آن‌ها خواسته می‌شود یک گزینه را که از نظرشان بهترین پاسخ است انتخاب کنند.

نمونه:

به نظر شما منظور از «بهینه‌سازی مصرف سوخت» چیست؟

☐ عدم مصرف سوخت‌های فسیلی
☐ کاهش مصرف انواع سوخت‌ها
☐ کاهش و درست مصرف کردن حامل‌های انرژی

۶-۵-۲-۳ مقیاس‌بندی

در برخی از پرسش‌ها از پاسخ‌گویان خواسته می‌شود گزینه‌ی مورد نظر خود را در نقطه‌ی مناسبی از یک مقیاس انتخاب کنند. تعداد نقطه‌های مقیاس و میزان جزئی‌شدن آن به عامل‌هایی چون نوع پرسش، میزان تفکیک‌پذیری پاسخ‌ها، ظرفیت و توان پاسخ‌گو بستگی دارد.

نمونه‌ی ۱:

به نظر شما عملکرد دولت در اجرای قانون «هدفمندی یارانه‌ها» چگونه بوده است؟

مقیاس ۶ نقطه‌ای: عالی	بسیار خوب	خوب	متوسط	بد	بسیار بد
مقیاس ۴ نقطه‌ای:	بسیار خوب	خوب	متوسط	بد	
مقیاس ۳ نقطه‌ای:		خوب	متوسط	بد	

نمونه‌ی ۲:
به نظر شما میزان اهمیت عامل‌های زیر هنگام انتخاب و خرید لوازم برقی مانند یخچال و ... چه‌قدر است؟ (دور عدد گزینه‌ی مورد نظر را دایره بکشید.)

عامل مورد نظر	خیلی کم‌اهمیت						خیلی مهم
برچسب سطح انرژی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
قیمت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
ایرانی‌بودن	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
خدمات پس از فروش	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷

این متغیر دارای مقیاس فاصله‌ای است که در مقیاس ترتیبی اندازه‌گیری می‌شود. در هنگام تحلیل داده‌ها می‌توان آن را متغیری که در مقیاس فاصله‌ای است در نظر گرفت (برای اطلاع از مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری ن. ک. نواب‌پور، ۱۳۷۹).

همان‌طور که بیان شد، مقیاس‌ها با تعداد نقطه‌های متفاوت برای منظورهای مختلف به‌کار برده می‌شوند. یک مقیاس ۵ نقطه‌ای برای اندازه‌گیری نگرش افراد و یک مقیاس ۴ نقطه‌ای برای رتبه‌بندی‌ها مناسب به نظر می‌رسد. استفاده از مقیاس‌های ۵ نقطه‌ای زمانی‌که گزینه‌های پاسخ به‌صورت مرتب فهرست می‌شوند، بهترین انتخاب است. البته رعایت تقارن در تعداد گزینه‌های مثبت و منفی ضروری است. هرچه تعداد نقطه‌های مقیاس بیش‌تر باشد، پاسخ‌گویی مشکل‌تر ولی پاسخ‌ها دقیق‌تر می‌شوند.

تصمیم‌گیری درباره‌ی زوج یا فرد بودن تعداد گزینه‌ها مسئله‌ی قابل توجهی است. استفاده از مقیاس با تعداد نقطه‌های فرد امکان انتخاب حالت میانی و ممتنع را برای پاسخ‌گویان فراهم می‌آورد، در حالی‌که زوج بودن تعداد گزینه‌های پاسخ، پاسخ‌گو را مجبور به جهت‌گیری می‌کند. این حالت به‌ویژه زمانی‌که تمایل به آگاهی درباره‌ی نظر و جهت‌گیری پاسخ‌گویان وجود دارد، مناسب به نظر می‌رسد. توجه شود که در این حالت شخص ممتنع که مجبور به انتخاب یکی از گزینه‌ها می‌شود به‌طور تصادفی یکی از پاسخ‌های مثبت و منفی را انتخاب می‌کند.

۶-۵-۲-۴ پرسش‌های بسته‌ی چند انتخابی

پرسش‌های چند انتخابی در حقیقت مجموعه‌ای از پرسش‌های دوگزینه‌ای (بله و خیر) هستند که فهرست‌وار به دنبال یکدیگر می‌آیند. مزیت استفاده از این‌گونه پرسش‌ها دستیابی سریع به اطلاعات و صرفه‌جویی در فضاست. البته باید توجه داشت که تعداد قلم‌های مورد پرسش در فهرست به اندازه‌ای نباشد که سبب افزایش احتمال بروز بی‌پاسخی بشود.

نمونه:
به نظر شما کدام یک از ویژگی‌های زیر، پاسخ‌گویی به بخش‌های مختلف پرسش‌نامه‌ی کارگاه‌های صنعتی را مشکل می‌کنند؟ (می‌توانید **بیش‌تر** از یک گزینه را برگزینید.)

☐ زیاد بودن تعداد پرسش‌ها
☐ مشکل بودن درک مفهوم برخی از پرسش‌ها
☐ وجود واژگان و اصطلاح‌های فنی نامفهوم

- ☐ نیاز به محاسبه‌های طولانی و پیچیده برای پاسخ به برخی از پرسش‌ها
- ☐ ناهماهنگی میان اطلاعات موجود در کارگاه با آن‌چه در پرسش‌ها خواسته شده است.
- ☐ محرمانگی برخی اطلاعات درخواست‌شده

۶-۵-۲-۵ مرتب‌سازی (رتبه‌بندی)

مرتب‌سازی نیز گونه‌ای از پرسش‌های چند انتخابی است. در این پرسش‌ها پاسخ‌های گوناگونی پیش‌روی پاسخ‌گویان قرار داده می‌شود و از آن‌ها خواسته می‌شود گزینه‌ها را بر حسب اهمیت رتبه‌بندی کنند یا چند (به‌عنوان مثال سه) تا از مهم‌ترین گزینه‌ها را مشخص کنند.

نمونه:

عامل‌هایی که به نظر شما پاسخ‌گویی به پرسش‌ها را مشکل می‌کنند، انتخاب کنید. *(می‌توانید بیش‌تر از یک مورد را برگزینید).*

توجه: چنان‌چه **بیش‌تر** از یک مورد را انتخاب کردید، آن‌ها را بر حسب **اهمیت** به‌صورت ۱ برای مهم‌ترین و ... اولویت‌بندی کنید.

- ☐ طولانی‌بودن پرسش‌نامه
- ☐ پیچیدگی درک پرسش‌ها
- ☐ نامربوط‌بودن پرسش‌ها با موضوع مورد بررسی

۶-۵-۲-۶ فهرست‌ها

وقتی که چندین پرسش با گزینه‌های مشابه وجود دارند به جای نوشتن پرسش‌های جداگانه برای هر یک، کافی است پاسخ‌ها در یک جدول ارائه شوند. به این ترتیب علاوه‌بر منظم‌شدن پرسش‌ها به مقدار قابل توجهی در فضای پرسش‌نامه صرفه‌جویی می‌شود.

نمونه:

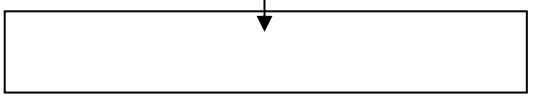
در طول هفته چند بار قلم‌های خوراکی زیر را مصرف می‌کنید؟

	هرگز	یک‌بار	۳-۲ بار	۶-۴ بار	روزانه
گوشت قرمز	۱	۲	۳	۴	۵
گوشت سفید	۱	۲	۳	۴	۵
(ماهی، میگو)	۱	۲	۳	۴	۵
مرغ	۱	۲	۳	۴	۵

۶-۵-۳ پرسش‌های نیم‌باز

در پاسخ به پرسش‌های نیم‌باز که در حقیقت تلفیقی از پرسش‌های باز و بسته هستند، پاسخ‌گویان علاوه‌بر امکان انتخاب یکی از گزینه‌های از پیش مشخص شده می‌توانند نظر شخصی خودشان را هم ارائه دهند. به این ترتیب از بی‌پاسخ ماندن پرسش‌ها و احتمالاً بخش عمده‌ای از پرسش‌نامه جلوگیری می‌شود. لازم به ذکر است که در بیش‌تر موارد از این اطلاعات به دلیل سختی تحلیل‌شان صرف‌نظر می‌شود.

نمونه:
به نظر شما علت طولانی‌شدن فرایند گرداوری اطلاعات چیست؟
☐ اطلاعات باید از منبع‌های مختلف گرداوری شوند.
☐ برای پاسخگویی به برخی از بخش‌ها به کمک افراد مختلفی نیاز است.
☐ برخی از اطلاعات خواسته‌شده در زمان آمارگیری در دسترس نیستند.
☐ علت‌های دیگر (لطفاً نام ببرید.)



۶-۶ قالب‌بندی پرسش‌نامه

پس از انتخاب پرسش‌ها گام بعدی در ساختن پرسش‌نامه، تصمیم‌گیری درباره‌ی قالب درونی آن است. طول پرسش‌نامه (تعداد صفحه‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن)، ویژگی‌های ظاهری چون رنگ زمینه، نوع و اندازه‌ی فونت قلم و ... و ترتیب قرارگرفتن پرسش‌ها از جمله مولفه‌های سازنده‌ی قالب هر پرسش‌نامه به‌شمار می‌روند. طراحی و آرایش پرسش‌ها در پرسش‌نامه باید به گونه‌ای باشد که در نگاه نخست زیبا و منظم به‌نظر برسد به‌طوری که در روش خوداجرا تکمیل‌کردن آن برای پاسخگو ساده و جذاب باشد. در ادامه نکته‌هایی درباره‌ی چگونگی قالب‌بندی استاندارد پرسش‌نامه برای دست‌یابی به داده‌هایی با کیفیت بالا ارائه می‌شوند.

- در آغاز پرسش‌نامه‌های خوداجرا، مقدمه‌ای درباره‌ی هدف آمارگیری که باید دربردارنده‌ی عنوان مناسبی برای پرسش‌نامه باشد، می‌آید. در این قسمت ارائه‌ی توضیحاتی کوتاه درباره‌ی چگونگی استفاده از اطلاعات به‌دست آمده و اطمینان از محرمانه ماندن آن‌ها مطلوب به نظر می‌رسد. در مورد پرسش‌نامه‌هایی که با پست الکترونیکی برای پاسخگو ارسال می‌شود نیز، نامه‌ی آغازین می‌تواند شامل این محتوا باشد.
- صفحه‌آرایی پرسش‌نامه‌های خوداجرا به گونه‌ای انجام شود که بین متن پرسش و گزینه‌ها فاصله‌ای مناسب قرار گیرد. این مورد زمانی که بخشی از متن پرسش در انتهای یک صفحه و بقیه‌ی متن یا گزینه‌های پرسش در صفحه‌ی بعد قرار می‌گیرند، حائز اهمیت است.
- نوع قلم متن پرسش، گزینه‌ها و شیوه‌نامه‌ی تکمیل پرسش را به گونه‌ای در نظر بگیرید که پاسخگو به راحتی با یک نگاه این قسمت‌ها را از یکدیگر تشخیص دهد.
- بهتر است گزینه‌های مربوط به پرسش زیر هم قرار گیرند. کنار هم قرار دادن گزینه‌ها شاید پرسش‌نامه را کوتاه‌تر کند ولی از کارایی آن می‌کاهد.
- شیوه‌نامه‌های لازم برای پاسخگویی درون دو کمان و در مکان مناسب آورده می‌شوند. گاهی اوقات تکرار دستورهایی چون «عدد مورد نظر را با دایره مشخص کنید.»، بهتر از کافی نبودن آن‌ها است.
- به‌منظور سهولت در امر جدول‌بندی و تحلیل داده‌ها، بهتر است تا آن‌جا که امکان دارد اقلام و رسته‌ی پاسخ‌ها از قبل کدگذاری شوند. قرار دادن فضای سفید برای انتخاب

گزینه یا نوشتن پاسخ‌ها در مکان ثابتی در طول پرسش‌نامه علاوه‌بر این‌که نمود ظاهری بهتری دارد، سبب سهولت استخراج جدول‌ها می‌شود.

۶-۶-۱ چیدمان پرسش‌ها

یکی از مولفه‌های مهم در طراحی پرسش‌نامه، چیدمان پرسش‌ها در پرسش‌نامه است. پس از این‌که پاسخگو از هدف آمارگیری مطلع شد، پرسش‌های پرسش‌نامه که در راستای تحقق هدف آمارگیری هستند، آورده می‌شود. به‌دنبال نکته‌هایی که باید در چیدمان پرسش‌های یک پرسش‌نامه در نظر گرفته شوند، آورده می‌شوند.

- بهتر است پرسش‌های ابتدایی ساده بوده و موضوع‌های بحث‌برانگیز را شامل نشوند. پرسش‌های جذاب که با هدف آمارگیری ارتباط بیش‌تری دارند، زودتر آورده شوند. آوردن پرسش‌های باز و خیلی طولانی که تلاش بیش‌تری از سوی پاسخگو را می‌طلبند، در ابتدای پرسش‌نامه به هیچ عنوان پیش‌نهاد نمی‌شود. پرسش آغازین اهمیت زیادی دارد چرا که دید کلی از فرایند پاسخگویی را برای شخص فراهم می‌آورد. چنان‌چه پاسخگویی به این پرسش به هر دلیلی مشکل و خارج از توان و تجربه‌ی پاسخگویان باشد، می‌تواند توقف مصاحبه و عدم همکاری در آمارگیری را به دنبال داشته باشد.
- بهتر است موضوع‌هایی که دست‌یابی به اطلاعات درباره‌ی آن‌ها اهمیت بیش‌تری دارد، زودتر پرسیده شوند.
- ترتیب منطقی پرسش‌ها را باید رعایت کرد. پرسش‌هایی که درباره‌ی یک موضوع هستند، در یک گروه قرار می‌گیرند. هر گروه از پرسش‌ها با پرسش‌های کلی‌تر شروع شده و به‌تدریج به جزئیات پرداخته می‌شود.
- پرسش‌های جمعیت‌شناختی چون (سن، جنسیت، سطح درامد و ...) در انتهای پرسش‌نامه آورده می‌شوند.
- ایجاد تنوع در پرسش‌ها برای جلوگیری از خستگی و کسالت پاسخگو به‌ویژه در مورد پرسش‌نامه‌های طولانی و چند صفحه‌ای راه‌کاری مناسب است. به این منظور می‌توان میان پرسش‌های بسته یک پرسش باز قرار داد تا پاسخگو با فراهم شدن امکان بیان آن‌چه می‌خواهد، علاقه‌مندی بیش‌تری برای ادامه‌ی همکاری در آمارگیری پیدا کند.

۶-۶-۲ پرسش‌های پرشی

برخی از پرسش‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که پاسخگویی به آن‌ها مستلزم انتخاب گزینه (هایی) خاص از پرسش‌های قبلی است. در چنین مواردی اطمینان از درستی درک و رعایت الگوهای پرش از سوی پاسخگویان اهمیت بسزایی دارد. دیلمان (۱۹۷۸) به این منظور سه پیش‌نهاد می‌دهد.

- استفاده از پیکان‌ها و نمودهای نمایشی برای هدایت پاسخگویان به پرسش‌های بعدی که باید پاسخ دهند.
- در سرتاسر پرسش‌نامه برای تمایز پرسش‌های پرشی با سایر پرسش‌ها از تورفتگی متن پرسش استفاده شود.

- برای جلب توجه بیش‌تر پاسخ‌گویان، دستورالعمل‌های بیان‌کننده‌ی الگوهای پرش درون جعبه‌هایی مشخص از متن قرار گیرد.

۶-۷ ارزیابی پرسش‌نامه

ارزیابی پرسش‌های آمارگیری دارای دو مولفه است. مولفه‌ی نخست به این مسئله می‌پردازد که آیا پرسش‌ها مناسب پرسیده می‌شوند، آیا پاسخ‌گویان همان‌گونه که مورد انتظار است پرسش‌ها را درک می‌کنند و می‌توانند بدون مشکل به آن‌ها پاسخ گویند (روایی). مولفه‌ی دوم ناظر بر اندازه‌گیری است. به این معنی که در صورت تکرار یک اندازه‌گیری پاسخ‌ها تا چه اندازه به یکدیگر نزدیک هستند (پایایی). بازنگری‌های کارشناسی، گروه‌های کانونی، مصاحبه‌های شناختی، پیش‌آزمون میدانی از جمله مهم‌ترین روش‌های متداول برای ارزیابی پرسش‌نامه‌ها هستند. در همه‌ی آمارگیری‌ها از یکی یا بیش‌تر از این روش‌ها برای ارزیابی پیش‌نویس پرسش‌نامه استفاده می‌شود. هر یک از این شیوه‌های گوناگون، اطلاعات خاصی را در اختیار قرار می‌دهند. برتری آن‌ها بر یکدیگر به موضوع مورد بررسی، بودجه‌ی آمارگیری و استفاده‌ی قبلی از پرسش‌های آمارگیری بستگی دارد. ارزیابی آماری پرسش‌های آمارگیری با استفاده از مفهوم‌های روایی و پایایی (ن. ک. فصل ۲) تعریف و با اندازه‌گیری اریبی و واریانس پاسخ‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

۶-۷-۱ بازنگری کارشناسی

در این شیوه، کارشناسان موضوعی و کارشناسان طراحی پرسش‌نامه با همکاری یکدیگر به بازنگری پرسش‌نامه‌ی اولیه‌ی از نظر جمله‌بندی و ساختار پرسش‌ها، گزینه‌های پاسخ‌های ممکن، ترتیب پرسش‌ها، شیوه‌نامه‌ی پرسش‌گران و راهنمای تکمیل پرسش‌نامه می‌پردازند. آن‌ها سعی می‌کنند همه‌ی نکته‌های فنی به‌کار رفته در طراحی پرسش‌نامه را بررسی کنند. در این شیوه از کارشناسان خواسته می‌شود تا با خواندن و مرور پرسش‌ها آن‌ها را از نظر وضوح جمله‌بندی و شیوه‌نامه‌ها، و مناسب‌بودن برای رسیدن به هدف‌های آمارگیری بررسی کنند. سپس نظر آن‌ها مرور شده و در نهایت درباره‌ی مفید بودن و نحوه‌ی استفاده از نظرهای کارشناسی تصمیم‌گیری می‌شود.

۶-۷-۲ گروه متمرکز

گروه متمرکز، گروه کوچکی متشکل از شش تا دوازده نفر از اعضای جامعه‌ی هدف است که با تشکیل جلسه‌های بحث و گفت‌وگو به بیان نظرهای خود درباره‌ی پرسش‌نامه می‌پردازند. این گروه‌ها از سه جنبه مورد توجه طراحان پرسش‌نامه هستند.

۱. استفاده از این گروه‌ها روشی کارامد برای تعیین دانش پاسخ‌گویان بالقوه درباره‌ی موضوع آمارگیری، ندانسته‌ها و شیوه‌ی تفکر آن‌ها پیرامون موضوع‌های تحت پوشش آمارگیری است.
۲. تشکیل این گروه روشی مناسب برای شناسایی واژگان مورد استفاده‌ی پاسخ‌گویان در رابطه با موضوع آمارگیری است و اطلاعات مفیدی از چگونگی درک آن‌ها از اصطلاح‌های فنی به‌کار رفته در متن پرسش‌ها به‌دست می‌دهد.

۳. حاصل بحث‌های این گروه سطح آگاهی پژوهش‌گران از دیدگاه پاسخ‌گویان را نسبت به موضوع آمارگیری بالا می‌برد.

۶-۷-۳ مصاحبه‌ی شناختی

استفاده از مصاحبه‌های شناختی برای آزمون پرسش‌های آمارگیری، دستاورد کارگاه مشترکی بود میان روان‌شناسان شناختی و روش‌شناسان پژوهش آمارگیری که با کوشش شورای ملی پژوهش آمریکا در سال ۱۹۸۳ میلادی برگزار شد. در این شیوه‌ی ارزیابی، پرسش‌نامه‌ی اولیه به‌منظور کسب اطلاع از میزان درک پرسش‌ها و چگونگی ارائه‌ی پاسخ‌ها توسط پاسخ‌گویان، به‌صورت مصاحبه‌های تکی روی گروه کوچکی از واحدهای نمونه‌ای اجرا می‌شود. از مصاحبه‌شوندگان خواسته می‌شود ضمن پاسخ‌گویی به پرسش‌ها، بلندصدا فکر کنند و فرایند دستیابی آن‌ها به پاسخ و نتیجه‌ی افکار آن‌ها ضبط می‌شود. این روش گونه‌های متفاوتی را برای پوشش همه‌ی جنبه‌های شناختی فرایندهای پاسخ‌گویی شامل می‌شود.

۱. تفکر بلندصدای همزمان، که در آن پاسخ‌گو افکار خود را هنگام پاسخ‌گویی به پرسش به زبان می‌آورد.
۲. تفکر بلندصدای گذشته‌نگر، که در آن پاسخ‌گویان پس از پاسخ به پرسش یا در پایان مصاحبه چگونگی دستیابی به پاسخ‌های خود را بیان می‌کنند.
۳. رتبه‌بندی اطمینان، در این روش پاسخ‌گو به ارزیابی اطمینان خود نسبت به پاسخ ارائه شده می‌پردازد.
۴. بازگویی، در این روش پاسخ‌گو صورت پرسش را با عبارت‌های خود بیان می‌کند.
۵. تعریف، که در آن پاسخ‌گو به ارائه‌ی تعریف‌هایی از واژه‌های کلیدی پرسش می‌پردازد.
۶. کند و کاو، در این روش پاسخ‌گویان به پرسش‌های تعاقبی که برای رسیدن به راهبردهای پاسخ‌گویی آن‌ها طرح شده‌اند، پاسخ می‌گویند.

پژوهش‌گران از فن‌های متفاوت یا ترکیبی از این شیوه‌ها برای گرداوری اطلاعات در مصاحبه‌های شناختی استفاده می‌کنند. روش‌های ثبت اطلاعات تفصیلی مصاحبه‌ی این گروه کوچک از پاسخ‌گویان، روش‌هایی رسمی چون ضبط ویدیویی و تهیه‌ی رونوشت از مصاحبه‌ها و فن‌های غیر رسمی مانند استخدام پرسش‌گرانی برای یاداشت‌برداری در طول مصاحبه را شامل می‌شود.

۶-۷-۴ پیش‌آزمون

پس از تدوین و تنظیم پرسش‌ها در قالب پرسش‌نامه، انجام یک بررسی مقدماتی یا پیش‌آزمون یکی از مهم‌ترین گام‌ها برای نهایی کردن پرسش‌نامه به شمار می‌آید. هدف از این بررسی برطرف کردن اشکال‌های احتمالی در پرسش‌ها و طراحی پرسش‌نامه و شیوه‌ی گرداوری اطلاعات است. برخی از کارشناسان بر این باورند که چنان‌چه منبع‌ها و امکانات لازم برای پیش‌آزمون پرسش‌نامه مهیا نباشند، بهتر است تا زمان تأمین این امکانات از اجرای آمارگیری صرف‌نظر شود. بنا بر این هر یک از پرسش‌ها به تنهایی و همچنین کل پرسش‌نامه باید پیش از اجرای عملیات میدانی مورد بررسی دقیق و موشکافانه قرار گیرند. هر گونه اصلاح و تغییر در

پرسش‌های پرسش‌نامه به نتیجه‌ی این بررسی بستگی دارد. سالانت و دیلمان (۱۹۹۴)، هدف از انجام پیش‌آزمون را پاسخ به پرسش‌های زیر بیان کردند.

- آیا هر پرسش همان مفهومی را که مدِّ نظر بوده، اندازه‌گیری می‌کند؟
- آیا پرسش‌ها با یک ترتیب منطقی در پرسش‌نامه قرار گرفته‌اند؟
- آیا همه‌ی پاسخ‌گویان مفهوم پرسش‌ها را به‌خوبی درک می‌کنند؟
- آیا هر پرسش بسته، همه‌ی گزینه‌های ممکن را پوشش می‌دهد؟
- آیا نیاز به اضافه یا حذف کردن برخی از پرسش‌ها وجود دارد؟
- آیا شیوه‌نامه‌ها، راهنماهایی مناسب و کافی هستند؟

رعایت موردهای زیر در اجرای پیش‌آزمون پیش‌نهاد می‌شود.

سعی شود گروهی برای پیش‌آزمون انتخاب شود که یا بخشی از نمونه‌ی آمارگیری اصلی باشد یا شباهت زیادی با آن‌ها داشته باشند.

روند گرداوری اطلاعات در آمارگیری اصلی شبیه‌سازی شود. به این ترتیب که برای اجرای پیش‌آزمون تا حد امکان از ابزارها و روش‌های یکسان با آمارگیری اصلی که از پیش درباره‌ی آن‌ها تصمیم‌گیری شده است استفاده شود. به‌ویژه آموزش ماموران آمارگیری به شیوه‌ای مشابه اجرای اصلی آمارگیری انجام شود. چنان‌چه از آمارگیری‌های اینترنتی، تلفنی یا مصاحبه‌ی رو در رو استفاده شود، سعی شود عیناً همین روش‌ها برای اجرای پیش‌آزمون نیز به‌کار برده شوند. در صورت استفاده از پرسش‌نامه‌ی اینترنتی، پرسش‌نامه‌ها در اختیار پاسخ‌گویان قرار داده شده و بدون هیچ کمکی از آن‌ها خواسته شود نسبت به تکمیل آن اقدام کنند، سپس نظرها و پیش‌نهادهای آن‌ها پرسیده شود. بررسی شود که آیا پرسش‌ها منجر به دستیابی به اطلاعات مورد نیاز می‌شوند؟ چنان‌چه در پیش‌آزمون درصد بالایی از پاسخ‌گویان به پرسش خاصی پاسخ نداده باشند، آن پرسش باید مورد بازبینی قرار گیرد. همچنین اگر درصد بالایی از پاسخ‌گویان به پرسش خاصی پاسخ یکسانی بدهند، در این حالت نیز لزوم وجود چنین پرسشی در پرسش‌نامه مورد تردید است. با توجه به این‌که هر یک از پرسش‌ها برای اندازه‌گیری متغیر خاصی طرح می‌شود، در این مرحله باید نسبت به تحقق این امر اطمینان حاصل شود. آزمودن محتوای پرسش‌نامه و صورت ظاهری آن نیز از دیگر دستاوردهای اجرای پیش‌آزمون به‌شمار می‌آید.

باید مطمئن شد که داده‌های حاصل از پرسش‌نامه به همان گونه‌ای که برای استفاده‌ی ذینفعان مناسب است، هستند. به عبارت دیگر باید روند استخراج جدول‌ها و تحلیل داده‌ها آزمون شوند.

پس از اجرای پیش‌آزمونِ پرسش‌نامه و اعمال تغییرهای لازم، شکل نهایی پرسش‌نامه طراحی می‌شود. پس از گروه‌بندی پرسش‌ها، مرتب کردن آن‌ها، شماره‌گذاری و افزودن شیوه‌نامه‌ی پرسش‌گران، پرسش‌نامه آماده‌ی اجرای نهایی خواهد بود.

۶-۷-۵ روایی

مه‌رنز و لی‌من (۱۹۸۷) بیان کردند، منظور از روایی یک پرسش‌نامه این است که آیا پرسش‌های پرسش‌نامه آن‌چه را که پژوهش‌گر می‌خواهد اندازه بگیرد، اندازه می‌گیرند؟

همان‌طور که در وورثن و همکاران (۱۹۹۳) آمده است، مفهوم روایی به‌صورت اندازه‌ی تحقق هدف‌هایی که ابزار اندازه‌گیری برای دستیابی به آن‌ها تهیه شده است؛ تعریف می‌شود.

به عبارت دیگر مفهوم روایی به این پرسش پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد خصیصه‌ی مورد نظر را درست می‌سنجد. پرسش‌نامه‌ای که برای ارزیابی «تعهد سازمانی کارکنان» طراحی شده ولی پرسش‌هایش به گونه‌ای طراحی شده‌اند که «رضایت شغلی کارکنان» را ارزیابی می‌کند، روایی ندارد، هرچند ممکن است بررسی‌های آماری، *پایایی* مطلوبی برای آن نشان دهند. همین‌طور پرسش‌نامه‌ای که همه‌ی جنبه‌های موضوع مورد پژوهش را دربر نگیرد نیز دارای روایی مطلوبی نیست. بنا بر این، این‌که پاسخگو و پژوهشگر یک مفهوم را از یک پرسش استنباط کنند در اعتبارمندی آن پرسش بسیار مهم است. گونه‌های متفاوتی از روایی برای ابزار اندازه‌گیری تعریف می‌شوند که در این‌جا دو نوع از آن که فراگیری بیش‌تری دارند بیان می‌شوند.

۱-۵-۷-۶ روایی محتوا

این گونه از روایی برای بررسی اجزای تشکیل‌دهنده‌ی یک ابزار اندازه‌گیری استفاده می‌شود. روایی محتوای یک پرسش‌نامه به پرسش‌های تشکیل‌دهنده‌ی آن بستگی دارد. اگر پرسش‌ها بیان‌گر ویژگی‌ها و مهارت‌های ویژه‌ای باشند که پژوهشگر قصد اندازه‌گیری آن‌ها را داشته باشد، آزمون از دید محتوا روایی دارد. روایی محتوا همزمان با تدوین پرسش‌نامه در آن تنیده می‌شود و به‌طور معمول توسط کارشناسان موضوعی تعیین می‌شود.

۲-۵-۷-۶ روایی ساختار

این نوع از روایی بیان می‌کند که ابزار اندازه‌گیری تا چه اندازه ساختار یا ویژگی را که مبنای نظری دارد، می‌سنجد. در بررسی روایی ساختار، فرضیه‌هایی درباره‌ی مفهوم‌های اندازه‌گیری‌شده، آزمون فرض‌ها و محاسبه‌ی همبستگی میان یافته‌ها و اندازه‌گیری‌های اولیه، تدوین می‌شوند. از شیوه‌هایی که برای بررسی روایی ساختار به کار برده می‌شوند می‌توان به بررسی همبستگی میان پاسخ‌های دو گروه از پرسش‌ها که از دیدگاه نظری باید ارتباط زیادی با هم داشته باشند و مقایسه‌ی گروه‌هایی از پاسخگویان که به لحاظ نظری پاسخ‌های متفاوتی را به پرسش‌های آمارگیری ارائه می‌دهند، اشاره کرد. به‌عنوان نمونه انتظار می‌رود در مناطق شهری با افزایش سطح تحصیلات، شیوع مصرف سیگار افزایش یابد. چنان‌چه داده‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ای که برای اندازه‌گیری مصرف سیگار طرح شده است، تفاوت معنی‌داری را میان گروه‌های مصرف‌کنندگان با سطح تحصیلات متفاوت نشان دهد، این پرسش‌نامه دارای روایی ساختار خواهد بود. روش دیگر برای بررسی روایی ساختار اندازه‌گیری یک یا چند ویژگی با استفاده از ابزارهای متفاوت و محاسبه‌ی همبستگی میان اندازه‌های حاصل از این چند روش است. همبستگی بالا میان این اندازه‌ها، روایی همگرا و پایین‌بودن همبستگی، روایی واگرای این ابزارها را نشان می‌دهد (آلن و ین، ۱۹۷۹).

نظر کارشناسان و خبرگان می‌تواند کمک خوبی برای بهبود روایی ابزار اندازه‌گیری باشد. موضوع روایی از آن جهت اهمیت دارد که اندازه‌گیری‌های نامتناسب می‌تواند هر پژوهش علمی را کم اعتبار سازد.

شرط لازم برای روایی یک پرسش‌نامه داشتن ویژگی پایایی است. اگر یک ترازو نتواند اندازه‌های سازگار و پایایی از وزن اشخاص ارائه دهد، چگونه می‌توان انتظار صحت اندازه‌گیری‌های حاصل از آن را داشت. نکته‌ای که همواره باید مد نظر قرار بگیرد این است که ابزار اندازه‌گیری می‌تواند اندازه‌های سازگار و قابل اطمینانی به‌دست دهد اما روایی نداشته باشد. برای روشن‌تر شدن موضوع به مثال زیر توجه کنید. ترازوی پایایی را در نظر بگیرید که همواره وزن را دو کیلوگرم بیش‌تر از مقدار واقعی نشان می‌دهد. اگر چه این ترازو مقدارهای سازگاری را به‌عنوان وزن گزارش می‌دهد اما وزن‌های حاصل معتبر نبوده و روایی ندارند. هیچ یک از مفهوم‌های روایی و پایایی مطلق نیستند و با توجه به این‌که یک پرسش‌نامه ممکن است با هدف‌های متفاوتی مورد استفاده قرار بگیرد، شاخص یکتایی برای بیان اعتبار یک ابزار اندازه‌گیری چون پرسش‌نامه وجود ندارد.

۶-۷-۶ پایایی

ویژگی پایایی، اطلاعاتی در مورد این موضوع فراهم می‌کند که شیوه یا ابزار گرداوری داده‌ها تا چه حد داده‌های دقیق و موثقی را استخراج می‌کند، یا شیوه یا ابزار گرداوری داده‌ها تا چه حد درست و با ثبات است و نتیجه‌های سازگاری را به‌دست می‌دهد. به بیان دیگر پایایی بیان می‌کند که اگر ابزار اندازه‌گیری در یک فاصله‌ی زمانی کوتاه چندین بار به گروه یکسانی از افراد داده شود، یافته‌ها تا چه حد نزدیک به هم هستند. برای اندازه‌گیری پایایی از شاخصی به نام ضریب پایایی استفاده می‌شود. دامنه‌ی تغییر ضریب پایایی از صفر تا ۱+ است. ضریب پایایی صفر معرف عدم پایایی و ضریب پایایی یک معرف پایایی کامل است. «پایایی کامل» به‌ندرت دیده می‌شود و در صورت مشاهده‌شدن قبل از هر چیز باید به یافته‌ها شک کرد.

برای محاسبه‌ی ضریب پایایی ابزار اندازه‌گیری، شیوه‌های مختلفی به‌کار برده می‌شوند. گروهی از این روش‌ها مبتنی بر تکرار اندازه‌گیری بوده و برخی با فنون ویژه‌ای بدون تکرار به ارزیابی پایایی می‌پردازند. از جمله‌ی این روش‌ها می‌توان به موردهای زیر اشاره کرد.

- روش آزمون-بازآزمون
- روش آزمون هم‌ارزی
- روش پایایی خردنیم
- روش کودر-ریچاردسون
- روش آلفای کرونباخ

۱-۶-۷-۶ روش آزمون-باز آزمون

این روش به‌صورت ارائه‌ی یک آزمون بیش از یک بار در یک گروه آزمودنی تحت شرایط یکسان تعریف می‌شود. برای محاسبه‌ی ضریب پایایی با استفاده از این روش، ابتدا پرسش‌نامه روی یک گروه از پاسخگویان اجرا شده و سپس در فاصله‌ی زمانی کوتاهی دوباره در همان شرایط روی همان پاسخگویان اجرا می‌شود. ضریب همبستگی میان امتیازهای کسب‌شده‌ی همه‌ی پاسخگویان در دو بار اجرای پرسش‌نامه، اندازه‌ای از پایایی ابزار گرداوری اطلاعات است. در این شیوه عملاً امکان بررسی اثر تجربه‌ی اولین پاسخگویی بر پاسخ‌های آزمون دوم وجود ندارد.

۶-۷-۶-۲ روش آزمون هم‌ارزی

آزمون هم‌ارزی روشی متداول برای ارزیابی پایایی در اندازه‌گیری‌های روانی و تربیتی است که به‌صورت دو آزمون متفاوت که شباهت‌های زیادی با یکدیگر دارند و در یک زمان یا با فاصله‌ی زمانی مناسب از یکدیگر روی گروه یکسانی از پاسخ‌گویان اجرا می‌شوند. با توجه به این‌که پایایی با این امر سر و کار دارد که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتیجه‌های یکسانی به دست می‌دهد، در این روش نیز ضریب همبستگی میان یک مجموعه از امتیازها از یک آزمون و مجموعه‌ی دیگری از امتیازهای یک آزمون هم‌ارزی که به‌صورت مستقل از یک گروه از پاسخ‌گویان به دست می‌آید؛ به‌عنوان ضریب پایایی در نظر گرفته می‌شود.

سه روش برای اندازه‌گیری سازگاری درونی پرسش‌های یک پرسش‌نامه با استفاده از یک مجموعه از پرسش‌ها وجود دارد. در زیر بخش‌های زیر این روش‌ها بیان می‌شوند.

۶-۷-۶-۳ روش پایایی خردنیم

در این روش پرسش‌نامه به دو قسمت تقسیم شده و مقایسه‌ای میان امتیازهای حاصل از دو بخش انجام می‌شود (کاپلان و ساکیوزو، ۲۰۰۱). استفاده از این روش زمانی‌که به دلیل محدودیت‌های مالی و زمانی امکان اجرای دوباره‌ی آزمون برای بررسی پایایی وجود ندارد، پیش‌نهاد شده است (کوئن و سوئردلیک، ۲۰۰۲). روش کار به‌صورت سه مرحله‌ی زیر است.

۱. ابتدا مجموعه‌ی پرسش‌ها به دو قسمت تقسیم می‌شوند. در روش معمول پرسش‌ها با شماره‌ی فرد در یک گروه قرار می‌گیرند و پرسش‌ها با شماره‌ی زوج گروه دیگر را تشکیل می‌دهند. از این شیوه با نام پایایی فرد-زوج یاد می‌شود.
۲. سپس ضریب همبستگی پی‌یرسونی میان امتیازهای کسب‌شده از همه‌ی افراد نمونه‌ای این دو قسمت محاسبه می‌شود.
۳. در انتها مقدار حاصل از گام دوم با استفاده از رابطه‌ی اسپیرمن-براون[۱] که در زیر آمده است، تعدیل می‌شود (کاپلان و ساکیوزو، ۲۰۰۱).

$$r' = \frac{۲r}{۱ + r}$$

که در آن r همان ضریب همبستگی پی‌یرسونی میان امتیازهای دو نیم است که در گام دوم محاسبه می‌شود.

۶-۷-۶-۴ روش کودر-ریچاردسون

روش دیگر برای محاسبه‌ی ضریب پایایی استفاده از رابطه‌ی کودر-ریچاردسون۲۰ (۱۹۳۷) (KR-۲۰) است. استفاده از این روش در زمانی‌که پاسخ‌ها دوگزینه‌ای (برای نمونه بله و خیر) هستند، مناسب‌تر است. می‌توان نشان داد که این ضریب، میانگین همبستگی همه‌ی نیم‌های ممکن در روش پایایی خردنیم است. در این روش همبستگی درونی میان پرسش‌ها با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

---

[۱] در سال ۱۹۱۰ میلادی، اسپیرمن و براون هر یک به‌صورت مستقل رابطه‌ی $r' = \frac{۲r}{۱+r}$ را به‌عنوان تعدیلی برای محاسبه‌ی ضریب پایایی ابزار اندازه‌گیری ارایه دادند.

$$r_{KR-۲۰} = \frac{k}{k-۱} \times \frac{\sum_{i=۱}^{k} p_i q_i}{S_T^۲}$$

که در آن k تعداد پرسش‌ها، $S_T^۲$ واریانس امتیازهای حاصل از همه‌ی پرسش‌های پرسش‌نامه در میان همه‌ی پاسخ‌گویان است، p_i نسبت پاسخ‌گویانی است که به پرسش iام پاسخ مثبت (صحیح) داده‌اند و $q_i = ۱ - p_i$ برای $i = ۱, \dots, k$ نسبت پاسخ‌گویانی است که به پرسش iام پاسخ منفی (نادرست) داده‌اند. علاوه‌بر این کودر و ریچاردسون رابطه‌ی دیگری دارند که برای محاسبه‌ی پایایی زمانی که تنها اطلاعات درباره‌ی میانگین و واریانس امتیازهای کل پاسخ‌گویان وجود دارد و سطح دشواری پرسش‌ها نیز یکسان است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رابطه که به رابطه‌ی کودر-ریچاردسون ۲۱ (KR-۲۱) موسوم است؛ به‌صورتی که در ادامه آمده است، تعریف می‌شود.

$$r_{KR-۲۱} = \frac{k}{k-۱} \times \left[۱ - \frac{\bar{X}(۱ - \bar{X})}{K S_T^۲} \right]$$

که در آن k تعداد پرسش‌ها، $S_T^۲$ واریانس و $\bar{X}$ میانگین امتیازهای حاصل از همه‌ی پرسش‌های پرسش‌نامه در میان همه‌ی پاسخ‌گویان هستند (کودر و ریچاردسون، ۱۹۳۷).

۶-۷-۶-۵ روش آلفای کرونباخ

ویژگی روایی بیان می‌کند که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد مفهومی را که برای سنجش آن طراحی شده است درست اندازه می‌گیرد. پایایی پرسش‌نامه معیاری است که تا اندازه‌ی زیادی به روایی آن وابسته است. یک ابزار نمی‌تواند روا (معتبر) باشد مگر این‌که پایا و قابل اعتماد نیز باشد. اندازه‌گیری عینی پایایی با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ به‌دست می‌آید. استفاده از این آماره در برابر سایر معیارهای سنجش پایایی چون براوردهای آزمون-بازآزمون و ... که تکرار مبنا هستند، به مراتب ساده‌تر است.

کرونباخ (۱۹۵۱)، آماره‌ی آلفا را به‌عنوان اندازه‌ای از سازگاری درونی پرسش‌های یک آزمون، پرسش‌نامه یا مقیاس اندازه‌گیری معرفی کرده است. در حقیقت ضریب آلفا به‌صورت نسبت واریانس امتیاز واقعی یک مجموعه از پرسش‌ها به واریانس امتیاز مشاهده‌شده‌ی همه‌ی پرسش‌ها در میان همه‌ی پاسخ‌گویان، که ترکیبی از امتیاز واقعی و میزان خطای اندازه‌گیری است، تعریف می‌شود. بنا بر این به لحاظ نظری آلفا مقداری بین صفر و یک اختیار می‌کند. این معیار بیان می‌کند پرسش‌های موجود در یک پرسش‌نامه تا چه اندازه ساختار یا مفهوم یکسانی را می‌سنجند. در حقیقت ضریب آلفا معیاری است برای بیان همبستگی درونی پرسش‌ها در یک پرسش‌نامه که پیش از اجرای پرسش‌نامه باید برای اطمینان از پایایی نسبت به محاسبه‌ی آن اقدام شود. در ادامه برخی از رابطه‌های محاسباتی معمول برای ضریب آلفای کرونباخ ارائه می‌شود. نخستین رابطه‌ای که برای محاسبه‌ی ضریب آلفا می‌تواند به‌کار رود، به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\alpha = \frac{k}{k-۱} \left(۱ - \frac{\sum_{i=۱}^{k} S_i^۲}{S_T^۲} \right)$$

که در آن α براورد ضریب آلفای کرونباخ، S_T^2 مقدار مشاهده‌شده‌ی واریانس امتیاز کل کسب‌شده در پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه است که با استفاده از پاسخ‌های همه‌ی پاسخ‌گویان در نمونه‌ی جاری محاسبه می‌شود. نماد S_i^2 واریانس پاسخ به پرسش i ام در میان نمونه‌ی جاری و k نیز برابر با تعداد پرسش‌های ابزار گرداوری اطلاعات (پرسش‌نامه) است (دویلیس، ۱۹۹۱).

در حالت‌هایی که ماتریس واریانس کوواریانس پرسش‌ها موجود است، می‌توان آلفا را با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه کرد.

$$\alpha = \frac{k\,\bar{C}}{\bar{V} + (k-1)\,\bar{C}}$$

که در آن مشابه قبل، k برابر با تعداد پرسش‌ها، $\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{k}$ میانگین واریانس‌های امتیازهای کسب‌شده‌ی همه‌ی پرسش‌ها و $\bar{C}$ نیز میانگین کوواریانس‌های بین امتیازهای کسب‌شده از پرسش‌های پرسش‌نامه است که از روی ماتریس واریانس کوواریانس به راحتی در دسترس هستند.

صورت دیگری از رابطه‌ی محاسباتی ضریب آلفا که با نام آلفای کرونباخ استانداردشده شناخته می‌شود به‌صورت زیر است. استفاده از این شکل از ضریب آلفا زمانی که ماتریس ضریب همبستگی میان پاسخ‌های ارائه‌شده به پرسش‌ها محاسبه شده است، پیش‌نهاد می‌شود (سرمد و همکاران، ۱۳۸۳).

$$\alpha_{std.} = \frac{k\bar{r}}{1 + (k-1)\bar{r}}$$

که در آن $\bar{r}$ میانگین ضریب همبستگی‌های پی‌پرسونی میان همه‌ی پرسش‌های پرسش‌نامه و مشابه قبل k برابر با تعداد پرسش‌ها است. در حقیقت $\bar{r}$ به‌صورت میانگین $\frac{k(k-1)}{2}$ مولفه‌ی غیر تکراری مثلث بالایی یا پایینی در ماتریس ضریب همبستگی تعریف می‌شود.

زمانی‌که همه‌ی پرسش‌ها برای اندازه‌گیری یک مفهوم طراحی شده باشند، همبستگی درونی آن‌ها بیش‌تر شده و در نتیجه مقدار ضریب آلفا نیز بزرگ‌تر می‌شود. بنا بر این آلفا به‌طور غیرمستقیم تعیین می‌کند که یک مجموعه از پرسش‌ها تا چه اندازه ساختار یا مفهوم یکسانی را اندازه می‌گیرند. البته در همه‌ی موارد مقدار بزرگ آلفا بیان‌گر همبستگی درونی بالا نیست. تعداد پرسش‌ها نیز عامل موثری بر مقدار این ضریب هستند. نکته‌ی قابل توجه درباره ضریب آلفا وابستگی آن به نمونه‌ی مورد بررسی است. به این معنی که مقدار این ضریب از نمونه‌ای به نمونه‌ی دیگر تغییر می‌کند. عدم پایداری این ضریب نسبت به مقدارهای گم‌شده، یک ویژگی منفی آن به‌شمار می‌آید. در مورد پرسش‌نامه‌هایی که برای بررسی بیش از یک هدف طراحی شده‌اند، محاسبه‌ی ضریب آلفا برای هر زیرمجموعه از پرسش‌ها که برای گرداوری اطلاعات درباره‌ی همان هدف تهیه شده‌اند، به‌صورت جداگانه ضروری است.

ضریب آلفای کرونباخ در بیش‌تر موارد به‌عنوان معیاری از سازگاری درونی و قابلیت اطمینان پاسخ‌های داده‌شده به پرسش‌های یک پرسش‌نامه به‌کار می‌رود. نوشتگان گوناگون مقدارهای متفاوتی را برای ضریب آلفا مطلوب در نظر گرفته‌اند. جورج و مالری (۲۰۰۳) مقدارهای ممکن برای ضریب آلفا را گروه‌بندی کرده و تفسیرهای زیر را با توجه به دامنه‌ای که مقدار آلفای استانداردشده در آن قرار می‌گیرد، ارائه دادند.

جدول ۶-۱. تفسیر مقدار آلفای کرونباخ استانداردشده

$\alpha_{std.} >$ ۰/۹	پایایی پرسش‌نامه عالی است
$\alpha_{std.} >$ ۰/۸	پایایی پرسش‌نامه خوب است
$\alpha_{std.} >$ ۰/۷	پایایی پرسش‌نامه قابل‌قبول است
$\alpha_{std.} >$ ۰/۶	پایایی پرسش‌نامه پرسش‌برانگیز است
$\alpha_{std.} >$ ۰/۵	پایایی پرسش‌نامه ضعیف است
$\alpha_{std.} <$ ۰/۵	پایایی پرسش‌نامه غیر قابل‌قبول است

علاوه‌بر این مقدار ضریب آلفای مطلوب برای کاربردهای بالینی مقداری است بزرگ‌تر از ۰/۹ و از مقدار بیش‌تر از ۰/۹۵برای این ضریب با عنوان شرایط ایده‌آل یاد شده است (بلاند و آلتمن، ۱۹۹۷). در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت مقدار آلفای کرونباخ بین ۰/۷ و ۰/۹۵ بیان‌گر این است که ابزار اندازه‌گیری (پرسش‌نامه) با پایایی مناسبی اطلاعات را گردآوری کرده است.

مقدار کوچک ضریب آلفا می‌تواند ناشی از کم‌بودن تعداد پرسش‌ها، همبستگی درونی ضعیف میان پرسش‌ها یا یک بعدی‌بودن ابزار اندازه‌گیری باشد. چنان‌چه همبستگی ضعیف میان پرسش‌ها سبب کاهش مقدار آلفا شده باشد، کنار گذاشتن برخی از پرسش‌ها روش مناسبی است. به‌علاوه می‌توان با بررسی بیش‌تر و بخش‌بندی کردن پرسش‌نامه، پرسش‌هایی را که همبستگی درونی بیش‌تری با یکدیگر دارند، در یک گروه قرار داد. همان‌گونه که پیش از این هم بیان شد، نخستین گام برای محاسبه‌ی ضریب آلفا و ارزیابی پایایی پرسش‌نامه، محاسبه‌ی واریانس و تغییرپذیری پرسش‌ها به تنهایی و واریانس مجموعه‌ی پاسخ‌های داده‌شده به پرسش‌نامه است. با استفاده از این اطلاعات ساده‌ترین راه برای یافتن پرسش‌های نامزد حذف، محاسبه‌ی ضریب همبستگی میان امتیاز هر پرسش در مجموعه‌ی پاسخ‌ها و امتیاز کل هر پرسش‌نامه است. پرسش‌ها با همبستگی نزدیک به صفر حذف می‌شوند. همچنین بهتر است پرسش‌هایی که ضریب همبستگی منفی با دیگر پرسش‌ها دارند از مجموعه‌ی کل پرسش‌نامه جدا شده و در بخش دیگری از پرسش‌نامه قرار بگیرند. به این ترتیب مقدار ضریب آلفا و در نتیجه میزان پایایی پرسش‌نامه افزایش می‌یابد (تاواکل و دنیک، ۲۰۱۱).

در انتها بیان این نکته ضروری است که استفاده و تفسیر نادرست ضریب آلفا می‌تواند منجر به انتخاب و به‌کارگیری یک ابزار نامناسب شود که یافته‌های غیر قابل اعتمادی را نتیجه می‌دهد.

رعایت پیش‌نهادهایی که در خصوص طراحی و انتخاب تک تک پرسش‌ها بیان شدند و همچنین توجه به نکته‌های ارائه‌شده درباره‌ی چگونگی طراحی پرسش‌نامه به‌عنوان متداول‌ترین ابزار گردآوری اطلاعات، منجر به طراحی یک پرسش‌نامه‌ی استاندارد مبتنی بر هدف‌های پژوهش خواهد شد.

۶-۸ خلاصه‌ی فصل

یکی از ابزارهای مهم در گردآوری اطلاعات آماری پرسش‌نامه است. پرسش‌های پرسش‌نامه با توجه به هدف‌های پژوهش تعیین می‌شوند. هر پرسش در پرسش‌نامه باید یک متغیر را اندازه‌گیری کند. به علاوه باید دارای جمله‌بندی کوتاه و قابل فهم برای واحدهای آماری باشد. پرسش‌های پرسش‌نامه باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که واحدهای آماری یک مفهوم را از هر کدام

برداشت کنند، به‌طوری که اگر پرسش‌ها در زمان‌های مختلف از یک واحد آماری پرسش شوند، پاسخ‌ها با هم سازگار باشند. جایگاه پرسش‌ها در پرسش‌نامه نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. بهتر است پرسش‌های شخصی، اقتصادی، جمعیت‌شناختی و پزشکی مانند درامد ماهیانه، وضعیت تأهل، ابتلا به یک بیماری نادر و ... در انتهای پرسش‌نامه قرار گیرند. همچنین در صورت امکان از گنجاندن پرسش‌های حساس در پرسش‌نامه مانند مصرف مواد مخدر، داشتن دوست از جنس مخالف، تجربه‌ی مصرف نوشیدنی الکلی و ... اجتناب شود. این امر گاهی امکان‌پذیر نیست زیرا برخی از این پرسش‌ها ممکن است با هدف پژوهش مرتبط باشند.

پرسش‌های پرسش‌نامه می‌توانند به‌صورت بسته، باز و یا نیم باز باشند. پرسش‌های بسته شامل پاسخ‌های ممکن برای پرسش‌ها است. در این‌گونه پرسش‌ها پاسخ‌گو یکی از گزینه‌های پاسخ را انتخاب می‌کند. در پرسش‌های باز هیچ گزینه‌ی پاسخی در نظر گرفته نمی‌شود و پاسخ‌گو در ارائه‌ی پاسخ آزاد است. در پرسش‌های نیم باز هم گزینه‌های پاسخ در نظر گرفته می‌شوند و هم به پاسخ‌گو اجازه داده می‌شود تا پاسخی غیر از گزینه‌های پیش‌بینی‌شده ارائه دهد.

به منظور ارزیابی کیفیت ساختار یک پرسش‌نامه از گروه‌های متمرکزی که متشکل از ۶ تا ۱۲ نفر از اعضای جامعه‌ی هدف است استفاده می‌شود. این گروه در جلسه‌هایی پیرامون پرسش‌های پرسش‌نامه به بحث و تبادل نظر می‌پردازند و به طراحان برای نهایی کردن اولیه‌ی پرسش‌نامه کمک می‌کنند. بررسی روایی و پایایی و انجام پیش‌آزمون به طراحان پرسش‌نامه می‌گوید تا چه اندازه پرسش‌های پرسش‌نامه قابلیت اندازه‌گیری متغیرهای مورد نظر را دارند. پایایی پرسش‌نامه، میزان ثبات در پاسخ واحدهای آماری را در زمان‌های مختلف پاسخ‌گویی اندازه می‌گیرد. یکی از مولفه‌های مهم در فرایند یک آمارگیری پیش‌آزمون برای ارزیابی گام‌های مختلف طرح آمارگیری از جمله پرسش‌نامه است. پیش‌آزمون، پایایی، روایی، چینش پرسش‌ها، بار پاسخ‌گویی و ... را ارزیابی می‌کنند.

تمرین

۱. فرایند اجرای یک پژوهش آماری چه گام‌هایی را شامل می‌شود؟

۲. گام‌های طراحی یک پرسش‌نامه را شرح دهید.

۳. اصول کلی که برای تنظیم پرسش‌نامه باید مد نظر قرار بگیرد کدام‌اند؟

۴. شیوه‌های مختلف اجرای یک آمارگیری با پرسش‌نامه را نام ببرید.

۵. اجزای اصلی سازنده‌ی یک پرسش‌نامه را فهرست کنید.

۶. نامه‌ی معرفی پرسش‌نامه چه مطالبی را در بر می‌گیرد؟

۷. راهنمای تکمیل پرسش‌نامه چیست و چه مطالبی را شامل می‌شود؟

۸. انواع پرسش‌ها را نام برده و برای دو مورد مثال بزنید.

۹. چه نکاتی برای چیدمان پرسش‌ها باید مورد توجه قرار بگیرند. این نکات را با ذکر مثال شرح دهید.

۱۰. روش‌های مختلف ارزیابی پرسش‌نامه را نام ببرید.

۱۱. منظور از روایی پرسش‌نامه چیست؟ نوع‌های روایی را نام برده و شرح مختصری از هر یک بیان کنید.

۱۲. پایایی پرسش‌نامه را تعریف کرده و روش‌های ارزیابی پایایی را نام ببرید. با ذکر مثال یک روش را به دلخواه شرح دهید.

۱۳. مزیت‌ها و عیب‌های پرسش‌نامه‌ی خود اجرا را فقط نام ببرید.

۱۴. پرسش‌های باز و بسته را تعریف کرده و مزیت پرسش باز را نسبت به پرسش بسته بنویسید.

۱۵. برای آزمون مناسب بودن پرسش‌نامه از چه آماره‌هایی استفاده می‌شود. هر یک از آماره‌ها را تعریف کنید. (لزومی به نوشتن فرمول آماره‌ها نیست.)

۱۶. پرسش نیم‌باز را تعریف کرده و مثالی بزنید.

۱۷. شیوه‌های تکمیل کردن پرسش‌نامه‌های آمارگیری‌ها را فقط نام ببرید.

مرجع‌ها

سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس؛ و حجازی، الهه (۱۳۸۳)، *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری*. چاپ هشتم، انتشارات آگاه، تهران.

نواب‌پور، حمیدرضا (۱۳۷۹)، *آمار کاربردی و زبان برنامه‌نویسی SAS*، انتشارات رافع، تهران.

Allen, M. J., and Yen, W. (1979), *Introduction to Measurement Theory*, Belmont California: Wadsworth.

Bland, J. M., Altman, D., G. (1997), "Statistics Notes: Cronbach's Alpha," *BMJ*, 314-572.

Cohen, R. J., and Swerdlik, M. E. (2002), *Psychological Testing and Assessment: An Introduction to Tests and Measurement,* 5th Edition, Boston, MA: McGraw Hill Higher Education.

Cronbach, L. (1951), "Coefficient Alpha and the Internal Srtucture of Tests," *Psychometrika,* 16, 297-334.

Devellis, R. F. (1991), *Scale Development,* Sage Publication, 24-33.

Dillman, D. A. (1978), *Mail and Telephone Surveys: The Total Design Method,* New York: John Wiley & Sons, Inc.

George, D., and Mallery, P. (2003), *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 11.0 Update,* 4th Edition, Boston: Allyn & Bacon.

Kaplan, R. M., and Saccuzzo, D. P. (2001), *Psychological Testing: Principle, Applications and Issues,* 5th Edition, Belmont, CA: Wadsworth.

Kuder, G. F., and Richardson, M. W. (1937), "The Theory of the Estimation of Test Reliability," *Psychometrika,* 2(3), 151-160.

Mehrens, W. A., and Lehman, I. J. (1987*), Using Standardized Tests in Education,* New York: Longman.

Salant, P., and Dillman, D. (1994), *How to Conduct Your Own Survey,* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Tavakol, M., and Dennick, R. (2011), "Making Sense of Cronbach's Alpha," *International Journal of Medical Education,* 2, 53-55.

Worthen, B. R., Borg, W. R., and White, K. R. (1993), *Measurement and Evaluation in the School,* New York: Longman.

فصل ۷
پاک‌سازی داده‌ها

۷-۱ مقدمه

داده‌ها، چه مشاهده‌ای باشند و چه آزمایشی، حاصل از سرشماری باشند یا نمونه‌گیری یا ثبتی‌مبنا، همواره دارای خطا هستند. تلاش آمارشناسان و دست‌اندرکاران تولید آمار و به‌ویژه آمارهای رسمی کاهش میزان خطاها و کنترل آن‌ها در سطحی قابل قبول است. به مثال‌هایی از خطاهای رایج در داده‌ها توجه کنید:

- در یک آمارگیری اجتماعی به روش مصاحبه‌ی رو در رو، مامور آمارگیر جنسیت یکی از افراد خانوار مورد مراجعه را اشتباه ثبت کند،
- در سرشماری نفوس و مسکن، مامور سرشماری، شماره‌ی ملی هر یک از اعضای خانوار را از روی کارت ملی وارد پرسش‌نامه می‌کند ولی شماره‌ی ملی دو نفر از اعضای خانوار جا به جا ثبت شود،
- مقداری برای میزان تحصیلات فردی دو ساله در یک آمارگیری اجتماعی ثبت شود،
- در یک سرشماری کشاورزی، مساحت زمین زیر کشت متعلق به یک خانوار به مترمربع پرسش می‌شود، پاسخ‌گو به مقدار ۲ هکتار اشاره می‌کند و مامور سرشماری بدون تبدیل واحد عدد ۲ را ثبت می‌کند،
- در یک آمارگیری کارگاهی، مسئول کارگاه باید میزان ارزش تولید کارگاه را در پرسش‌نامه ثبت کند ولی بنا به دلایلی، در پرسش‌نامه برای این متغیر مقداری کم‌تر از مقدار واقعی ثبت شود،
- هنگام واردسازی داده‌های پرسش‌نامه‌ی یک طرح آمارگیری، عدد ۲ به جای عدد ۵ ثبت شود،
- در خواندن پرسش‌نامه‌ی یک سرشماری به روش تشخیص نویسه‌ای هوشمند[۱]، برخی از عددهای صفر معادل ۵ خوانده شود، و

[۱] یکی از روش‌های واردسازی داده‌ها به رایانه است که توسط دستگاه‌های پویش‌گر انجام می‌شود.

- در داده‌های دریافتی از یک سازمان، در برخی فیلدها کدهای نامعتبر ثبت شده باشد و برخی رکوردها تکراری باشند.

پاک‌سازی داده‌ها به مجموعه‌ای از روش‌ها گفته می‌شود که به منظور افزایش کیفیت داده‌ها با شناسایی خطاها و ناسازگاری‌های موجود در داده‌ها، نسبت به اصلاح یا حذف آن‌ها اقدام می‌کنند. اصطلاح پاک‌سازی داده‌ها بیش‌تر در حوزه‌ی علوم مرتبط با دادگان‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل روش‌هایی برای پاک‌سازی دادگان‌های اطلاعاتی است. در ادبیات آماری به فرایند پاک‌سازی داده‌ها تمامی مرحله‌های تولید آمار، ویرایش آماری داده‌ها گفته می‌شود.

میزان موفقیت در ویرایش داده‌های آمارگیری‌ها، نقش بسیار مهمی در کیفیت نهایی آماره‌های حاصل از آمارگیری‌ها ایفا می‌کند. به همین دلیل در سازمان‌های تولیدکننده‌ی آمارهای رسمی، تلاش زیادی معطوف به این امر می‌شود. فرایند ویرایش شامل اقدام‌هایی برای کاهش و کنترل خطاها و همچنین روش‌هایی برای شناسایی و اصلاح خطاها و ناسازگاری‌ها با در نظر گرفتن هزینه‌ها و منبع‌های لازم برای اجرای آن‌ها است. به‌طور مثال در عمل ممکن است لحاظ کردن برخی قاعده‌های ویرایشی به دلیل افزایش چشمگیر زمان آمارگیری به صرفه نباشد. به‌طور کلی در طراحی روش‌های ویرایشی باید نکاتی از جمله هزینه‌های اجرا، روزامدی نتیجه‌ها، تکرارپذیری و دقت در نظر گرفته شود.

در فرایند ویرایش، بررسی داده‌ها هم در سطح خرد صورت می‌گیرد که ویرایش خردسطح نامیده می‌شود و هم در سطح جدول‌ها و نتیجه‌های حاصل که به آن ویرایش کلان‌سطح گفته می‌شود. در بسیاری از متن‌های علمی، روش‌های ویرایش داده‌ها به همراه جانهی مورد بحث قرار گرفته‌اند. به هرحال ارتباط بسیار نزدیکی بین این دو موضوع وجود دارد و برخی اوقات جدا کردن این دو فرایند امکان‌پذیر نیست. در روش‌های ویرایشی گاهی لازم است پس از شناسایی مقدار دارای خطا، مقداری به‌عنوان جایگزین انتخاب شود که این کار به وسیله روش‌های جانهی انجام می‌شود. همچنین در اجرای روش‌های جانهی باید توجه داشت که مقدارهایِ براوردیِ حاصل از جانهی باید در قاعده‌های ویرایشی صدق کنند. با این حال با توجه به این‌که روش‌های جانهی در فصل سوم معرفی شده‌اند، در این فصل به معرفی مختصر موضوع ویرایش به تنهایی پرداخته می‌شود.

۷-۲ انواع خطاهای مورد بررسی در ویرایش

در فصل سوم به خطاهای محتمل در یک آمارگیری و نقش آن‌ها در خطای کل آمارگیری اشاره شد. در این بخش خطاها از دو دیدگاه نظام‌مندی یا تصادفی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۷-۲-۱ خطاهای نظام‌مند

خطاهای نظام‌مند خطاهایی هستند که با الگوی به‌طور تقریبی مشخصی اتفاق می‌افتند. به‌عنوان مثال در یک آمارگیری از سلامت کودکان زیر ۵ سال، فرض کنید که دستگاه توزین، وزن را ۱۰۰ گرم بیش‌تر از مقدار واقعی نشان دهد. این خطا در هر بار اندازه‌گیری وزن کودکان رخ می‌دهد. یکی از شایع‌ترین این گونه خطاها، خطای ناشی از واحد اندازه‌گیری است. به‌عنوان مثال استفاده از واحد ریال به جای تومان. رخداد این نوع خطا در مرحله‌ی پردازش و استخراج هم محتمل است. به‌طور مثال خواندن پرسش‌نامه‌ها به روش تشخیص هوشمند نویسه می‌تواند

منجر به خطای نظام‌مند در خواندن برخی عددها یا نویسه‌ها شود. شناسایی خطاهای نظام‌مند از طریق مقایسه‌ی داده‌ها با اطلاعات سایر منبع‌ها یا اطلاعات دوره‌های زمانی قبل امکان‌پذیر می‌باشد و تشخیص آن نسبت به خطاهای تصادفی آسان‌تر است، ولی شناسایی و اصلاح این نوع خطاها از اهمیت بیش‌تری نسبت به خطاهای تصادفی برخوردار است.

۷-۲-۲ خطاهای تصادفی

رخ دادن این نوع خطاها همان‌گونه که از نامشان پیداست، تابع الگوی خاصی نیست. به‌عنوان مثال وقتی یک پاسخ‌گو یا مامور آمارگیر به اشتباه یک صفر اضافه جلوی مقدار هزینه مواد اولیه در یک پرسش‌نامه می‌گذارد، خطای تصادفی رخ می‌دهد. از نظر آماری انتظار می‌رود که امید ریاضی (مقدار مورد انتظار) خطاهای تصادفی برابر صفر باشد گرچه در عمل ممکن است چنین نشود.

خطاهای تصادفی ممکن است منجر به تولید داده‌های دورافتاده یا داده‌های موثر شوند. در این حالت می‌توان این خطاها را با روش‌های موجود برای شناسایی نقطه‌های دورافتاده یا موثر تشخیص داد و سپس نسبت به اصلاح آن‌ها اقدام کرد. در حالت کلی تشخیص این نوع خطاها سخت‌تر از خطاهای نظام‌مند است و تا وقتی قاعده‌های ویرایشی را نقض نکنند قابل تشخیص نیستند. البته باید توجه داشت که هدف نهایی از تولید آمارها، تهیه جدول‌های اطلاعاتی است و بنا بر این در صورتی که خطاهای تصادفی اثر معنی‌داری در جدول‌های نهایی نداشته باشند، قابل صرف نظر کردن هستند.

۷-۳ انواع داده‌ها و قاعده‌های ویرایشی

روش‌های ویرایشی برای داده‌های عددی و رده‌بندی متفاوت هستند. ویرایش داده‌های عددی بیش‌تر در طرح‌های آمارگیری اقتصادی انجام می‌شود و به‌طور معمول پیچیده‌تر و حساس‌تر است. در حالی که ویرایش داده‌های رده‌بندی بیش‌تر در طرح‌های آمارگیری اجتماعی صورت می‌گیرد. البته باید توجه داشت که ویرایش در سرشماری‌ها وضعیت ویژه‌ای دارد و با توجه به گستردگی آن نیازمند طراحی دقیق‌تری است. در هر صورت شناخت نوع داده‌های مورد بررسی برای طراحی فرایند ویرایش (و جانهی) ضروری بوده و قاعده‌های ویرایشی با توجه به نوع داده‌ها و ویژگی متغیرهای مورد نظر طراحی می‌شوند. در ادبیات آماری به جای قاعده‌های ویرایشی از خود واژه‌ی ویرایش هم استفاده می‌شود و در این فصل نیز گاهی به همین شکل عمل شده است.

مهمترین بخش فرایند ویرایش، قاعده‌های ویرایشی هستند. خطاها توسط این قاعده‌ها شناسایی می‌شوند و بدیهی است هر چه میزان دقت و حساسیت این قاعده‌ها بالاتر باشد، شناسایی خطاها بهتر انجام می‌شود. با اصلاح خطاهای شناسایی شده می‌توان کیفیت داده‌ها را افزایش داد. به‌طور کلی ویرایش e را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد.

$$e: x \in S_x$$

که S_x مجموعه‌ی مقدارهای مجاز x است. نماد x می‌تواند مقدار یک متغیر یا مجموعه مقدارهای چند متغیر باشد. بنا بر این فرایند ویرایش مجموعه‌ای از چندین ویرایش e و روش اصلاح مقدارهایی است که ناقض این قاعده‌ها هستند.

هر ویرایش می‌تواند از نوع سخت یا خطیر یا از نوع نرم یا مشکوک باشد. ویرایش‌های سخت مواردی هستند که خطاهای شناسایی شده، قطعی هستند. به‌عنوان مثال هزینه‌های یک کارگاه باید برابر با جمع هزینه‌ی نیروی انسانی، هزینه‌های سرمایه‌ای و سایر هزینه‌ها باشد. مشاهده‌ای که این قاعده‌ی ویرایش را نقض کند به‌طور قطع در یکی از مقدارها دارای خطا است. در مقابل، ویرایش نرم به مواردی گفته می‌شود که به‌طور احتمالی دارای خطا هستند و نیاز به بررسی بیش‌تر دارند. به‌عنوان مثال ممکن است در ویرایش، میزان هزینه‌ی حمل و نقل بین ۱ تا ۱۰ میلیون تومان در نظر گرفته شده باشد. حال اگر هزینه‌ی حمل و نقل یکی از کارگاه‌ها دارای مقداری معادل ۱۸ میلیون تومان باشد، به‌طور قطع نمی‌توان گفت که این مقدار غلط است و باید بررسی بیش‌تری صورت گیرد. در این حالت ممکن است مقدار ثبت شده درست بوده و افزایش هزینه‌ی حمل و نقل این کارگاه به‌دلیل خاصی صورت گرفته باشد.

سه دسته از قاعده‌های ویرایشی کاربرد بیش‌تری دارند که به‌طور خلاصه توضیح داده می‌شوند.

۷-۳-۱ ویرایش‌های یک متغیری یا محدودیت‌های دامنه‌ای

ویرایشی که مشخص‌کننده‌ی مقدارهای مجاز برای یک متغیر باشد، ویرایش یک متغیری یا محدودیت‌های دامنه‌ای گفته می‌شود. برای متغیرهای رده‌بندی، مجموعه‌ای از مقدارهای مجاز برای کدها و در مورد متغیرهای عددی، دامنه‌ی مجاز تعیین می‌شود. با توجه به تعریف ارائه شده‌ی ویرایش، برای متغیر رده‌بندی داریم:

$$S_x = \{x_1, x_2, \cdots, x_c\}$$

که در آن x_i برای $i = 1, \ldots, c$ مقدارهای مجاز برای متغیر X است. به‌عنوان مثال برای متغیر جنسیت، که کدهای ۱ و ۲ برای نشان دادن زن و مرد در نظر گرفته شده است، مجموعه‌ی S_x به‌صورت $\{1,2\}$ تعریف می‌شود. همچنین برای متغیرهای عددی نیز مجموعه‌ی مقدارهای مجاز به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$S_x = \{x | \, l \leq x \leq u\}$$

که l و u به‌ترتیب حدهای پایین و بالای مقدار مجاز برای متغیر X هستند. مثال‌هایی از این نوع ویرایش برای متغیرهای عددی عبارت‌اند از: مقدار متغیر هزینه‌ی ماهانه‌ی خانوار بزرگتر از صفر، تعداد ساعت‌های کار هفتگی یک فرد شاغل بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از ۱۰۰.

۷-۳-۲ ویرایش‌های دو متغیری

در قاعده‌های ویرایشی دو متغیری، مقدارهای مجاز برای یک متغیر فقط به مقدار متغیر دیگری وابسته است. به‌طور مثال اگر x متغیر وضعیت تاهل با مقدارهای ۰: هرگز ازدواج نکرده؛ ۱: ازدواج کرده؛ و ۲: درقبل ازدواج کرده و y متغیر سن باشد، یک ویرایش دو متغیری به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S_{xy} = \{(x,y)|x = ۰,\ \ y < ۱۵\} \cup \{(x,y)|\ y \geq ۱۵\}$$

به‌عنوان مثالی دیگر از این نوع ویرایش می‌توان به ویرایش زیر اشاره کرد:

$$S_{xy} = \{(x,y)|\ x - y > ۱۴\}$$

که در اینجا x متغیر سن مادر و y سن فرزند است.
گونه‌ی مهمی از این نوع ویرایش که ویرایش نسبتی نامیده می‌شود به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$S_{xy} = \left\{(x,y)\middle|l \leq \frac{x}{y} \leq u\right\}$$

۷-۳-۳ ویرایش‌های توازنی

ویرایش‌های توازنی ، ویرایش‌های چند متغیری هستند که مقدارهای مجاز به‌صورت ترکیب خطی از متغیرها تعریف می‌شوند. این ویرایش‌ها بیش‌تر برای داده‌های اقتصادی کاربرد دارند که در آن‌ها مقدار متغیرها باید در معادله‌های خطی که در قاعده‌های حسابداری و مالی دیده می‌شوند، صدق کنند. به‌عنوان مثال دو معادله‌ی زیر را در نظر بگیرید:

سود = درامد – کل هزینه‌ها

و

کل هزینه‌ها = هزینه‌های نیروی انسانی + سایر هزینه‌ها

همان طور که دیده می‌شود دو معادله‌ی بالا به هم مرتبط هستند و متغیر کل هزینه‌ها در هر دو رابطه مشترک است. اگر مقدارهای یک مشاهده در رابطه‌ی اول صدق کنند ولی در معادله‌ی دوم صدق نکنند، به نظر می‌رسد که احتمال اشتباه بودن هزینه‌های نیروی انسانی یا سایر هزینه‌ها نسبت به کل هزینه‌ها بیش‌تر باشد، چرا که در صورت اشتباه بودن مقدار متغیر کل هزینه‌ها باید معادله‌ی اول نیز برقرار نباشد. از آنجایی‌که ویرایش‌های توازنی از مجموعه‌ای از معادله‌های خطی تشکیل شده است، می‌توان آن‌ها را به شکل ماتریسی نوشت. برای مثال اگر $x_۱$ متغیر سود، $x_۲$ متغیر درامد، $x_۳$ متغیر کل هزینه‌ها، $x_۴$ هزینه‌های نیروی انسانی و $x_۵$ سایر هزینه‌ها باشد، ویرایش توازنی مثال قبل را می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد.

$$\begin{pmatrix} ۱ & -۱ & ۱ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۰ & -۱ & ۱ & ۱ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_۱ \\ x_۲ \\ x_۳ \\ x_۴ \\ x_۵ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ۰ \\ ۰ \end{pmatrix}$$

به‌طور کلی ویرایش توازنی به‌صورت زیر قابل تعریف است:

$$S_x = \{x|\ Ax = ۰\}$$

۷-۴ روش‌های ویرایشی

روش‌های ویرایشی در واقع راه‌کار عملی برای بررسی برقرار بودن قاعده‌های ویرایشی در رکوردها، براوردها یا جدول‌ها و نتیجه‌های حاصل از اجرای یک طرح آمارگیری است. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، طراحی و اجرای ویرایش آماری در یک طرح آمارگیری در میزان هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم طرح اثر جدی دارد و همواره باید موازنه‌ای بین طرح ویرایش و هزینه‌ها برقرار شود. به‌طور مثال شاید در نظر گرفتن قاعده‌های ویرایشی بسیار و اجرای آن‌ها موجب افزایش کیفیت داده‌ها از جنبه درستی گردد ولی در عین حال منجر به طولانی شدن زمان گرداوری داده‌ها و عملیات داده‌پردازی و همین‌طور افزایش هزینه‌های نیروی انسانی خواهد شد. بنا بر این تدوین قاعده‌های مناسب و انتخاب روش‌های معتبر ویرایشی از مهمترین اقدام‌های طراحان آمارگیری‌ها است. سهم قابل توجه ویرایش از هزینه‌ها و همچنین تاثیر غیرقابل انکار آن در افزایش کیفیت داده‌ها، آمارشناسان حوزه‌ی آمار رسمی را به بررسی روش‌های بهینه‌ی ویرایشی، و ارائه‌ی روش‌های دقیق‌تر، سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر ترغیب نموده است. پیشرفت و توسعه‌ی چشم‌گیر علم آمار و فناوری اطلاعات و همچنین افزایش قدرت و سرعت رایانه‌ها در عصر حاضر، نقشی اساسی در رشد و توسعه‌ی روش‌های ویرایشی در حوزه‌ی آمار رسمی ایفا کرده است.

روش‌های ویرایشی، در دو بازه‌ی زمانی همزمان با مرحله‌ی گرداوری داده‌ها، و پس از واردسازی داده‌ها در رایانه و آماده شدن فایل داده‌ها به‌کار می‌روند.

۷-۴-۱ ویرایش در مرحله‌ی گرداوری داده‌ها

موفقیت در گرداوری داده‌های درست از مهم‌ترین هدف‌های یک آمارگیری و تضمین‌کننده‌ی کیفیت داده‌ها است. علاوه بر همه‌ی اقدامات لازم مانند استفاده از ابزار اندازه‌گیری مناسب و آموزش آمارگیران یا پاسخ‌گویان، ویرایش داده‌ها در این مرحله نیز نقش مهمی در افزایش کیفیت داده‌ها دارد و منجر به تولید داده‌هایی با خطاهای آمارگیری کم‌تر خواهد شد. بدیهی است در این مرحله ویرایش‌ها بر روی داده‌ها و در خردسطح انجام می‌شود.

چگونگی استفاده از روش‌های ویرایشی بستگی زیادی به روش گرداوری داده‌ها دارد. در آمارگیری‌ها به روش مصاحبه‌ی رو در روی کاغذی، به‌طور معمول در سازمان اجرایی آمارگیری، رده‌های فنی در نظر گرفته می‌شوند. یک از وظایف این افراد این است که پس از تکمیل تعدادی از پرسش‌نامه‌ها، به‌عنوان مثال پرسش‌نامه‌های تکمیل شده در یک روز کاری، با توجه به راهنماها و دستورالعمل‌های موجود، بررسی‌های لازم را روی پرسش‌نامه به عمل آورند و موارد نقض قاعده‌های ویرایشی در نظر گرفته شده را اصلاح یا در صورت لزوم برای مراجعه‌ی مجدد و اصلاح پاسخ به مامور آمارگیر برگردانند. با توجه به دستی بودن ویرایش، بررسی قاعده‌های پیچیده و مرتبط به هم و سازگاری داده‌ها دشوار و زمان‌بر است و به همین دلیل ویرایش در مرحله‌ی گرداوری داده‌های این نوع آمارگیری‌ها به قاعده‌های ساده‌تر و البته مهم محدود می‌شود. در آمارگیری‌هایی که گرداوری داده در آن‌ها به روش مصاحبه رایانه‌یار یا مصاحبه تلفنی رایانه‌یار انجام می‌شود، دامنه‌ی وسیع‌تری از قاعده‌های ویرایشی قابل استفاده است. در این نوع آمارگیری‌ها برخی از قاعده‌های ویرایشی توسط رایانه‌ی مامور آمارگیری مورد بررسی قرار می‌گیرد و اصلاحات لازم حین تکمیل پرسش‌نامه انجام می‌شود. پس از

ارسال فایل داده‌های گرداوری شده نیز بررسی توسط کارشناس فنی و به کمک رایانه صورت گرفته و برخی از قاعده‌های ویرایشی اعمال می‌شود. نکته‌ی مهم در اینجا در نظر گرفتن سرعت گرداوری، مدت زمان مصاحبه و توان پردازشی رایانه مورد استفاده توسط مامور آمارگیر است. توجه به این نکته بسیار حائز اهمیت است که ویرایش نباید در برنامه‌ی پیش‌بینی شده برای گرداوری داده‌ها خللی وارد کند.

در نوع دیگری از آمارگیری‌ها، پرسش‌نامه‌های رایانه‌ای به همراه راهنمای تکمیل آن به‌صورت برون‌خط در اختیار پاسخگویان قرار می‌گیرد و آن‌ها خود نسبت به تکمیل پرسش‌نامه اقدام می‌کنند. در برخی آمارگیری‌ها پرسش‌نامه‌ها تحت وب و برخط در دسترس پاسخگو قرار می‌گیرد و توسط پاسخگو به‌صورت برخط تکمیل می‌شود. در این نوع آمارگیری‌ها نیز انجام ویرایش مشابه سایر انواع آمارگیری‌های به کمک رایانه قابل اجرا است ولی توجه به این نکته اهمیت دارد که اعمال قاعده‌های زیاد ویرایشی می‌تواند منجر به افزایش زمان پاسخگویی و انصراف پاسخگو از تکمیل پرسش‌نامه و در نتیجه وقوع بی‌پاسخی شود. در به‌کارگیری قاعده‌های ویرایشی در آمارگیری‌هایی که گرداوری داده‌ها در آن‌ها به کمک رایانه انجام می‌شود توجه به این نکته ضروری است که اگرچه با اعمال قاعده‌های ویرایشی، داده‌هایی پاک حاصل می‌شود ولی این امر به‌طور حتم به معنی بدون خطا بودن داده‌ها نیست. ممکن است آمارگیر یا پاسخگو با علم به قاعده‌های ویرایشی (با توجه به وجود رایانه و هشدارهای آن)، داده‌هایی ثبت کند که سازگار با قاعده‌های ویرایشی باشد.

۷-۴-۲ ویرایش پس از گرداوری و واردسازی داده‌ها

پس از پایان مرحله‌ی گرداوری داده‌ها و انجام بررسی‌ها و ویرایش‌های لازم در این مرحله، بسته به روش گرداوری داده‌ها (PAPI، CAPI، و ...) واردسازی داده‌ها به رایانه (داده‌آمایی) آغاز شده یا داده‌ها از سازمان اجرایی دریافت، یکپارچه شده و برای عملیات ویرایش آماده می‌شود. ویرایش در این مرحله تحت فشار عملیات اجرایی گرداوری داده‌ها نیست و به‌طور معمول امکانات فنی و تجهیزات مناسب‌تری در اختیار کارشناسان قرار دارد. از طرفی ویرایش توسط کارشناسان متخصص در حوزه‌ی موضوعی آمارگیری صورت می‌گیرد که توانایی و آگاهی بیش‌تری دارند. به همین دلیل امکان به‌کار بردن قاعده‌های بیش‌تر و استفاده از روش‌های کاراتر ویرایشی در این مرحله بیش‌تر است. علاوه بر این، به‌دلیل در دست بودن فایل داده‌ها، امکان محاسبه‌ی براوردها، تهیه‌ی جدول‌ها و انجام ویرایش در کلان‌سطح نیز فراهم است.

۷-۴-۳ روش‌های ویرایشی سنتی

روش‌های ویرایشی سنتی روش‌هایی هستند که بدون کمک رایانه یا با حداقل استفاده از آن به‌کار می‌روند. این روش‌ها در دهه‌های گذشته بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گرفتند. با پیشرفت و توسعه‌ی رایانه‌ها و علم استفاده از آن‌ها، به‌تدریج سهم روش‌های ویرایشی سنتی کاهش یافته است. این روش‌های ویرایشی در ادامه معرفی می‌شوند.

۷-۴-۳-۱ روش ویرایشی دستی پرسش‌نامه‌ها

در این روش کارشناسان متخصص بدون به‌کارگیری رایانه تک تک پرسش‌نامه‌ها یا نمونه‌ای از آن‌ها را از نظر برقرار بودن قاعده‌های ویرایشی بررسی و در صورت نقض قاعده‌ها نسبت به اصلاح آن اقدام می‌کنند. اصلاح این‌گونه داده‌ها به‌طور معمول با استفاده از مراجعه مجدد یا تلفن به پاسخگو و کسب پاسخ درست، استفاده از مقدار داده در طرح‌های مشابه دوره‌ی زمانی قبلی، استفاده از مقدار میانگین یا سایر شاخص‌های پاسخگویان مشابه یا استفاده از تجربه و تخصص موضوعی کارشناسان انجام می‌شود. این روش به‌طور معمول حین عملیات گرداوری داده‌ها یا پس از پایان این مرحله و قبل از واردسازی داده‌ها انجام می‌شود. وسعت آمارگیری، موضوع آمارگیری و محدودیت‌ها و منبع‌های موجود در میزان به‌کارگیری این روش در آمارگیری‌ها تاثیر جدی دارد.

۷-۴-۳-۲ روش بررسی و ویرایش پرسش‌نامه‌ها به کمک رایانه

این نوع ویرایش پرسش‌نامه‌ها به‌کمک رایانه که نوعی روش سنتی به‌حساب می‌آید، به این‌صورت است که رایانه با بررسی رکوردها از نظر برقرار بودن قاعده‌های ویرایشی، فهرست داده‌هایی را که با برخی قاعده‌ها سازگار نبوده‌اند شناسایی و کارشناسان با بررسی مجدد آن‌ها، مقدارهای درست را همانند روش دستی تعیین می‌کند. سپس داده‌های اصلاح شده واردسازی مجدد شده و فرایند قبلی تکرار می‌شود. گرچه این روش نسبت به روش قبلی بهتر است ولی اندازه‌ی ویرایش در این روش نیز بسیار بالا است و کارشناسان همچنان امکان بررسی سازگاری‌های بین متغیرها را ندارند ضمن این‌که اصلاح یک داده ممکن است منجر به نقض قاعده‌ی دیگری شود و به همین دلیل تعداد دفعه‌های ویرایش داده‌ها زیاد می‌شود و مستلزم صرف وقت و هزینه‌ی زیادی است.

۷-۴-۴ روش‌های ویرایشی نوین

با گسترش روزافزون فناوری اطلاعات و قدرت پردازش بالای رایانه‌ها، روش‌های ویرایشی بیش از پیش به رایانه وابسته شده‌اند. روش‌های ویرایشی مدرن، روش‌هایی هستند که با استفاده از امکانات رایانه‌ای و الگوریتم‌های کارا، منجر به افزایش قابل توجه کارایی و کاهش زمان و هزینه‌های ویرایش شده‌اند. به دلیل پیچیدگی و گستردگی مباحث نظری و فرمول‌های محاسباتی، در این بخش به معرفی مختصر این روش‌ها بسنده شده است.

۷-۴-۴-۱ ویرایش تعاملی

این روش که یکی از پر کاربردترین روش‌های ویرایشی است بر دانش و تجربه‌ی کارشناسی و توان بهره‌گیری از رایانه استوار است. پس از تدوین قاعده‌های ویرایشی، برنامه‌ی رایانه‌ای تهیه شده روی فایل داده‌ها اجرا می‌شود. تک تک رکوردهایی که دارای مقداری ناسازگار و نقض‌کننده‌ی قاعده‌های ویرایشی هستند، به همراه قاعده یا قاعده‌هایی که نقض شده‌اند، روی صفحه‌ی نمایشگر رایانه به کارشناسان نشان داده می‌شود. در این مرحله کارشناسان با استفاده از روش‌هایی مانند مراجعه‌ی مجدد، استفاده از داده‌های طرح مشابه در دوره‌ی زمانی قبلی، استفاده از سایر منبع‌های داده‌ای مانند داده‌های ثبتی یا استفاده از تخصص و تجربه‌ی فردی، اقدام به

اصلاح رکورد می‌کند. پس از هر اصلاح رکورد توسط کارشناسان، بی‌درنگ بررسی‌های لازم از نظر سازگاری و برقرار بودن قاعده‌های ویرایشی صورت می‌گیرد و در صورت بروز ناسازگاری یا نقض مجدد قاعده‌های ویرایشی، دوباره به کارشناس اعلام می‌شود و در غیراین‌صورت رکورد بعدیِ دارای مشکل، نمایش داده می‌شود. در این روش کارشناسان می‌توانند اصلاح برخی رکوردهایی را که در برخی قاعده‌های ویرایشی نرم یا مشکوک صدق نمی‌کنند، به بررسی‌های بیش‌تر موکول کرده و از آن عبور کنند. همچنین در مواردی ممکن است کارشناسان موفق به دستیابی به مقدار درست یا قابل قبول نشوند و به همین دلیل مقدار نادرست را در رکورد به مقدار بی‌پاسخ تبدیل کند. این مقدار با استفاده از روش‌های جانهی، براورد و جایگزین خواهد شد. این روش در صورت استفاده‌ی بهینه از رایانه و دانش کارشناس در موضوع آمارگیری می‌تواند منجر به نتیجه‌های مطلوب گردد؛ گرچه با افزایش رکوردها، نیروی انسانی و زمان ویرایش به‌صورت چشمگیری افزایش پیدا می‌کند تا جایی که استفاده از این روش در سرشماری‌های عمومی یا داده‌های حاصل از ثبت‌های اداری که به‌طور معمول اندازه‌ی بزرگ دارند، امکان‌پذیر نیست.

۷-۴-۴-۲ ویرایش خودکار

در روش ویرایش خودکار، رکوردها بدون دخالت کارشناس و به‌طور کامل به‌وسیله‌ی رایانه ویرایش می‌شود. گرچه مدت زمان زیادی از معرفی این روش می‌گذرد ولی در گذشته به دلیل‌هایی مانند ضعیف بودن رایانه‌ها و پیچیده بودن روش، اقبال چندانی به آن نشده است. روش‌های ویرایشی خودکار راه‌کار مناسبی برای آمارگیری‌های بزرگ‌مقیاس و به‌ویژه سرشماری‌های عمومی هستند. توجه به این نکته ضروری است که روش‌های ویرایشی خودکار تنها به شناسایی و اصلاح خطاهای تصادفی می‌پردازند. در ادامه دو روش پرکاربرد این نوع ویرایش به‌طور مختصر معرفی می‌شود.

الگوی فلگی-هالت

این الگو، به‌طور کلی از دو بخش شناسایی رکوردهای دارای خطا و جانهی مقدار مورد نظر تشکیل شده است. الگوریتم‌های مختلفی به منظور شناسایی خطاهای تصادفی در انواع داده‌های رده‌بندی، عددی یا درهم ارائه شده است که از مهمترین آن‌ها می‌توان به الگوریتم شرنیکووا و فلگی-هالت اشاره کرد. انتخاب روش‌های جانهی در الگوی فلگی-هالت به‌طور مستقل صورت می‌گیرد (وال و همکاران، ۲۰۱۱).

جانهی نزدیک‌ترین همسایه

روش جانهی نزدیک‌ترین همسایه نیز یکی از روش‌های ویرایشی خودکار است. ویژگی این روش نسبت به الگوی فلگی-هالت، هم‌زمانی شناسایی خطاها و جانهی و یک مرحله‌ای بودن روش است.

۳-۴-۴-۷ ویرایش گزینشی

ویرایش گزینشی در واقع یک راه‌برد برای به‌کارگیری روش‌های مختلف ویرایشی با توجه به محدودیت‌های زمانی و نیروی انسانی متخصص است به گونه‌ای که سطح قابل قبولی از کیفیت حاصل شود. به‌طور کلی در روش گزینشی ابتدا میزان تاثیر خطای هر داده در براوردها یا جدول‌ها محاسبه می‌شود. در واقع ویرایش گزینشی شامل روش‌هایی است که با تشخیص خطاهای موثر، مجموعه داده‌ها را به دو بخش بحرانی و عادی تقسیم می‌کند. بخش بحرانی شامل رکوردهایی است که شانس زیادی برای داشتن خطای موثر دارند، و سایر رکوردها در بخش عادی قرار می‌گیرند. پس از تعیین رکوردهای بخش بحرانی و عادی، روش ویرایش تعاملی برای بخش بحرانی انجام می‌شود و برای بخش عادی از ویرایش خودکار استفاده می‌شود. در برخی مواقع برای رکوردهای عادی ویرایش خاصی در نظر گرفته نمی‌شود. در بررسی‌ها ثابت شده است که استفاده از روش گزینشی می‌تواند علاوه بر تضمین سطح قابل قبولی از کیفیت، منجر به کاهش قابل توجهی در هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم شود. این روش به‌ویژه در ویرایش داده‌های اقتصادی قابل استفاده است. به‌طور مثال سهم بنگاه‌های اقتصادی کوچک به اندازه‌ای است که وجود خطا در رکوردهای مربوط به آن‌ها تاثیر ناچیزی در براورد کل ارزش افزوده‌ی این بنگاه‌ها دارد. به همین دلیل بدون از دست دادن کیفیت براورد می‌توان وقت و هزینه‌ی کم‌تری صرف ویرایش رکوردهای بنگاه‌های کوچک کرد.

تشکیل بخش‌های بحرانی و عادی در ویرایش گزینشی به روش‌های مختلف صورت می‌گیرد که عمومی‌ترین این روش‌ها، روش براورد امتیاز رکوردی یا امتیاز سراسری است. امتیاز سراسری به‌طور معمول ترکیبی خطی از امتیاز موضعی است. امتیازهای موضعی در واقع امتیاز مربوط به تک تک مشارکت‌کنندگان در براورد است که به ازای هر مشارکت‌کننده در هر رکورد محاسبه می‌شود. امتیاز موضعی از دو مولفه تشکیل می‌شود: احتمال رخ دادن خطا (مولفه‌ی مخاطره) و میزان تاثیر خطا در براورد (مولفه‌ی تاثیر). مولفه‌ی مخاطره از مقایسه‌ی مقدار داده با براورد مقدار مورد انتظار (که به‌طور معمول از آمارگیری قبلی یا منبع‌های ثبتی به‌دست می‌آید) محاسبه می‌شود و مولفه‌ی تاثیر نیز از مشارکت نسبی مقدار مورد انتظار در براورد قابل محاسبه است. مقدار امتیاز موضعی حاصل ضرب مقدار دو مولفه‌ی مخاطره و تاثیر است. بسته به مورد می‌توان جمع امتیازهای موضوعی یا بیشینه‌ی آن‌ها را به‌عنوان امتیاز سراسری هر رکورد در نظر گرفت. پس از محاسبه‌ی امتیاز سراسری برای همه‌ی رکوردها، باید مقداری به‌عنوان مقدار آستانه‌ای تعیین شود. رکوردهایی که امتیاز آن‌ها بیش از مقدار آستانه‌ای باشد در بخش بحرانی و سایر رکوردها در بخش عادی قرار می‌گیرند. مقدار آستانه‌ای به‌طور معمول به کمک دانش کارشناسی و با توجه به منبع‌ها و محدودیت‌های مالی و زمانی و همچنین استفاده از روش‌های شبیه‌سازی برای میزان تاثیر مقدارهای آستانه‌ای در اریبی براوردهای نهایی تعیین می‌شود.

۴-۴-۴-۷ ویرایش کلان‌سطح

ویرایش کلان‌سطح ، با بررسی براوردها، جدول‌ها و نتیجه‌های حاصل از یک آمارگیری یا یک مجموعه داده‌ها اجرا می‌شود. این روش به نوعی مشابه ویرایش گزینشی است. در این روش فقط بخشی از داده‌ها که در تولید جدول یا براورد خاص ناسازگارند، مورد بررسی قرار می‌گیرد و

روش ویرایش تعاملی برای آن‌ها به کار می‌رود. بدیهی است که این روش وقتی قابل استفاده است که همه یا بخش اعظم داده‌ها در دسترس باشد.

ویرایش کلان‌سطح به دو روش تجمیعی و توزیعی انجام می‌شود که در ادامه به اختصار معرفی می‌شوند.

روش تجمیعی

در این روش که بیش‌تر در سازمان‌های آماری انجام می‌شود، جدول‌ها یا براوردهای حاصل مورد بررسی قرار می‌گیرند. به‌طور معمول جدول‌ها یا براوردهای مشابه حاصل از آمارگیری در دوره‌های زمانی پیشین، جدول‌ها یا براوردهای حاصل از منبع‌های ثبتی یا آمارگیری‌ها و منبع‌های دیگر به همراه تخصص کارشناسان ویرایش در مورد موضوع مورد بررسی، اطلاعات خوبی در خصوص سازگاری یا ناسازگاری نتیجه‌ها به‌دست می‌دهند.

روش توزیعی

در این روش ابتدا بر اساس داده‌های حاصل یا داده‌های قابل اطمینان مشابه، توزیع آماری متغیرها مشخص می‌شود و در مرحله‌ی بعد، بررسی در خصوص پیروی هر مشاهده از توزیع مشخص‌شده‌ی هر متغیر صورت می‌گیرد. برای این منظور از روش‌های مختلف اکتشافی و استنباطی استفاده می‌شود.

۷-۵ خلاصه‌ی فصل

یکی از مهم‌ترین اقدام‌های لازم در فرایند تولید آمارهای رسمی کاهش خطاهای داده‌های حاصل و کنترل آن در سطحی قابل قبول است. پاک‌سازی داده‌ها یا در اصطلاح آمارهای رسمی، ویرایش آماری داده‌ها به مجموعه‌ای از روش‌ها گفته می‌شود که به منظور افزایش کیفیت داده‌ها با شناسایی خطاها و ناسازگاری‌های موجود در داده‌ها، نسبت به اصلاح یا حذف آن‌ها اقدام می‌کنند. خطاهای مورد نظر در ویرایش آماری داده‌ها به دو نوع نظام‌مند و تصادفی تقسیم می‌شوند. اصلاح یا حذف خطاهای نظام‌مند از اهمیت بیش‌تری نسبت به خطاهای تصادفی برخوردار است. برای تشخیص خطاها از قاعده‌های ویرایشی استفاده می‌شود. شکل کلی این قاعده‌ها به‌صورت زیر است

$$e: x \in S_x$$

که S_x مجموعه‌ی مقدارهای مجاز x را نشان می‌دهد. نماد x می‌تواند مقدار یک متغیر یا مجموعه مقدارهای چند متغیر باشد. بنا بر این فرایند ویرایش، مجموعه‌ای از چندین ویرایش e و روش اصلاح مقدارهایی است که ناقض این قاعده‌ها هستند. ویرایش‌ها به دو نوع سخت که در آن‌ها خطاها قطعی هستند و نوع نرم یا مشکوک که خطاها به‌صورت احتمالی مشخص می‌شوند، تقسیم می‌شوند. باید توجه داشت که در انتخاب قاعده‌های ویرایشی برای تشخیص خطاها باید مواردی چون بار اجرایی و هزینه را در نظر گرفت چرا که انتخاب قاعده‌های سخت‌گیرانه می‌تواند منجر به افزایش خطاها و بار اجرایی و هزینه‌ای برای اصلاح یا حذف خطاها شود.

پس از انتخاب قاعده‌های ویرایشی، روش‌های ویرایشی در مرحله‌ی گرداوری داده‌ها و پس از آن در مرحله‌ی واردسازی داده‌ها و پردازش داده‌ها قابل اجرا هستند. انتخاب روش‌های ویرایشی بستگی زیادی به روش گرداوری داده‌ها و البته محدودیت‌های منبع‌های مالی و

کارشناسی دارد. روش‌های ویرایشی علاوه بر دسته‌بندی به روش‌های حین گرداوری داده‌ها و روش‌های پس از گرداوری داده‌ها، به روش‌های سنتی و مدرن تقسیم می‌شوند. از روش‌های ویرایش سنتی می‌توان به روش بررسی و ویرایش دستی پرسش‌نامه‌ها و روش بررسی و ویرایش پرسش‌نامه‌ها به کمک رایانه اشاره کرد. از روش‌های ویرایش مدرن می‌توان از ویرایش تعاملی، ویرایش خودکار و ویرایش گزینشی نام برد. نوعی ویرایش به نام ویرایش کلان‌سطح وجود دارد که از طریق بررسی براوردها، جدول‌ها و نتیجه‌های حاصل از یک آمارگیری یا یک مجموعه داده‌ها به دو شکل تجمیعی و توزیعی اجرا می‌شود.

تمرین

۱. در طراحی روش‌های ویرایش آماری داده‌ها، چه نکته‌هایی باید مد نظر قرار گیرند؟

۲. قاعده‌ی ویرایش نسبتی چگونه نوشته می‌شود؟

۳. ویرایش‌های توازنی بیش‌تر در چه نوع آمارگیری‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند؟

۴. روش ویرایشی چه تفاوتی با قاعده‌ی ویرایشی دارد؟

۵. در کدام دسته از روش‌های آمارگیری (PAPI، CAPI و ...) به‌کارگیری روش‌های ویرایشی در مرحله‌ی گرداوری داده‌ها امکان بیش‌تری دارد؟ توضیح دهید.

۶. اگر داده‌های حاصل از یک آمارگیری پاک باشد و در همه‌ی قاعده‌های ویرایشی صدق کند، آیا می‌توان نتیجه گرفت که داده‌های آمارگیری بدون خطا بوده است؟

۷. آیا همه‌ی روش‌های ویرایشی سنتی بدون بهره‌گیری از رایانه انجام می‌شود؟ توضیح دهید.

۸. روش ویرایش توازنی و وجه تمایز آن از روش بررسی و ویرایش پرسش‌نامه‌ها به کمک رایانه را توضیح دهید.

۹. ویژگی‌های مهم روش‌های ویرایشی نوین چیست؟

۱۰. تفاوت ویرایش خودکار با الگوی فلگی-هالت و روش جانهی نزدیکترین همسایه را توضیح دهید.

۱۱. دلیل اصلی به‌کارگیری استراتژی گزینشی در ویرایش داده‌های حاصل از یک طرح آمارگیری چیست؟

۱۲. روش‌های ویرایشی کلان‌سطح را نام برده و به اختصار توضیح دهید.

مرجع‌ها

De Waal, T., Pannekoek, J., and Scholtus, S. (2011), *Handbook of statistical data editing and imputation*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

United Nations Statistics Division (2010), *Handbook on Population and Housing Census Editing Revision 1*, New York: U. N.

فصل ۸
محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری

۸-۱ مقدمه

اطلاعات آماری از مهم‌ترین عامل‌های تأثیرگذار بر برنامه‌ریزی‌ها برای آینده به‌شمار می‌آیند. به‌طوری که اگر اطلاعات آماری دقیق و قابل اطمینانی در کشور موجود نباشد، برنامه‌ریزی‌ها با مشکل روبرو شده و ظرفیت‌های کشور در مسیر درستی به کار برده نمی‌شوند. در یک نظام آماری کارامد اطلاعات آماری مورد نیاز باید با دقت بالا گرداوری شده و در اختیار برنامه‌ریزان اقتصادی، اجتماعی و سایر کاربران قرار گیرند (آبود و همکاران، ۲۰۰۹). وظیفه‌ی اصلی سازمان‌های آماری ملی گرداوری اطلاعات آماری و انتشار آن‌ها است. امروزه تمامی سازمان‌ها، موسسه‌ها، کاربران و ... برای پیش‌برد بهینه‌ی کار خود متقاضی استفاده از اطلاعات آماری هستند. انتشار اطلاعات آماری در هر شکلی اطلاعات خصوصی واحدهای آماری را افشا می‌کند، زیرا اطلاعات خصوصی واحدهای آماری به جنبه‌هایی از زندگی شخصی یا تجاری آن‌ها مربوط می‌شود که از نظر آن‌ها این جنبه‌ها حساس و محرمانه هستند. بنا بر این چنانچه سازمان‌های آماری ملی اطلاعات را با جزئیات کامل منتشر کنند، اطلاعات بسیار زیادی در اختیار کاربران قرار می‌گیرد ولی مخاطره‌ی افشای اطلاعات به‌شدت افزایش می‌یابد. افشای اطلاعات واحدهای آماری موجب بی‌اعتمادی عمومی نسبت به سازمان‌های آماری ملی که حافظ و نگهدار اطلاعات خصوصی واحدهای آماری هستند، شده و در نتیجه کاهش یا عدم همکاری آن‌ها را در آمارگیری‌ها به‌دنبال خواهد داشت. همچنین کیفیت اطلاعات آماری با افزایش بی‌پاسخی یا ارائه‌ی پاسخ‌های نادقیق به‌شدت کاهش می‌یابد. بنا بر این سازمان‌های آماری ملی با این مسئله مواجه هستند که چگونه بین انتشار اطلاعات آماری برای استفاده‌ی کاربران و افشای

اطلاعات محرمانه‌ی پاسخگویان تعادل برقرار نمایند و ضمانت کنند که ضمن ارائه‌ی اطلاعات آماری به کاربران از افشای اطلاعات محرمانه‌ی واحدهای آماری جلوگیری می‌شود. فراهم شدن رضایت همزمان پاسخگویان و کاربران مستلزم ایجاد تعادل بین مخاطره‌ی افشای اطلاعات آماری و جزئیات اطلاعات منتشر شده است (ولین‌بورگ و دو وال، ۱۹۹۶). سازمان‌های آماری ملی برای ایجاد این تعادل از روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات آماری استفاده می‌کنند. روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات آماری سعی در پنهان‌سازی، تعدیل و تغییر اطلاعات آماری دارند. با استفاده از این روش‌ها می‌توان اطلاعات آماری را بدون مخاطره یا با کم‌ترین مخاطره‌ی افشا منتشر کرد. در بخش دوم محرمانگی اطلاعات آماری تشریح می‌شود. بخش سوم به مفهوم افشای داده‌ها اختصاص دارد. بخش چهارم انواع داده‌ها را در شکل جدولی و خرد معرفی می‌کند. در بخش پنجم معیارهای ارزیابی مطلوبیت داده‌های ایمن شده معرفی می‌شوند و بخش ششم به معرفی نرم‌افزار ایمن‌سازی داده‌ها قبل از انتشار اختصاص دارد.

۸-۲ محرمانگی

محرمانگی بر محرمانه نگه داشتن اطلاعات شخصی واحدهای آماری (فردی و موسسه‌ای) دلالت دارد (دومینگو-فرر و تورا، ۲۰۰۱).

اصل ششم از اصل‌های بنیادین تولید آمارهای رسمی (ن. ک. فصل ۱) به حفظ محرمانگی اطلاعات شخصی واحدهای آماری فردی و موسسه‌ای اشاره کرده و بیان می‌کند که:

اطلاعات شخصی مربوط به افراد اعم از حقیقی یا حقوقی که توسط سازمان‌های آماری به‌منظور تهیه‌ی جدول‌های آماری گردآوری می‌شوند، باید کاملا محرمانه محسوب شده و تنها برای هدف‌های آماری مورد استفاده قرار گیرند.

اطلاعات مربوط به واحدهای آماری شامل مقدار متغیرهای شناسایی و حساس هستند. متغیری که به‌تنهایی یا در اثر ترکیب با سایر متغیرها سبب شناسایی برخی از واحدهای آماری شود، متغیر شناسایی نامیده می‌شود. متغیرهای شناسایی به دو دسته‌ی مستقیم و غیرمستقیم، تقسیم می‌شوند. متغیرهای شناسایی مستقیم به‌تنهایی منجر به افشا می‌شوند، ولی متغیرهای شناسایی غیرمستقیم به‌طور معمول بر اثر ترکیب شدن با سایر متغیرها منجر به افشا می‌شوند. نام، آدرس، شماره‌ی تلفن، شماره‌ی شناسنامه و کد ملی از جمله متغیرهای شناسایی مستقیم و سن، جنسیت، محل سکونت، محل کار، شغل، وضعیت تأهل و ... از جمله متغیرهای شناسایی غیرمستقیم هستند. متغیر حساس نیز به متغیری گفته می‌شود که واحدهای آماری از افشای مقدار آن نگران هستند. سابقه‌ی جنایی، پرونده‌ی پزشکی و ... به‌وضوح متغیر حساس محسوب می‌شوند، ولی برخی دیگر مانند درامد در بعضی از کشورها متغیر حساس و در برخی دیگر به‌عنوان متغیر شناسایی غیرمستقیم در نظر گرفته می‌شود (شلومو، ۲۰۱۰).

۸-۳ افشا

محرمانگی و افشای اطلاعات واحدهای آماری موضوع‌هایی هستند که در چهار دهه‌ی اخیر مورد توجه سازمان‌های آماری ملی و پژوهشگران قرار گرفته‌اند. موضوع افشا با مقاله‌ی دالینیوس (۱۹۷۷) تحت عنوان «به‌سوی یک روش‌شناسی برای کنترل افشای آماری» آغاز شد. به‌طور کلی دو نوع افشا تحت عنوان افشای هویت و افشای صفت وجود دارد. در افشای هویت

که مهم‌ترین نوع افشا است، ابتدا واحد آماری مورد نظر شناسایی شده، سپس بر اساس هویت آن اطلاعات وی از فایل داده‌ها استخراج می‌شود. در مقابل، دانستن این‌که یک واحد آماری عضوی از یک گروه خاص است، برای افشای یک سری از اطلاعات وی کفایت می‌کند که به این حالت افشای صفت می‌گویند.

به‌عنوان مثال اگر شخص الف عضو گروه G باشد و درامد هریک از اعضای گروه G بیش‌تر از مبلغ I باشد، می‌توان نتیجه گرفت که درامد شخص الف نیز بیش‌تر از مبلغ I است. افشای اطلاعات آماری توسط چهار عامل زیر در نظر گرفته می‌شود:

آ) گرداورنده‌ی اطلاعات آماری (سازمان‌های آماری ملی)،

ب) پاسخ‌گو (واحد آماری)،

پ) کاربر، و

ت) جستجوگر (فردی حقیقی یا حقوقی، گروه یا سازمان‌هایی که برخلاف قانون درصدد دست‌یابی به اطلاعات محرمانه‌ی واحدهای آماری هستند و به افشای هویت، صفت و یا هر دو می‌پردازند).

به دنبال، پس از معرفی داده‌های جدولی و خرد، روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری به تفکیک نوع داده‌ها توضیح داده می‌شوند.

۸-۴ انواع داده‌ها

سازمان‌های آماری ملی اطلاعات آماری گرداوری شده را به دو شکل داده‌های جدولی و خرد منتشر می‌کنند.

۸-۴-۱ داده‌های جدولی

داده‌های جدولی رایج‌ترین و قدیمی‌ترین محصول سازمان‌های آماری ملی هستند. از سال ۱۷۴۱ به بعد اطلاعات آماری برای استفاده‌ی کاربران در قالب جدول‌های آماری منتشر شدند. سازمان‌های آماری ملی با استفاده از خرده‌هایی که در اختیار دارند، داده‌های جدولی را بر اساس یک یا چند متغیر رسته‌ای در قالب جدول‌های آماری منتشر می‌کنند. این جدول‌ها بر اساس مقدار خانه‌ها به دو شکل جدول‌های مقداری و جدول‌های بسامدی منتشر می‌شوند. در جدول‌های مقداری، متغیر مرتبط با خانه‌های جدول، متغیری پیوسته مانند میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در صنعت پتروشیمی بوده و مقدار آن در هر خانه برابر جمع مقدارهای پاسخ‌گویانی است که در شرایط آن خانه صدق می‌کنند. در جدول‌های بسامدی، مقدار موجود در هر خانه‌ی جدول برابر تعداد پاسخ‌گویانی است که در شرایط آن خانه صدق می‌کنند. جدول‌های ۸-۱ و ۸-۲، نمونه‌ای از جدول‌های مقداری و بسامدی را نشان می‌دهند.

جدول ۸-۱. میزان سرمایه‌گذاری موسسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسسه*

نوع موسسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	۵	۱۴	۲۰	۶۹

نیمه‌خصوصی	۶۰	۲۱	۳۱	۱۱	۱۲۳
دولتی	۹	۱۰	۱۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۳۶	۵۶	۳۹	۲۳۰

* داده‌ها ساختگی هستند.

جدول ۸-۲. تعداد موسسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران بر اساس حضور در طرح‌های اقتصادی و نوع موسسه*

نوع موسسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۱۱	۱	۸	۱۰	۳۰
نیمه‌خصوصی	۲۰	۸	۱۳	۹	۵۰
دولتی	۲	۶	۹	۵	۲۲
جمع	۳۳	۱۵	۳۰	۲۴	۱۰۲

* داده‌ها ساختگی هستند.

داده‌های جدولی را می‌توان بر اساس علامت مقدار مربوط به خانه‌های جدول نیز دسته‌بندی کرد. در این‌صورت داده‌های جدولی به دو دسته‌ی جدول‌های مثبت و جدول‌های عمومی تقسیم می‌شوند. در جدول‌های مثبت علامت مقدار مربوط به تمام خانه‌های جدول مثبت است. تمام جدول‌های بسامدی و بیش‌تر جدول‌های مقداری از این نوع جدول‌ها هستند. در جدول‌های عمومی علامت مقدار مربوط به خانه‌های جدول می‌تواند مثبت، منفی و گاهی هم مثبت و هم منفی باشد. تغییرات تولید ناخالص داخلی به ازای دو متغیر سال و استان، نمونه‌ای از این نوع جدول‌ها است. داده‌های جدولی بر اساس ساختار نیز طبقه‌بندی می‌شوند. در این طبقه‌بندی، داده‌های جدولی به سه دسته‌ی جدول‌های K بعدی تکی، جدول‌های سلسله‌مراتبی و جدول‌های ربطی تقسیم می‌شوند.

جدول‌های K بعدی تکی

جدول K بعدی تکی از K متغیر رسته‌ای مانند رسته‌ی شغلی، ناحیه‌ی جغرافیایی و ... تشکیل می‌شود. جدول ۸-۳ مثالی از جدول یک بعدی تکی است.

جدول ۸-۳. تعداد شاغلان برحسب متغیر رسته‌ی شغلی*

شغل					جمع
آزاد	خانه‌دار	معلم	استاد دانشگاه	کارمند	
۱۰۰	۶۰	۴۵	۳۰	۵۵	۲۹۰

* داده‌ها ساختگی هستند.

جدول‌های سلسله‌مراتبی

جدول‌های سلسله‌مراتبی از تقاطع چند متغیر بدون تغییر به‌دست می‌آیند، به‌طوری که تعدادی از این متغیرها دارای ساختار سلسله‌مراتبی هستند. جدول ۸-۴ نمونه‌ای از جدول‌های سلسله‌مراتبی است. در این جدول متغیر منطقه‌ی شهرداری دارای ساختار سلسله‌مراتبی است. این متغیر شامل ناحیه‌ها است و ناحیه‌ها نیز خیابان‌ها را دربر دارند.

جدول ۸-۴. تعداد ساکنان برحسب متغیر سلسله‌مراتبی منطقه‌ی شهرداری و جنسیت*

منطقه‌ی شهرداری	جنسیت		جمع
	زن	مرد	
منطقه‌ی ۱	۱۰	۱۵	۲۵
ناحیه‌ی ۱	۸	۱۰	۱۸
خیابان ۱	۶	۶	۱۲
خیابان ۲	۲	۴	۶
ناحیه‌ی ۲	۲	۵	۷
منطقه‌ی ۲	۵	۶	۱۱

* داده‌ها ساختگی هستند.

جدول‌های ربطی

جدول‌های ربطی کلی‌ترین حالت داده‌های جدولی هستند. جدول ربطی جدولی است که در آن چندین جدول از طریق خانه‌های مشترک با هم ترکیب می‌شوند. اندازه‌ی این نوع جدول‌ها به‌طور معمول بزرگ است، به‌همین دلیل محافظت از آن‌ها مشکل می‌باشد و به فناوری بسیار پیشرفته نیاز دارد. جدول‌های K بعدی تکی و سلسله‌مراتبی حالت‌های خاصی از جدول‌های ربطی هستند.

به‌طور کلی داده‌های جدولی را می‌توان به‌صورت تابع زیر نشان داد.

$$NT: D(V_{i1}) \times \dots \times D(V_{ij}) \rightarrow R$$

که در آن:

V_{ij} سطح iام متغیر رسته‌ای jام، $i = 1, \dots, I$ تعداد سطح‌ها، $j = 1, \dots, J$ تعداد متغیرهای رسته‌ای، N مجموعه‌ی اعداد طبیعی، R مجموعه‌ی اعداد حقیقی، و $D(\dots)$ دامنه‌ی متغیرهای رسته‌ای هستند.

۸-۴-۱-۱ ضرورت بررسی داده‌های جدولی

سازمان‌های آماری ملی می‌توانند برحسب نیاز کاربران جدول‌های مورد نیاز آن‌ها را منتشر کنند. مسئله‌ی حائز اهمیت جلوگیری از افشای اطلاعات واحدهای آماری است. از آن‌جایی که داده‌های موجود در خانه‌های جدول، پاسخ پاسخگویان نبوده بلکه اطلاعات آماری خلاصه شده‌ی مربوط به پاسخگویان هستند، بنا بر این به‌نظر می‌رسد افشای اطلاعات محرمانه‌ی واحدهای آماری از طریق انتشار داده‌های جدولی امکان‌پذیر نیست و انتشار جدول‌ها مانعی است. درصورتی که این نتیجه‌گیری در حالت کلی صحیح نیست. در مواردی انتشار داده‌های جدولی

سبب افشای اطلاعات محرمانه‌ی واحدهای آماری می‌شود. به‌عنوان مثال جدول ۸-۲ که تعداد موسسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران را نشان می‌دهد، در نظر بگیرید. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که تنها یک موسسه‌ی خصوصی در طرح اقتصادی نوع دو شرکت کرده است. با توجه به جدول ۸-۱ می‌توان گفت که میزان سرمایه‌گذاری این موسّسه برابر پنج هزار میلیون تومان بوده است. لذا در این حالت انتشار جدول سبب افشای اطلاعات مربوط به موسّسه‌ی مورد نظر می‌شود. بنا بر این جدول‌هایی که خانه‌های آن شامل داده‌های مربوط به فقط یک پاسخگو باشد، نباید منتشر شوند. همچنین با دقت بیش‌تر به جدول ۸-۲ متوجه خواهیم شد که دو موسّسه‌ی دولتی در طرح اقتصادی نوع یک شرکت کرده‌اند. از آن‌جایی که هر یک از دو موسّسه‌ی مورد نظر از میزان سرمایه‌گذاری خود مطلع هستند، می‌توانند به‌راحتی میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌ی دیگر را به‌طور دقیق به‌دست آورند. در نتیجه در این حالت نیز افشای اطلاعات می‌تواند رخ دهد. بنا بر این خانه‌هایی از جدول با بسامد کم به‌راحتی منجر به افشای اطلاعات مربوط به پاسخگویان می‌شوند. لذا سازمان‌های آماری ملی باید جدول‌ها را به‌گونه‌ای منتشر کنند که تعداد خانه‌ها با بسامد کم، اندک باشند. حال می‌توان نتیجه گرفت برای جلوگیری از افشای اطلاعات آماری جدول‌های منتشر شده باید تعداد پاسخگویان هر یک از خانه‌های جدول حداقل برابر سه باشد. اما این تعداد نیز گاهی سبب افشای اطلاعات خواهد شد. با توجه به جدول ۸-۲، ده موسّسه‌ی خصوصی در طرح اقتصادی نوع چهار سهیم هستند. چنانچه جستجوگر بداند که برای مثال ۹۰ درصد از مقدار کل مربوط به یکی از خانه‌های جدول متعلق به یکی از موسّسه‌های خصوصی است، می‌تواند براوردی صحیح از میزان سرمایه‌گذاری این موسّسه به‌دست آورد. لذا برای جلوگیری از افشای اطلاعات آماری جدول‌های منتشر شده، باید خانه‌هایی از جدول که امکان افشای اطلاعات مربوط به آن‌ها وجود دارد، شناسایی شوند. این خانه‌ها، خانه‌های حساس نامیده شده و برای تشخیص آن‌ها از قاعده‌های شناسایی استفاده می‌شود.

فرض کنید در یک جدول، مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی با X، تعداد پاسخگویان آن خانه با N_X و مقدار پاسخ مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی تحت بررسی با x_i نشان داده شود. همچنین بین مقدار مربوط به پاسخگویان رابطه‌ی زیر برقرار باشد.

$$x_1 \geq x_2 \geq \ldots \geq x_{N_X}$$

$$\sum_{i=1}^{N_x} x_i = X$$

یعنی بیش‌ترین مقدار متغیر تحت بررسی مربوط به پاسخگوی اول است. برای این‌که جستجوگر نتواند مقدار x_iها را به‌دست آورد، خانه‌های حساس قبل از انتشار جدول‌ها باید شناسایی شوند. در ادامه روش‌های شناسایی خانه‌های حساس معرفی می‌شوند.

۸-۴-۱-۲ قاعده‌های شناسایی برای تشخیص خانه‌های حساس جدول‌ها

۸-۴-۱-۲-۱ قاعده‌ی آستانه‌ای برای جدول‌های بسامدی

برای شناسایی خانه‌های حساس در جدول‌های بسامدی از قاعده‌ی آستانه‌ای استفاده می‌شود. این قاعده بیان می‌کند که اگر تعداد پاسخگویان خانه‌ای از مقدار آستانه‌ای (حداقل ۳) کم‌تر باشد، آن خانه‌ی جدول، حساس به‌شمار می‌آید زیرا امکان شناسایی پاسخگویان مربوط به این خانه و افشای

اطلاعات محرمانه‌ی آن وجود دارد. به‌عنوان مثال جدول ۸-۵ را که تعداد تخلف‌های مالیاتی بانک‌های منطقه‌ی پنج شهرداری تهران نشان می‌دهد، در نظر بگیرید.

جدول ۸-۵. تعداد تخلف‌های مالیاتی بانک‌های منطقه‌ی پنج شهرداری تهران*

نوع بانک	تخلف‌های مالیاتی		
	بله	خیر	کل
خصوصی	۱	۰	۱
دولتی	۴	۱	۵

* داده‌ها ساختگی هستند.

با توجه به جدول ۸-۵ تنها یک بانک خصوصی مرتکب تخلف مالیاتی شده است. همچنین فقط یک بانک دولتی مالیات خود را پرداخت کرده است. بنا بر این جستجوگر با احتمال ۸۰٪ می‌تواند ۴ بانک دولتی متخلف را شناسایی کند و هر کدام از بانک‌های متخلف دولتی نیز می‌توانند با احتمال ۷۵٪ بانک متخلف را شناسایی کنند.

۸-۴-۱-۲-۲ قاعده‌ی تسلط برای جدول‌های مقداری

این قاعده رایج‌ترین روش شناسایی خانه‌های حساس در جدول‌های مقداری است که دارای دو پارامتر n و k است. مقدار این پارامترها توسط سازمان‌های آماری ملی تعیین می‌شوند. پارامتر n عددی صحیح و نامنفی و مقدار آن به‌طور معمول برابر ۳ و پارامتر k حداقل برابر ۰ و حداکثر برابر ۱۰۰ است. اغلب مقدار k برابر ۷۵ در نظر گرفته می‌شود.

این قاعده سبب می‌شود که $n - ۱$ پاسخگو با جمع مقدارهای مربوط به خود و مقایسه‌ی آن با مقدار کل خانه‌ی ذی‌ربط نتوانند براوردی برای مقدار مربوط به پاسخگوی nام به‌دست آورند. هرچه n بزرگ‌تر باشد، احتمال کم‌تری وجود دارد که $n - ۱$ پاسخگو با یکدیگر همکاری کرده و خواهان براورد مقدار مربوط به پاسخگوی nام باشند. لذا پارامتر n باید از تعداد پاسخگویانی که متحد هستند، بزرگ‌تر باشد. بر اساس قاعده‌ی تسلط، یک خانه‌ی جدول درصورتی حساس به‌شمار می‌آید که جمع مقدارهای مربوط به n پاسخگو بیش‌تر از k درصد مقدار کل خانه‌ی مربوط به این پاسخگویان باشد. در حالت کلی می‌توان قاعده‌ی تسلط را به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$T(x) > \frac{k}{۱۰۰} X \quad ,$$

$$T(x) = \sum_{i=۱}^{n} x_i$$

که می‌توان نوشت:

$$x_۱ + x_۲ + \ldots + x_n > \frac{k}{۱۰۰} X \qquad (۸\text{-}۱)$$

$$X = x_۱ + x_۲ + \ldots + x_{N_x} \ , \qquad n < N_x$$

که در آن N_x تعداد کل افراد در خانه‌ی مورد نظر، X مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی، و x_i مقدار مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی تحت بررسی $(i = ۱, \dots, N_X)$ است.

اگر رابطه‌ی (۸-۱) برقرار باشد، خانه‌ی مورد نظر حساس به‌شمار می‌آید. برای استفاده از قاعده‌ی تسلط باید مقداری از کل خانه را که متعلق به n پاسخگو است، بدانیم. به‌عنوان مثال فرض کنید، $n = ۳$ ، $k = ۷۵$ و مقدار سود خالص موسّسه‌های خصوصی برحسب هزار میلیون تومان به‌صورت موسّسه‌ی ۱=۲۰، موسّسه‌ی ۲=۱۸، موسّسه‌ی ۳=۱۱، سایر موسّسه‌ها =۱۷ و مقدار کل خانه = ۶۶ باشد.

اگر سه موسّسه‌ی اول در نظر گرفته شوند، با توجه به رابطه‌ی (۸-۱) می‌توان نوشت:

$$T(x) > \frac{k}{۱۰۰} X$$
$$T(x) = ۲۰ + ۱۸ + ۱۱ = ۴۹$$

جمع مقدارهای مربوط به سه پاسخگوی اول برابر ۴۹ است. یعنی این مقدار ۷۴٪ از مقدار کل خانه را شامل می‌شود. از آن‌جایی که این مقدار بیش‌تر از ۷۵٪ مقدار کل خانه را شامل نمی‌شود، لذا این خانه‌ی جدول حساس به‌شمار نمی‌آید. به‌عبارت دیگر دو موسّسه نمی‌توانند مقدار سود سومین موسّسه را براورد کنند.

بنا بر این در این حالت افشا رخ نمی‌دهد و خانه ایمن است. حال فرض کنید مقدار سود خالص موسّسه‌های دولتی برحسب هزار میلیون تومان به‌صورت موسّسه‌ی ۱=۱۲، موسّسه‌ی ۲=۸، موسّسه‌ی ۳=۵، سایر موسّسه‌ها =۵ و مقدار کل خانه =۳۰ باشد.

در این‌صورت با توجه به رابطه‌ی (۸-۱) می‌توان نوشت:

$$T(x) > \frac{k}{۱۰۰} X$$
$$T(x) = ۱۲ + ۸ + ۵ = ۲۵$$

جمع مقدارهای مربوط به سه پاسخگوی اول برابر ۲۵ بوده و ۸۳٪ از مقدار کل خانه را شامل می‌شود. از آن‌جایی که این مقدار بیش‌تر از ۷۵٪ مقدار کل خانه را شامل می‌شود، لذا این خانه‌ی جدول حساس به‌شمار می‌آید و موسّسه‌های دو و سه در صورت متحد شدن می‌توانند براوردی به‌طور نسبی دقیق از مقدار مربوط به موسّسه‌ی اول به‌دست آورند. از آن‌جایی که هر دو موسّسه در یک خانه‌ی جدول حضور دارند، می‌توانند مقدار مربوط به موسّسه‌ی اول را بین صفر و ۱۷ براورد کنند. در صورتی که هر پاسخگویی که در این خانه حضور نداشته باشد، فقط می‌تواند این مقدار را بین صفر و ۳۰ براورد کند.

۳-۲-۱-۴-۸ قاعده‌ی P درصدی برای جدول‌های مقداری

بر اساس قاعده‌ی P درصدی، خانه‌ای حساس است اگر پاسخگویی بتواند سهم پاسخگوی دیگر را با دقت P درصد براورد کند. رایج‌ترین حالت هنگامی است که پاسخگوی دوم بتواند مقدار

مربوط به پاسخگوی اول را با اختلاف کم‌تر یا برابر P درصد مقدار واقعی آن برآورد کند. رابطه‌ی مربوط به این قاعده به‌صورت زیر است:

$$X - x_2 < (1 + \frac{P}{100})x_1 \qquad (۸-۲)$$

که

$$X = x_1 + x_2 + \ldots + x_{N_x}$$

رابطه‌ی (۸-۲) را می‌توان به‌صورت رابطه‌ی زیر نیز نوشت:

$$X - (x_1 + x_2) < \left(\frac{P}{100}\right)x_1 \qquad (۸-۳)$$

به‌طوری که: $x_1 \geq x_2 \geq \ldots \geq x_{N_X}$

که در آن:

X مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی، و x_i مقدار مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی تحت بررسی ($i = 1, 2, \ldots$) است.

با توجه به رابطه‌ی (۸-۳) خانه‌ی تحت بررسی حساس است، اگر اختلاف جمع مقدارهای مربوط به پاسخگویان اول و دوم از مقدار کل خانه‌ی مورد نظر کم‌تر از P درصد مقدار مربوط به پاسخگوی اول باشد. به‌عنوان مثال فرض کنید، مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی برابر ۱۲۰ و تعداد پاسخگویان این خانه برابر ۴ باشد. مقدار مربوط به این پاسخگویان به ترتیب برابر ۵۰، ۳۵، ۲۷ و ۸ است. پاسخگوی دوم می‌داند که مقدار مربوط به پاسخگوی اول حداکثر برابر ۸۵ (۳۵-۱۲۰) است. اگر مقدار P برابر ۳۰ در نظر گرفته شده باشد، در این‌صورت طبق رابطه‌ی (۸-۲) می‌توان نوشت:

$$\left(1 + \frac{P}{100}\right)x_1 = \left(1 + \frac{30}{100}\right)50 = 65$$

از آن‌جایی که مقدار به‌دست آمده از ۸۵ کم‌تر است، بنا بر این خانه‌ی مورد نظر حساس به‌شمار نمی‌آید. حال اگر مقدار P برابر ۷۵ در نظر گرفته شود، در این صورت:

$$\left(1 + \frac{P}{100}\right)x_1 = \left(1 + \frac{75}{100}\right)50 = 87/5$$

که این مقدار از ۸۵ بیش‌تر است. بنا بر این با در نظر گرفتن مقدار ۷۵ برای P، خانه‌ی تحت بررسی حساس به‌شمار می‌آید.

در صورتی که تمام پاسخگویان خانه‌ی تحت بررسی به‌دنبال برآورد مقدار مربوط به پاسخگوی اول باشند، رابطه‌ی (۸-۳) به‌صورت زیر تغییر خواهد کرد:

$$X - x_2 - \cdots - x_{N_x} < \left(1 + \frac{P}{100}\right)x_1 \qquad (۸-۴)$$

که در آن:
X مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی، و x_i مقدار مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی تحت بررسی $(i = ۱, \dots, N_X)$ است.

به‌طور کلی خانه‌ای که از اجتماع دو خانه‌ی غیرحساس حاصل شود، غیرحساس به‌شمار می‌آید و نیازی به بررسی مجدد این خانه نیست. این ویژگی، ویژگی زیرجمعی نامیده می‌شود.

بر اساس قاعده‌ی P درصدی، خانه‌ی تحت بررسی حساس به‌شمار می‌آید، اگر رابطه‌ی زیر برقرار باشد:

$$\hat{X} - x_۲^S < (۱ + \frac{P}{۱۰۰})x_۱^S \qquad (۸\text{-}۵)$$

که در آن:
$\hat{X}$ براورد مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی، و x_i^S مقدار نمونه‌ای مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی تحت بررسی $(i=۱’۲)$ است.

هنگامی‌که از داده‌های حاصل از آمارگیری نمونه‌ای استفاده می‌کنیم، وزن‌های نمونه‌گیری باید به‌طور محرمانه حفظ شوند، در غیر این‌صورت رابطه‌ی (۸-۵) به‌صورت زیر تغییر می‌کند:

$$\hat{X} - w_۲x_۲^S < (w_۱ + \frac{P}{۱۰۰})x_۱^S \qquad (۸\text{-}۶)$$

که در آن $\hat{X}$ براورد مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی، x_i^S مقدار نمونه‌ای مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی مورد نظر $(i=۱’۲)$، و w_i وزن نمونه‌گیری $(i=۱’۲)$ است.

حال اگر داده‌ها حاصل آمارگیری‌های نمونه‌ای باشند، یک خانه بر اساس قاعده‌ی تسلط حساس به‌شمار می‌آید اگر رابطه‌ی زیر برقرار باشد:

$$x_۱^S + \dots + x_n^S > \frac{k}{۱۰۰}\hat{X} \qquad (۸\text{-}۷)$$

که در آن $\hat{X}$ براورد مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی، و x_i^S مقدار نمونه‌ای مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی تحت بررسی $(i = ۱, \dots, N_X)$ است.

قاعده‌ی تسلط برای $k = ۱۰۰$ و قاعده‌ی P درصدی برای $P = ۰$ تعریف نشده هستند. زیرا وقتی k به سمت ۱۰۰ و P به سمت ۰ میل می‌کند، هر دو قاعده شبیه قاعده‌ی آستانه‌ای که برای جدول‌های بسامدی به کار می‌رود، هستند. شناسایی خانه‌های حساس یک جدول از هر یک از روش‌های بالا امکان‌پذیر است.

۸-۴-۱-۲-۴ قاعده‌ی پیشینی-پسینی برای جدول‌های مقداری

فرض کنید که قبل از انتشار یک جدول مقداری، مقدار مربوط به هر پاسخگو با اختلاف کمتر یا برابر q درصد مقدار واقعی آن توسط هر پاسخگوی دیگر قابل براورد باشد. پس از انتشار جدول اگر فردی بتواند مقدار مربوط به هر یک از پاسخگویان را با اختلاف کمتر یا برابر P درصد مقدار واقعی آن براورد کند، خانه‌ی متناظر دراین جدول حساس در نظر گرفته می‌شود (مقدار پارامترهای P و q، $P<q$، توسط سازمان‌های منتشرکننده‌ی این جدول‌ها تعیین می‌شود). فرض کنید در جدولی، پاسخگوی دوم بتواند مقدار مربوط به پاسخگوی اول را با اختلاف کمتر یا برابر

P درصد مقدار واقعی آن براورد کند. در این‌صورت مقدار تابع حساسیت زیر، $S(x)$، بزرگ‌تر از صفر خواهد شد.

$$S(x) = \left(\frac{P}{۱۰۰}\right) x_۱ - \left(\frac{q}{۱۰۰}\right) \sum_{i=۳}^{N_x} x_i \qquad (۸\text{-}۸)$$

به‌طوری‌که:

$$x_۱ \geq x_۲ \geq \cdots \geq x_{N_x}$$

که در آن:

x_i : مقدار مربوط به پاسخگوی iام در خانه‌ی تحت بررسی $(i = ۱, ۳, \ldots, N_x)$ است.

از آن‌جا که در این قاعده از اطلاعات قبل و بعد از انتشار جدول در شناسایی خانه‌ی حساس استفاده می‌شود، این قاعده، قاعده‌ی پیشینی-پسینی نامیده می‌شود. به‌عنوان مثال فرض کنید، مقدار کل خانه‌ی تحت بررسی برابر ۱۷۷ و تعداد پاسخگویان این خانه برابر ۵ باشد. باز فرض کنید مقدار مربوط به پاسخگوی اول برابر ۷۰ و مقدار مربوط به پاسخگوی دوم برابر ۵۰ باشد. اگر مقدار پارامترهای P و q به ترتیب برابر ۳۵ و ۴۲ باشد در این‌صورت طبق رابطه‌ی (۸-۸) می‌توان نوشت:

$$S(x) = \left(\frac{P}{۱۰۰}\right) x_۱ - \left(\frac{q}{۱۰۰}\right) \sum_{i=۳}^{N_x} x_i$$

$$= \left(\frac{۳۵}{۱۰۰}\right) ۷۰ - \left(\frac{۴۲}{۱۰۰}\right) ۵۷$$

$$= ۲۴٫۵۰ - ۲۳٫۹۴ = ۰٫۵۶$$

از آن‌جا که مقدار به دست آمده از صفر بزرگ‌تر است، بنا بر این خانه‌ی موردنظر حساس به‌شمار می‌آید.

۸-۴-۱-۳ سطح‌های حفاظتی

برای محدودسازی افشای اطلاعات داده‌های جدولی باید ابتدا خانه‌های حساس جدول‌ها شناسایی شده و سپس محافظت شوند. برای حفاظت از این خانه‌ها باید کران‌های ایمن را به‌دست آوریم، به‌طوری که جستجوگر نتواند تعداد پاسخگویان یا مقدار مربوط به هر پاسخگو را به‌دست آورد. از آن‌جایی که سطح‌های حفاظتی متقارن هستند، مقدار مربوط به آن‌ها یکسان است. به‌طور معمول مقدار این سطح‌ها کسری (۱۵٪ یا ۳۰٪) از مقدار خانه‌های حساس است یا به‌طور مستقیم به‌وسیله‌ی قاعده‌های شناسایی به‌دست می‌آیند. در جدول ۸-۶ رابطه‌های مربوط به سطح حفاظتی بالا برای قاعده‌های شناسایی نشان داده شده است.

جدول ۸-۶. سطح حفاظتی بالا برای قاعده‌های شناسایی

قاعده‌ی شناسایی	سطح حفاظتی بالا*
قاعده‌ی تسلط	$\frac{۱۰۰}{K} x_۱ - X$
قاعده‌ی آستانه‌ای	$\frac{۱۰۰}{K} (x_۱ + x_۲ + \cdots + x_n) - X$
قاعده‌ی P درصدی	$\frac{p}{۱۰۰} x_۱ - (X - x_۱ - x_۲)$

* تعریف نمادها در قبل ارائه شده است

مخاطره‌ی افشا هنگامی شروع می‌شود که جستجوگر براورد قابل اطمینانی برای یک یا چند واحد آماری به‌دست آورده باشد. به‌طور کلی پس از شناسایی خانه‌های حساس در جدول‌های بسامدی و مقداری، روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات را باید قبل از انتشار این جدول‌ها به کار برد.

۸-۴-۱-۴ روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات داده‌های جدولی

روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری تحت عنوان روش‌های پوشش‌گذاری مطرح می‌شوند. این روش‌ها شامل روش‌های پوشش‌گذاری پریشیدگی و ناپریشیدگی هستند (ولین‌بورگ و دو وال، ۲۰۰۱). در استفاده از روش‌های پریشیدگی در داده‌های جدولی تغییر حاصل می شود، ولی روش‌های ناپریشیدگی تغییری در داده‌های جدولی ایجاد نکرده و تنها حد تفصیل جدول را کاهش می‌دهند.

۸-۴-۱-۴-۱ روش‌های پوشش‌گذاری ناپریشیدگی در داده‌های جدولی

در این روش‌ها داده‌های اصلی تغییر نمی‌کنند و فقط جزئیات آن‌ها تا حد ممکن کاهش می‌یابند. از مهم‌ترین روش‌های پوشش‌گذاری ناپریشیدگی می‌توان به روش‌های بازطراحی جدولی و پنهان‌سازی خانه‌ای اشاره کرد.

۸-۴-۱-۴-۱-۱ روش بازطراحی جدولی

هنگامی که تعداد خانه‌های حساس موجود در یک جدول زیاد باشد، برای کاهش تعداد این خانه‌ها از روش بازطراحی جدولی استفاده می‌شود. در حقیقت زیاد بودن تعداد خانه‌های حساس در جدول‌ها نشان دهنده‌ی این است که متغیرهای گسترش‌ساز[۱] با جزئیات بیش‌تری مطرح شده‌اند. بنا بر این باید با طراحی مجدد آن‌ها، جدول را ایمن کرد. برای اجرای روش بازطراحی جدولی می‌توان رسته‌های برخی از متغیرها را با یکدیگر ترکیب کرده و تعداد خانه‌های حساس را کاهش داد. به‌طور کلی در این روش تعداد کل واحدهای جدول تغییر نمی‌کند و فقط تعداد خانه‌های جدول کاهش می‌یابد. این روش را می‌توان روش بازکدگذاری جدولی نیز نامید.

مثال ۸-۱. جدول ۸-۱ را در نظر بگیرید. فرض کنید خانه‌های مربوط به طرح‌های اقتصادی نوع ۲ و ۳ حساس شناسایی شده باشند. یک راه‌حل برای کاهش تعداد خانه‌های حساس این جدول

[۱] متغیرهای گسترش‌ساز، متغیرهای تبیینی هستند که جدول‌های آماری بر اساس آن‌ها تشکیل می‌شوند. به‌عنوان مثال: وضعیت فعالیت اقتصادی فرد، نوع هزینه‌ی خانوارها، نوع فعالیت کارگاه و ... متغیرهای گسترش‌ساز به‌شمار می‌آیند.

ادغام اطلاعات مربوط به رسته‌های این دو نوع طرح اقتصادی است. این راه‌حل در جدول ۸-۷ نشان داده شده است.

جدول ۸-۷. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش بازطراحی جدولی)

نوع موسّسه	نوع طرح اقتصادی			جمع
	نوع ۱	نوع ۲ و ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	۱۹	۲۰	۶۹
نیمه‌خصوصی	۶۰	۵۲	۱۱	۱۲۳
دولتی	۹	۲۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۹۲	۳۹	۲۳۰

اگر پس از اجرای این روش، باز هم خانه‌های حساس در جدول وجود داشته باشند، می‌توان مجددا این روش را اجرا کرد و تعداد خانه‌های حساس را کاهش داد. در صورتی که تعداد خانه‌های حساس کم باشد، از روش دیگری تحت عنوان روش پنهان‌سازی خانه‌ای استفاده می‌شود.

۸-۴-۱-۵-۱-۲ روش پنهان‌سازی خانه‌ای

این روش متداول‌ترین روش محدودسازی افشای اطلاعات داده‌های جدولی است. هنگامی که تعداد خانه‌های حساس جدول‌ها زیاد نیستند، بهتر است از این روش استفاده شود. در این روش پس از شناسایی خانه‌های حساس، مقدار آن‌ها در جدول پنهان شده و به‌جای آن‌ها از یک علامت مانند + استفاده می‌شود. به‌عبارتی مقدار مربوط به خانه‌های حساس حذف می‌شود. این عمل را پنهان‌سازی خانه‌ای مقدماتی و خانه‌های حساسی که مقدار آن‌ها پنهان شده است را پنهان‌شده‌های مقدماتی می‌نامند. به‌عنوان مثال در جدول ۸-۱ فرض کنید خانه‌ی مربوط به موسّسه‌ی خصوصی شرکت کننده در طرح اقتصادی نوع ۳ حساس شناسایی شده باشد. پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای جدول ۸-۸ به‌دست می‌آید.

جدول ۸-۸. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مقدماتی)

نوع موسّسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	۵	+	۲۰	۶۹
نیمه‌خصوصی	۶۰	۲۱	۳۱	۱۱	۱۲۳
دولتی	۹	۱۰	۱۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۳۶	۵۶	۳۹	۲۳۰

همان‌طور که در جدول ۸-۸ مشاهده می‌شود، تنها حذف کردن مقدار مربوط به خانه‌های حساس کافی نیست. زیرا با توجه به این‌که جمع‌های حاشیه‌ای در جدول وجود دارند، به‌راحتی می‌توان

مقدار خانه‌های پنهان‌شده را به‌دست آورد. یک راه‌حل ساده، حذف جمع‌های حاشیه‌ای است. ولی با حذف این مقدارها اطلاعات بسیار زیادی از بین می‌رود. بنا بر این کاربران نمی‌توانند تحلیل‌های درستی انجام دهند. راه‌حل دیگر پنهان کردن مقدار خانه‌های غیرحساس است که به آن پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل می‌گویند و خانه‌های غیرحساسی را که مقدار آن‌ها حذف خواهد شد، خانه‌های پنهان‌شده‌ی مکمل می‌نامند. با انتخاب خانه‌های غیرحساس مناسب و اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل، خانه‌های حساس کاملا محافظت شده و اطلاعات کمی از بین می‌رود (فیچتی و سالازار ۲۰۰۳). در مورد جدول ۸-۸ می‌توانیم مقدار خانه‌های مربوط به موسّسه‌های نیمه‌خصوصی که در طرح‌های اقتصادی نوع ۳ و ۴ سهیم هستند و مقدار مربوط به موسّسه‌های خصوصی که در طرح اقتصادی نوع ۴ شرکت کرده‌اند را پنهان کنیم. این تغییرات در جدول ۸-۹ نشان داده شده‌اند.

جدول ۸-۹. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل)

نوع موسّسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	۵	+	+	۶۹
نیمه‌خصوصی	۶۰	۲۱	+	+	۱۲۳
دولتی	۹	۱۰	۱۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۳۶	۵۶	۳۹	۲۳۰

در این حالت به‌دست آوردن مقدار دقیق مربوط به خانه‌های حساس دشوار است. به‌طور کلی باید در اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل دقت کافی صورت گیرد تا اطلاعات بسیار زیاد از بین نرود. مقدار مربوط به موسّسه‌های نیمه‌خصوصی که در طرح‌های اقتصادی نوع ۳ و ۴ شرکت کرده‌اند را به ترتیب با $x_۴$ و $x_۲$، مقدار مربوط به موسّسه‌های خصوصی که در طرح اقتصادی نوع ۴ شرکت کرده‌اند را با $x_۱$ و مقدار مربوط به خانه‌ی حساس را با $x_۳$ نشان می‌دهیم.

جدول ۸-۱۰. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل بر اساس نمادها)

نوع موسّسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	۵	$x_۳$	$x_۱$	۶۹
نیمه‌خصوصی	۶۰	۲۱	$x_۴$	$x_۲$	۱۲۳
دولتی	۹	۱۰	۱۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۳۶	۵۶	۳۹	۲۳۰

با توجه به جدول ۸-۱۰ می‌توان نوشت:

$$x_۱ + x_۳ = ۳۴$$
$$x_۴ + x_۳ = ۴۵$$
$$x_۴ + x_۲ = ۴۲$$

بر اساس معادله‌های بالا مقدار مربوط به خانه‌ی حساس ($x_۳$) حداقل برابر ۳ و حداکثر برابر ۳۴ براورد می‌شود. طول بازه‌ی به‌دست آمده برای خانه‌ی حساس مورد نظر بزرگ است. بنا بر این روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل موثر به‌نظر می‌رسد. چنانچه مقدار سطح حفاظتی بالا و پایین برابر ۱۰ باشد، مقدار مربوط به این خانه‌ی حساس حداقل برابر ۴ (۱۰-۱۴) و حداکثر برابر ۲۴ (۱۰+۱۴) است. لذا جستجوگر نباید بتواند مقدار این خانه‌ی حساس را در محدوده‌ی بازه‌ی [۴,۲۴] براورد کند. بازه‌ی به‌دست آمده برای مقدار خانه‌ی حساس مورد نظر بر اساس معادله‌های بالا [۳,۳۴] است. این بازه خارج از بازه‌ی [۴,۲۴] قرار دارد، بنا بر این این خانه با استفاده از روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل محافظت شده و کران‌های به‌دست آمده، ایمن هستند.

اکنون خانه‌ی مربوط به موسّسه‌ی خصوصی که در طرح اقتصادی نوع ۲ شرکت کرده است و خانه‌های مربوط به موسّسه‌های نیمه‌خصوصی که در طرح‌های اقتصادی نوع ۲ و ۳ شرکت کرده‌اند را به‌عنوان خانه‌های غیرحساس انتخاب کرده و مقدار مربوط به این خانه‌ها را پنهان می‌کنیم. در این حالت نیز مقدار مربوط به موسّسه‌های نیمه‌خصوصی که در طرح‌های اقتصادی نوع ۲ و ۳ شرکت کرده‌اند را به ترتیب با $x_۶$ و $x_۴$، مقدار مربوط به موسّسه‌ی خصوصی که در طرح اقتصادی نوع ۲ شرکت کرده است را با $x_۵$ و مقدار مربوط به خانه‌ی حساس را با $x_۳$ نشان می‌دهیم.

جدول ۸-۱۱. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (پس از اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل بر اساس نمادها)

نوع موسّسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	$x_۵$	$x_۳$	۲۰	۶۹
نیمه‌خصوصی	۶۰	$x_۶$	$x_۴$	۱۱	۱۲۳
دولتی	۹	۱۰	۱۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۳۶	۵۶	۳۹	۲۳۰

باتوجه به جدول ۸-۱۱ می‌توان نوشت:

$$x_۵ + x_۳ = ۱۹$$
$$x_۴ + x_۳ = ۴۵$$
$$x_۴ + x_۶ = ۵۲$$

بر اساس معادله‌های بالا مقدار مربوط به خانه‌ی حساس ($x_۳$) حداقل برابر ۷ و حداکثر برابر ۱۹ براورد می‌شود. جستجوگر می‌تواند با توجه به بازه‌ی به‌دست آمده برای خانه‌ی حساس مورد نظر، مقدار مربوط به این خانه را برابر میانگین بازه‌ی به‌دست آمده، یعنی ۱۳ در نظر

بگیرد. می‌دانیم که مقدار این خانه‌ی حساس ۱۴ است. بنا بر این اختلاف بین مقدار واقعی این خانه و مقدار به‌دست آمده برای آن یک واحد است. در نتیجه جستجوگر می‌تواند براورد دقیقی برای مقدار خانه‌ی حساس مورد نظر به‌دست آورد. بازه‌ی به‌دست آمده که بر اساس آن مقدار خانه‌ی حساس قابل براورد است، بازه‌ی امکان نام دارد. چنانچه طول بازه‌ی امکان کوچک باشد، به‌نظر می‌رسد که خانه‌های غیرحساس مناسبی انتخاب نشده‌اند. لذا طول بازه‌ی امکان باید به اندازه‌ی کافی بزرگ باشد تا جستجوگر نتواند مقدار خانه‌ی حساس را براورد کند.

در مثال بالا طول بازه‌ی به‌دست آمده بر اساس معادله‌ها کوچک است. بنا بر این به‌نظر می‌رسد که خانه‌های غیرحساس مناسبی انتخاب نشده‌اند. چنانچه سطح حفاظتی بالا و پایین همان مقدار ۱۰ باشد، در این حالت نیز جستجوگر نباید بتواند مقدار خانه‌ی حساس را در محدوده‌ی بازه‌ی [۲۴,۴] براورد کند. بازه‌ی به‌دست آمده برای خانه‌ی حساس مورد نظر [۱۹٬۷] است که این بازه داخل بازه‌ی [۲۴,۴] قرار دارد، لذا این خانه با استفاده از روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل محافظت نشده و کران‌های به‌دست آمده، ایمن نیستند. به‌طور کلی انتخاب خانه‌های غیرحساس مناسب و اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل دشوار است. از این‌رو سازمان‌های آماری ملی باید بازه‌ای را بر اساس سطح‌های حفاظتی بالا و پایین معرفی کنند که این بازه، بازه‌ی حفاظتی نامیده می‌شود. به‌طور کلی اگر طول بازه‌ی حفاظتی از طول بازه‌ی امکان بزرگ‌تر باشد، خانه‌ی حساس به‌درستی محافظت نمی‌شود و در نتیجه خانه‌های غیرحساس دیگری برای اجرای روش پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل باید انتخاب شوند. بنا بر این طول بازه‌ی امکان باید حداقل برابر طول بازه‌ی حفاظتی باشد.

۲-۴-۱-۴-۸ روش‌های پوشش‌گذاری پریشیدگی در داده‌های جدولی

در این روش‌ها داده‌های جدولی قبل از آن‌که منتشر شوند، تحریف شده و تغییر می‌کنند. از مهم‌ترین روش‌های پریشیدگی، روش گردکردن و تعدیل جدولی کنترلی است.

۱-۲-۴-۱-۴-۸ روش گردکردن

در این روش برای جلوگیری از افشای اطلاعات، داده‌ها پریشیده شده و تغییر می‌کنند، به‌طوری که مقدار هر خانه‌ی جدول به مضرب‌های صحیح یک عدد که پایه‌ی گردکردن نامیده می‌شود، گرد می‌شوند. این روش به دو دسته‌ی گردکردن استاندارد و گردکردن تصادفی تقسیم می‌شود.

روش گردکردن استاندارد، گردکردن مقدار هر خانه‌ی جدول (خانه‌های داخل جدول و مقدار حاشیه‌ای) به نزدیک‌ترین مضرب پایه‌ی گردکردن، گرد می‌شود. ولی از آن‌جایی که جمع مقدارهای هر سطر و ستون برابر با جمع حاشیه‌ای متناظر آن‌ها نمی‌شود، استفاده از این روش کاربرد چندانی ندارد. به‌عنوان مثال جدول ۸-۱۲ را در نظر بگیرید. اگر پایه‌ی گردکردن ۵ باشد، مقدار هر خانه‌ی این جدول بر اساس این پایه گرد می‌شود. جدول ۸-۱۳ مقدار گرد شده‌ی این خانه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۸-۱۲. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۵
شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت*

شغل	جنسیت

	زن	مرد	کل
آزاد	۲	۱	۳
دولتی	۲	۲	۴
کل	۴	۳	۷

* داده‌ها ساختگی هستند.

جدول ۸-۱۳. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۵ شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت (پس از اجرای روش گردکردن استاندارد بر اساس پایه‌ی ۵)

شغل	جنسیت		
	زن	مرد	کل
آزاد	۰	۰	۵
دولتی	۰	۰	۵
کل	۵	۵	۵

همان‌طور که در جدول ۸-۱۳ مشاهده می‌شود، مقدار گرد شده‌ی جمع‌های حاشیه‌ای با جمع مقدارهای گرد شده‌ی هر سطر و ستون هم‌خوانی ندارد. لذا از روش دیگری برای گردکردن استفاده می‌شود.

روش گردکردن تصادفی

در روش گردکردن تصادفی مقدار خانه‌های جدول به یکی از نزدیک‌ترین مضرب‌های پایه‌ی گردکردن، گرد می‌شوند، به‌طوری که اصل جمع‌پذیری برقرار باشد. در این روش خانه‌هایی که مقدار آن‌ها مضربی از پایه‌ی گردکردن هستند، گرد نمی‌شوند. به‌عنوان مثال جدول ۸-۱۴ را در نظر بگیرید.

جدول ۸-۱۴. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۶ شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت*

شغل	جنسیت		
	زن	مرد	کل
آزاد	۳	۵	۸
دولتی	۲	۹	۱۱
کل	۵	۱۴	۱۹

* داده‌ها ساختگی هستند.

اگر پایه‌ی گردکردن ۳ باشد، مقدار هر خانه‌ی جدول ۸-۱۴ بر اساس این پایه گرد می‌شود. جدول ۸-۱۵ مقدار گرد شده‌ی این خانه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۸-۱۵. تعداد ساکنان منطقه‌ی ۶ شهرداری تهران بر اساس شغل و جنسیت (پس از اجرای روش گردکردن تصادفی بر اساس پایه‌ی ۳)

شغل	جنسیت		
	زن	مرد	کل
آزاد	۳	۶	۹
دولتی	۳	۹	۱۲

کل	۶	۱۵	۲۱

همان‌طور که در جدول ۸-۱۵ مشاهده می‌شود، مقدار گرد شده‌ی جمع‌های حاشیه‌ای با جمع مقدارهای گرد شده‌ی هر سطر و ستون همخوانی دارد.

۸-۴-۱-۴-۲-۲ روش تعدیل جدولی کنترلی

هدف این روش تشکیل بهترین جدول ایمن است. به‌عنوان مثال جدول ۸-۱ را در نظر بگیرید. فرض کنید، سطح‌های حفاظتی پایین و بالا برابر ۵ باشند. بر اساس سطح حفاظتی پایین مقدار مربوط به خانه‌ی حساس این جدول برابر ۹ (۱۴-۵) و بر اساس سطح حفاظتی بالا مقدار مربوط به خانه‌ی حساس این جدول برابر ۱۹ (۵+۱۴) است. بنا بر این با استفاده از این روش دو جدول تعدیل‌شده‌ی ۸-۱۶ و ۸-۱۷ برای ایمن‌سازی خانه‌ی حساس (موسّسه‌ی خصوصی که در طرح اقتصادی نوع ۳ شرکت کرده است) منتشر می‌شود.

جدول ۸-۱۶. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (جدول تعدیل‌شده بر اساس سطح حفاظتی پایین)

نوع موسّسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	۵	۹	۲۰	۶۴
نیمه‌خصوصی	۶۰	۲۱	۳۱	۱۱	۱۲۳
دولتی	۹	۱۰	۱۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۳۶	۵۱	۳۹	۲۲۵

جدول ۸-۱۷. میزان سرمایه‌گذاری موسّسه‌های مالی و اعتباری شهر تهران در طرح‌های اقتصادی کشور برحسب هزار میلیون تومان و بر اساس نوع طرح اقتصادی و نوع موسّسه (جدول تعدیل شده بر اساس سطح حفاظتی بالا)

نوع موسّسه	نوع طرح اقتصادی				جمع
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳	نوع ۴	
خصوصی	۳۰	۵	۱۹	۲۰	۷۴
نیمه‌خصوصی	۶۰	۲۱	۳۱	۱۱	۱۲۳
دولتی	۹	۱۰	۱۱	۸	۳۸
جمع	۹۹	۳۶	۶۱	۳۹	۲۳۵

یعنی جدول‌های پریشیده شده به‌جای جدول اصلی منتشر می‌شوند. در این جدول‌ها فقط مقدار خانه‌های حساس بر اساس سطح‌های حفاظتی پایین و بالا پریشیده می‌شوند. استفاده از این روش سبب تولید مقدارهایی می‌شود که با مقدارهای واقعی خود تفاوت دارند. بنا بر این جستجوگر نمی‌تواند مقدار مربوط به پاسخ‌گویان مورد نظر خود را براورد کند و سبب افشای اطلاعات شود. به‌طور کلی این روش نسبت به روش پنهان‌سازی خانه‌ای برتری دارد، زیرا پریشیده شدن مقدار مربوط به خانه‌های حساس بهتر از خالی ماندن این خانه‌ها در جدول است. از این روش

برای ایمن کردن جدول‌های بسامدی نیز استفاده می‌شود. با اجرای این روش خانه‌هایی از جدول که تعداد پاسخگویان مربوط به آن‌ها کم‌تر از n (به‌طور معمول ۳) است، حساس به‌شمار می‌آیند و مقدار آن‌ها به ۰ یا n تغییر می‌کند. به‌طور مثال اگر تعداد پاسخگویان خانه‌هایی از جدول برابر ۱ و ۲ باشد، این مقدارها پریشیده شده و به ۰ و ۳ تبدیل می‌شوند.

۸-۴-۲ خرده‌داده‌ها

سازمان‌های آماری ملی جدول‌های کامل[۲] را منتشر نمی‌کنند و تنها زیرمجموعه‌ای از جدول‌های کامل، تحت عنوان جدول‌های حاشیه‌ای یا نمونه‌ای را منتشر می‌کنند، بنا بر این پژوهش‌گران به داده‌های جدولی که خلاصه‌ای از اطلاعات آماری هستند، نیاز مبرم ندارند، بلکه تمایل دارند با استفاده از خرده‌داده‌های جدول‌های مورد نیاز را خود تهیه کرده و تحلیل‌های لازم را به‌طور مستقیم روی داده‌ها انجام دهند. خرده‌داده‌ها محصول جدید سازمان‌های آماری ملی هستند و در واقع ماده‌ی خام این سازمان‌ها محسوب می‌شوند. این داده‌ها اطلاعات مستقیم گرداوری شده از واحدهای آماری و مقدار متغیرهای حساس و شناسایی مربوط به آن‌ها را در بردارند. مجموعه‌ی خرده‌داده‌ها به دو صورت خرده‌داده‌ها برای پژوهشگران و خرده‌داده‌ها برای عموم منتشر می‌شوند که نوع اول نسبت به نوع دوم دارای اطلاعات آماری بیش‌تری است. این داده‌ها به شکل خرده‌داده‌های اجتماعی که در آن واحدهای آماری، افراد یا خانوارها هستند و خرده‌داده‌های اقتصادی که در آن واحدهای آماری بنگاه‌های اقتصادی و کارگاه‌ها هستند، نیز دسته‌بندی می‌شوند (شلومو، ۲۰۱۰). خرده‌داده‌ها در زمینه‌های مختلفی همچون خرده‌داده‌های اقتصادی که از بررسی فعالیت‌های ساخت و ساز، صنعتی و بازرگانی، هزینه و درامد خانوارها و ... تولید می‌شوند، داده‌های پزشکی که به‌طور معمول از رکوردهای ثبتی موجود در بیمارستان‌ها به‌دست می‌آیند و ... گرداوری می‌شوند. به‌طور کلی خرده‌داده‌ها اساس همه‌ی پژوهش‌ها در زمینه‌های مرگ، بهداشت، زاد و ولد، تغییرهای جمعیتی، نیروی کار، برنامه‌ریزی برای آینده و ... به‌شمار می‌آیند. خرده‌داده‌های سرشماری ۱۹۶۰ امریکا، اولین خرده‌داده‌های منتشر شده محسوب می‌شوند (دانکن و همکاران، ۲۰۰۱). حال پرسش اساسی این است که آیا انتشار خرده‌داده‌ها بدون در نظر گرفتن موضوع محرمانگی امکان‌پذیر است؟ پاسخ مربوط به این پرسش منفی است، بنا بر این نیاز است که قبل از انتشار این نوع داده‌ها، مخاطره‌ی افشای آن‌ها به‌طور دقیق ارزیابی شده و تا حد ممکن از افشای اطلاعات محرمانه‌ی واحدهای آماری جلوگیری شود.

۸-۴-۲-۱ ساختار کلی خرده‌داده‌ها

مجموعه‌ای از خرده‌داده‌ها را فایل خرده‌داده‌ها می‌نامند. سازمان‌های آماری ملی اطلاعات فایل خرده‌داده‌ها را در قالب جدول‌های دو بعدی منتشر می‌کنند. یک بعد این جدول‌ها مجموعه‌ای از رکوردها (افراد، خانوارها، موسّسه‌ها و ...) و بعد دیگر آن مجموعه‌ای از متغیرها را شامل می‌شود. به بیان دیگر، هر رکورد موجود در فایل خرده‌داده‌ها شامل پاسخ‌هایی است که هر واحد آماری (فردی و موسّسه‌ای) شرکت کننده در آمارگیری ارائه می‌دهد. فایل خرده‌داده‌ها با نماد V نشان داده شده و به‌صورت تابع زیر معرفی می‌شود (دومینگو _ فرر و تورا، ۲۰۰۱).

---

[۲] جدول کامل، جدولی است شامل تمام سطح‌های متغیرهای رسته‌ای سازنده‌ی جدول.

$$\rightarrow D(V_1) \times \ldots \times D(V_m)V: O$$

که در آن:
V فایل خرددادهها، V_1 ،V_m...،: متغیرها، O مجموعهی رکوردها، و $D(V_i)$ دامنهی تغییرات متغیر V_i، $(i = 1, \ldots, m)$ هستند.

۲-۲-۴-۸ ارزیابی مخاطرهی افشا در خرددادهها

ارزیابی احتمال افشای اطلاعات واحدهای آماری توسط جستجوگر را مخاطرهی افشا میگویند. پس از انتشار فایل خرددادهها، جستجوگر درصدد دستیابی به اطلاعات محرمانهی واحدهای آماری مورد نظر خود است. برای نمونهای از خرددادههای منتشر شده، جستجوگر بهدنبال تطبیق واحد iام نمونه با واحد i^*ام جامعه است که در این حالت بازشناسایی واحد آماری اتفاق میافتد. بهطور کلی بازشناسایی زمانی اتفاق میافتد که بین واحد iام نمونه و واحد i^*ام جامعه تطابق برقرار شود (پولهتینی و استاندر، ۲۰۰۴). در رابطه با خرددادهها ابتدا اندازهی مخاطرهی افشای هر رکورد را بهدست آورده و با جمع بستن تمامی مقدارهای بهدست آمده، میتوان اندازهی مخاطرهی افشای مربوط به کل فایل خرددادهها را بهدست آورد. جستجوگر برای افشای اطلاعات واحد آماری مورد نظر خود ابتدا باید بتواند آنرا شناسایی کند و سپس اطلاعات مربوط به آنرا افشا نماید. لذا با معرفی نمادهای زیر احتمال افشا را میتوان بهدست آورد:
$P(\text{اقدام})$ = احتمال اینکه اقدامی برای شناسایی واحد آماری انجام شود، و
$P(\text{اقدام}|\text{شناسایی})$ = احتمال اینکه اقدام برای شناسایی واحد آماری موفقیتآمیز باشد.
بنا بر این:

$$P(\text{شناسایی}) = P(\text{اقدام}) \times P(\text{اقدام}|\text{شناسایی})$$

فرض کنید f_k و F_k به ترتیب تعداد رکوردها در فایل منتشر شده با مقدار معلوم و تعداد رکوردها در جامعهای با مقدار نامعلوم در خانهی kام باشند. بهعبارت دیگر f_k بسامد نمونهای خانهی kام در نمونه و F_k بسامد خانهی kام در جامعه هستند. بهدتی و همکاران (۲۰۰۳)، F_k را متغیری تصادفی دارای توزیع دو جملهای منفی در نظر گرفتند. یعنی:

$$F_k \sim NB(f_k \, , P_k)$$

$$P_k = \frac{f_k}{F_k} \qquad (۸\text{-}۹)$$

که در آن:
f_k تعداد موفقیتها در افشا و P_k احتمال موفقیت در افشا است.
پس از انجام محاسبههای لازم، میزان مخاطرهی افشا بهصورت زیر بهدست میآید:

$$r_k = E(F_k^{-1})$$

$$= \left(\frac{P_k}{q_k}\right)^{f_k} \left\{\sum_{j=0}^{f_k-2}(-1)^j \binom{f_k-1}{j} \frac{P_k^{j+1-f_k}}{f_k-1-j} + (-1)^{f_k} log\,(P_k)\right\} \qquad (۸\text{-}۱۰)$$

برای هر رکورد موجود در نمونه یک وزن نمونه‌گیری در نظر گرفته می‌شود. بنا بر این می‌توان براوردی برای F_k به‌صورت جمع وزن‌های نمونه‌گیری در نظر گرفت. به‌عبارتی می‌توان نوشت:

$$\hat{F}_k = \sum_{i\in k(i)} w_i \qquad (۸\text{-}۱۱)$$

که در آن:

$k(i)$ فرد iام داخل خانه‌ی kام و

w_i وزن نمونه‌گیری واحد iام در خانه‌ی kام است.

لذا براورد P_k به‌صورت زیر است:

$$\hat{P}_k = \frac{f_k}{\hat{F}_k} = \frac{f_k}{\sum_{i\in k(i)} w_i} \qquad (۸\text{-}۱۲)$$

با جای‌گذاری $\hat{P}_k$ در رابطه‌ی (۸-۱۰) براورد میزان مخاطره‌ی افشا به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\hat{r}_k = E\left(\hat{F}_k^{-۱}\right)$$

$$= \left(\frac{\hat{P}_k}{\hat{q}_k}\right)^{f_k} \left\{\sum_{j=۰}^{f_k-۲}(-۱)^j \binom{f_k-۱}{j} \frac{\hat{P}_k^{j+۱-f_k}}{f_k-۱-j} + (-۱)^{f_k} log\,(\hat{P}_k)\right\} \qquad (۸\text{-}۱۳)$$

در نظر داشته باشید که رابطه‌ی (۸-۱۳) برای داده‌های حاصل از نمونه‌گیری استفاده می‌شود و شرط استفاده از آن وجود وزن‌های نمونه‌گیری است. هنگامی که سازمان‌های آماری ملی اطلاعات واحدهای آماری جامعه را گرداوری کرده و تنها نمونه‌ای از آن‌ها را منتشر می‌کنند، به‌طور معمول امکان وقوع افشای اطلاعات بسیار کم است و تنها رکوردهای یکتای موجود در نمونه در صورتی که بسامد آن‌ها در جامعه نیز کم باشد، در معرض افشا قرار می‌گیرند. بنا بر این رکوردهایی که بسامد آن‌ها در نمونه و جامعه کم است رکوردهای ناایمن به‌شمار می‌آیند و باید مبنای ارزیابی مخاطره‌ی افشا قرار گیرند. یک رکورد در جامعه یکتا است هرگاه متعلق به خانه‌ی kام بوده و $F_k = ۱$ و نیز یک رکورد در نمونه یکتا است، هرگاه متعلق به خانه‌ی kام بوده و $f_k = ۱$. همچنین می‌توان نوشت:

$$\sum_{i\in k(i)} F_i = N \qquad \text{و} \qquad \sum_{i\in k(i)} f_i = n$$

۸-۴-۲-۳ مخاطره‌ی افشا فردی

مخاطره‌ی افشا فردی اندازه‌ی مخاطره را در سطح فرد نشان می‌دهد. فرض کنید F_k معلوم باشد، احتمال بازشناسایی رکورد iام در خانه‌ی k برابر $\frac{۱}{F_k}$ است. به‌عبارتی $\frac{۱}{F_k}$ اندازه‌ی مخاطره‌ی افشا فردی است.

ممکن است سازمان‌های آماری ملی به واحدهای جامعه‌ای دسترسی نداشته باشند. بنا بر این مقدار F_k معلوم نیست، در این حالت برای ارزیابی مخاطره‌ی افشا فردی از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود (به‌نه‌دتی و فرانکونی، ۱۹۹۸).

$$r_k = E\left(\frac{1}{F_k}|f_1, \dots, f_k\right) \quad ; \quad k = 1, \dots, K \qquad (۸-۱۴)$$

چنانچه بخواهیم مخاطره‌ی افشا را در کل فایل داده‌ها ارزیابی کنیم، باید مخاطره‌ی سراسری افشا را به‌دست آوریم. متغیر تصادفی دو حالتی X را در نظر بگیرید. اگر بازشناسایی درست باشد، مقدار این متغیر ۱ و در غیر این‌صورت مقدار آن برابر صفر است. برای هر رکورد iی موجود در نمونه، متغیر تصادفی X_i را تعریف می‌کنیم. در این‌صورت f_k متغیری تصادفی مستقل از X_i با مقدار ۱ و احتمال ثابت r_k است. در نتیجه تعداد بازشناسایی مورد انتظار در هر خانه برابر $f_k r_k$ بوده و تعداد بازشناسایی مورد انتظار در کل نمونه به اندازه‌ی n برابر است با:

$$E(R) = \sum_{i=1}^{n} E(X_i) = \sum_{k=1}^{K} f_k r_k \qquad (۸-۱۵)$$

که R، بازشناسایی در کل نمونه است و نرخ بازشناسایی برابر است با:

$$\xi = \frac{1}{n} E(R) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{K} f_k r_k \qquad (۸-۱۶)$$

همچنین میزان بازشناسایی مورد انتظار برحسب درصد به‌صورت زیر است:

$$\Psi = \xi \times 100$$

با توجه به مفهوم بازشناسایی افشا، مخاطره‌ی افشای واحد iام نمونه‌ای به‌صورت زیر تعریف می‌شود (پوله‌تینی و استاندر، ۲۰۰۵):

$$r_i = \mathrm{P}(\text{واحد } i \text{ام به‌طور صحیح با } i^* \text{ ارتباط دارد} \mid s, p) \qquad (۸-۱۷)$$

که s نمونه‌ی انتخاب شده از جامعه‌ی p است. چنانچه جستجوگر بتواند ارتباطی بین واحد iام در نمونه $(i \in s)$ با واحد i^* در جامعه $(i^* \in p)$ بیابد، احتمال بالا برابر یک می‌شود. از آن‌جایی‌که جستجوگر درصدد بازشناسایی iامین واحد نمونه‌ای است، بنا بر این احتمال بالا مشروط به پیشامد L_i می‌شود، که L_i تلاش جستجوگر برای بازشناسایی است.

$$r_i = \mathrm{P}(\text{واحد } i \text{ام به‌طور صحیح با واحد } i^* \text{ ارتباط دارد} \mid s, p) P(L_i) \qquad (۸-۱۸)$$

که در آن:

$P(L_i)$: احتمال تلاش جستجوگر برای برقراری تطابق بین واحد iام نمونه‌ای و واحد i^*ام جامعه‌ای است.

یک بودن مقدار $P(L_i)$ به معنای این است که جستجوگر بین تمام واحدهای نمونه‌ای و جامعه‌ای ارتباط برقرار کرده است. میزان مخاطره‌ی افشای قابل قبول توسط سازمان‌های آماری ملی تعیین می‌شود. این میزان به‌طور معمول برابر ۵ درصد است. بنا بر این واحدهایی که میزان مخاطره‌ی افشای آن‌ها بیش‌تر از ۵ درصد باشد، واحدهای پرمخاطره به‌شمار می‌آیند.

۸-۴-۲-۴ روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات خرددادهها

همان‌طور که بیان کردیم روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری تحت عنوان روش‌های پوشش‌گذاری مطرح می‌شوند. این روش‌ها شامل روش‌های پوشش‌گذاری پریشیدگی و ناپریشیدگی هستند.

۸-۴-۲-۴-۱ روش‌های پوشش‌گذاری پریشیدگی در خرددادهها

در این روش‌ها خرددادهها قبل از آن‌که منتشر شوند، تحریف می‌شوند. برای جلوگیری از افشای اطلاعات واحدهای آماری دادهها به‌گونه‌ای تغییر می‌کنند که جستجوگر نتواند به اطلاعات محرمانه‌ی واحدهای آماری مورد نظر خود دسترسی پیدا کند. در این حالت اگر مجموعه‌ی خرددادههای اصلی را با ماتریس X و خرددادههای پریشیده شده را با ماتریس Y نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$Y = AXB + C$$

که در آن:

ماتریس A پوشش رکوردتبدیلی، ماتریس B پوشش متغیرتبدیلی و ماتریس C پوشش جانشین برای AXB با افزودن نوفه‌ی تصادفی یا نظام‌مند است (دانکن و پی‌یرسون، ۱۹۹۱).

به‌طور کلی تمامی روش‌های پوشش‌گذاری باید به‌گونه‌ای باشند که با اجرای آن‌ها بین اطلاعات به‌دست آمده از مجموعه‌ی داده‌های پوشش‌گذاری شده و اطلاعات موجود در داده‌های اصلی تفاوت زیادی وجود نداشته باشد. نوفه‌ی جمعی، مبادله‌ی داده‌ای، مبادله‌ی رتبه‌ای، تجمیع‌خرد، پسا تصادفی‌سازی، بازنمونه‌گیری، گردکردن تصادفی ناریب و زیرنمونه‌گیری از جمله روش‌های پوشش‌گذاری پریشیدگی هستند.

۸-۴-۲-۴-۱-۱ روش نوفه‌ی جمعی

این روش برای محدودسازی افشای متغیرهای پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش متغیر تصادفی اصلی Z_i که متغیری پیوسته با میانگین μ و واریانس σ^2 است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. چنانچه اطلاعات مربوط به این متغیر در معرض افشا باشد، برای محدودسازی افشای اطلاعات مربوط به آن، ابتدا از یک توزیع نوفه‌ای مستقل از متغیر اصلی Z_i تولید شده و سپس به آن اضافه می‌شود. با اضافه شدن این نوفه به متغیر اصلی، مخاطره‌ی افشای اطلاعات مربوط به آن کاهش یافته و در مواردی نیز از وقوع افشای اطلاعات جلوگیری می‌شود (براند، ۲۰۰۲).

نوفه‌ی تصادفی به‌طور معمول پیوسته است تا با متغیرهای اصلی پیوسته متناسب باشد. شلومو و دو وال (۲۰۰۸) یک روش برای تولید نوفه‌ی تصادفی پیش‌نهاد کرده‌اند. این روش دو حالت تک‌متغیره و چندمتغیره را به‌طور جداگانه بررسی می‌کند.

روش اول: حالت تک‌متغیره

در این روش ابتدا پارامتر δ با مقدار $0 < \delta \leq 1$ تعریف می‌شود. پارامتر δ مقدار نوفه‌ی تصادفی اضافه شده به متغیر اصلی Z_i را کنترل می‌کند. پس از انتخاب مقدار مناسب برای δ مقدار رابطه‌های زیر به‌دست می‌آیند.

$$d_1 = \sqrt{(1 - \delta^2)} \qquad (۸\text{-}۱۹)$$

$$d_2 = \sqrt{\delta^2}$$

سپس نوفه‌ی تصادفی ε_i به‌طور مستقل از متغیر اصلی Z_i با میانگین μ^* زیر و واریانس σ^2 که همان واریانس متغیر اصلی است، تولید می‌شود.

$$\mu^* = \frac{1-d_1}{d_2}\mu \qquad (۸\text{-}۲۰)$$

اکنون متغیر پریشیده‌ی Z_i^* را از رابطه‌ی زیر برای هر رکورد موجود در فایل خرده‌ها محاسبه می‌کنیم.

$$Z_i^* = d_1 \times Z_i + d_2 \times \varepsilon_i \qquad (۸\text{-}۲۱)$$

که Z_i^* مقدار پریشیده‌ی Z_i است. همچنین:

$$\text{cov}(\varepsilon_i \text{ و } \varepsilon_j) = 0 \quad ; \quad \forall\, i \neq j$$

از آن‌جایی که نوفه‌ی تصادفی، مستقل از متغیر اصلی تولید می‌شود، لذا کوواریانس بین آن‌ها صفر است، یعنی

$$\text{cov}(Z_i \text{ و } \varepsilon_j) = 0 \; ; \quad \forall\, i,j$$

توجه داریم که:

$$\text{E}(Z_i^*) = E[d_1 Z_i + d_2 \varepsilon_i] = d_1\mu + d_2\left(\frac{1-d_1}{d_2}\right)\mu = \mu$$

$$\text{E}(Z_i^*) = E(Z_i) \qquad ; \qquad i = 1, \dots, n$$

بنا بر این میانگین متغیر اصلی و متغیر پریشیده شده با یکدیگر برابرند. همچنین:

$$\begin{aligned} \text{var}(Z_i^*) &= var[d_1 Z_i + d_2 \varepsilon_i] \\ &= d_1^2 var(Z_i) + d_2^2 var(\varepsilon_i) \\ &= \left(\sqrt{(1-\delta^2)}\right)^2 \sigma^2 + \left(\sqrt{\delta^2}\right)^2 \sigma^2 \\ &= \sigma^2 \end{aligned}$$

$$\text{var}\,(Z_i^*) = \text{var}(Z_i) \quad ; \qquad i = 1, \dots, n$$

بنا بر این واریانس متغیر اصلی و واریانس متغیر پریشیده شده نیز با یکدیگر برابرند.

اگر مقدار $\delta = 1$ باشد، آن‌گاه:

$$d_1 = \sqrt{(1-\delta^2)} = \sqrt{(1-1^2)} = 0$$

$$d_۲ = \sqrt{\delta^۲} = \sqrt{۱^۲} = ۱$$

در نتیجه:

$$Z_i^* = d_۱ \times Z_i + d_۲ \times \varepsilon_i = \varepsilon_i$$

لذا مقدار متغیر پریشیده شده با مقدار نوفه‌ی تصادفی یکسان خواهد شد. شلومو و دو وال (۲۰۰۸) اجرای روش یک را در حالت چندمتغیره پیش‌نهاد کردند. در این حالت نوفه‌ی گوسی هم‌بسته، هم‌زمان به متغیرها اضافه می‌شود. در این روش نه تنها میانگین و ماتریس کوواریانس متغیرهای موجود حفظ می‌شوند، بلکه قید جمع‌پذیری نیز حفظ خواهد شد.

روش دوم: حالت چندمتغیره

در حالت خاص سه متغیر x، y و z را در نظر بگیرید، به‌طوری که $x + y = z$. نوفه‌ی تصادفی تولید شده در این روش سبب حفظ قید جمع‌پذیری می‌شود. این روش به‌صورت زیر اجرا می‌شود:

ابتدا نوفه‌ی تصادفی سه‌متغیره تولید می‌شود.

$$\left(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z\right)^T \sim N_۳\left(\mu^* \text{ و } \sum\right)$$

در رابطه‌ی بالا بالانویس T به‌معنای ترانهاده است. بردار μ^* شامل میانگین‌های تصحیح شده‌ی هر یک از سه متغیر x، y و z بر اساس پارامتر مربوط به نوفه (δ) است.

$$\mu^{*T} = \left(\mu_x^*, \mu_y^*, \mu_z^*\right) = \left(\frac{۱ - d_۱}{d_۲}\mu_x, \frac{۱ - d_۱}{d_۲}\mu_y, \frac{۱ - d_۱}{d_۲}\mu_z\right)$$

ماتریس $\sum$، ماتریس کوواریانس اصلی است. برای هر رکورد به‌طور جداگانه ترکیبی خطی از متغیر اصلی و نوفه‌ی تصادفی که در روش اول توضیح داده شد، در نظر گرفته می‌شود. به‌عنوان مثال برای رکورد iام می‌توان نوشت:

$$Z_i^* = d_۱ \times Z_i + d_۲ \times \varepsilon_i \qquad (۸\text{-}۲۲)$$

که $Z_۱ = x_۱ + y_i$. در این حالت بردار میانگین و ماتریس کوواریانس تغییر نمی‌کنند. به‌طور کلی برای بررسی مطلوبیت و کیفیت داده‌ها، می‌توانیم براوردهای قبل و بعد از اضافه کردن نوفه را با یکدیگر مقایسه کنیم.

۸-۴-۲-۴-۱-۲ روش مبادله‌ی داده‌ای

این روش نخستین بار توسط دالینیوس و ریس (۱۹۷۸) مطرح شد و در سال ۱۹۸۲ به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، مقدارهای متغیرهای حساس که بیش‌تر از سایر متغیرها در معرض افشا قرار دارند، بین رکوردها مبادله (جا به جا) می‌شوند. در روش مبادله‌ی داده‌ای، ماتریس مربوط به داده‌های اصلی X دارای n رکورد (سطر) و p متغیر (ستون) است. با اجرای روش مبادله‌ی داده‌ای، ماتریس X به ماتریس M که ماتریسی $n \times p$ است، تبدیل می‌شود. اکنون می‌توان ماتریس M و آماره‌های به‌دست آمده بر اساس آن را منتشر کرد. این روش باید به‌گونه‌ای اجرا شود که آماره‌های به‌دست آمده بر اساس ماتریس M تفاوت زیادی با

آماره‌هایی که بر اساس ماتریس اصلی X به دست می‌آید، نداشته باشند تا بر اساس آن‌ها نیز استنباط‌های لازم با دقت انجام شود. نحوه‌ی عمل‌کرد این روش با مثال زیر روشن می‌شود.

مثال ۸-۲. جدول ۸-۱۸ را در نظر بگیرید. در این جدول ۵ متغیر برای ۷ رکورد نشان داده شده است. متغیر X که بیانگر وضعیت سابقه‌ی جنایی است، متغیری حساس به‌شمار می‌آید. همچنین رکورد سوم رکوردی یکتا مربوط به استاندار، استان پ است. در نتیجه با انتشار داده‌های اصلی، اطلاعات این رکورد یکتا افشا خواهد شد. بنا بر این برای جلوگیری از افشای اطلاعات از انتشار داده‌های اصلی خودداری کرده و روش مبادله‌ی داده‌ای را اجرا می‌کنیم. با اجرای این روش مقدار متغیر حساس X بین رکوردهای ۱ و ۵ و رکوردهای ۳ و ۶ مبادله می‌شود. در نتیجه رکورد سوم دیگر یکتا نبوده و مخاطره‌ی افشای اطلاعات آن نیز کاهش می‌یابد. در این جدول:

X: وضعیت سابقه‌ی جنایی (سابقه‌ی جنایی دارد: ۱ و سابقه‌ی جنایی ندارد: ۰)،
Y: وضعیت سکونت (مالک: ۱ و مستاجر: ۰)،
Z: جنسیت (مرد: ۱ و زن: ۰)،
V: شغل، و
S: استان محل سکونت.

جدول ۸-۱۸. داده‌های اصلی و مبادله شده برای متغیر X با اجرای روش مبادله‌ی داده‌ای*

داده‌های اصلی						داده‌های مبادله شده					
رکورد	X	Y	Z	V	S	رکورد	X	Y	Z	V	S
۱	۱	۰	۰	خانه‌دار	الف	۱	۰	۰	۰	خانه‌دار	الف
۲	۱	۰	۰	آزاد	ب	۲	۱	۰	۰	آزاد	ب
۳	۱	۱	۱	استاندار	پ	۳	۰	۱	۱	استاندار	پ
۴	۰	۰	۱	پزشک	ت	۴	۰	۰	۱	پزشک	ت
۵	۰	۰	۱	کارگر	ث	۵	۱	۰	۱	کارگر	ث
۶	۰	۱	۰	دندان‌پزشک	ج	۶	۱	۱	۰	دندان‌پزشک	ج
۷	۰	۱	۰	کارمند	چ	۷	۰	۱	۰	کارمند	چ

*داده‌ها ساختگی هستند.

با اجرای این روش مخاطره‌ی افشای داده‌های اصلی کاهش می‌یابد.

۳-۱-۴-۲-۴-۸ روش مبادله‌ی رتبه‌ای

روش مبادله‌ی رتبه‌ای توسط گرین‌برگ (۱۹۹۰) و مور (۱۹۹۶) مطرح شد. در این روش ابتدا مقدارهای متغیر مورد نظر به‌ترتیب صعودی رتبه‌بندی می‌شوند. سپس هر مقدار رتبه‌بندی شده، با مقدار رتبه‌بندی شده‌ی دیگری که به‌طور تصادفی و بر اساس دامنه‌ی محدود شده انتخاب می‌شود، مبادله خواهد شد. دامنه‌ی محدود شده بیان می‌کند که اختلاف رتبه‌های دو مقدار انتخاب شده برای مبادله نباید بیش‌تر از p درصد تعداد کل رکوردها باشد. بنا بر این:

$$|rank\,(i) - rank\,(j)| \leq np \quad , i \neq j \qquad (۸-۲۳)$$

که در آن n تعداد رکوردها است.

مثال ۸-۳. جدول ۸-۱۹ مربوط به درامد ۱۰ کارگاه صنعتی برحسب هزار میلیون تومان است. در این حالت برای جلوگیری از افشای اطلاعات از روش مبادله‌ی رتبه‌ای استفاده می‌کنیم. اگر Pبرابر ۱۴ درصد باشد، اختلاف رتبه‌های دو مقدار انتخاب شده برای مبادله نباید بیش‌تر از ۱/۴ شود. برای اجرای این روش ابتدا درامد کارگاه‌های صنعتی را به ترتیب صعودی رتبه‌بندی کرده و سپس با توجه به دامنه‌ی محدود شده، مقدارهای متغیر درامد مبادله می‌شوند.

$$np = ۰/۱۴ \times ۱۰ = ۱/۴$$

$$, i \neq j | rank\ (i) - rank\ (j)| \leq ۱/۴$$

جدول ۸-۱۹. داده‌های اصلی و مبادله شده برای متغیر درامد با اجرای روش مبادله‌ی رتبه‌ای*

داده‌های اصلی		درامد به ترتیب صعودی	رتبه‌ها پس از مرتب شدن	داده‌های مبادله شده
کارگاه	درامد			
الف	۴۷	۴۰	۱	۴۰
ب	۴۸	۴۷	۲	۵۵
پ	۴۰	۴۸	۳	۴۷
ت	۵۵	۵۵	۴	۴۸
ث	۶۰	۵۵	۵	۵۵
ج	۷۰	۶۰	۶	۷۷
چ	۵۵	۷۰	۷	۶۰
ح	۷۷	۷۷	۸	۷۰
خ	۹۰	۹۰	۹	۱۰۰
د	۱۰۰	۱۰۰	۱۰	۹۰

* داده‌ها ساختگی هستند.

به‌عنوان نمونه، رتبه‌ی مربوط به درامد کارگاه الف، دو و رتبه‌ی مربوط به درامد کارگاه پ، یک است. لذا داریم:

$$\left|\text{rank}\left(\text{کارگاه الف}\right) - \text{rank}\left(\text{کارگاه پ}\right)\right| \leq ۱/۴$$

$$|۲ - ۱| = ۱ \leq ۱/۴$$

حال دو مقدار مربوط به درامد کارگاه‌های الف و پ با یکدیگر مبادله می‌شوند.

۸-۴-۲-۴-۱-۴ روش تجمیع‌خرد

تجمیع‌خرد از روش‌های محدودسازی افشای متغیرهای پیوسته است. در این روش رکوردها در M گروه همگن، با اندازه‌ی حداقل p گروه‌بندی می‌شوند، به‌طوری که:

$$= \sum_{i=۱}^{M} n_i \qquad ; \qquad n_i \geq pn$$

که در آن n تعداد رکوردها، n_i رکوردهای قرار گرفته در گروه i و p حداقل تعداد رکوردها در گروه‌ها است.

در روش تجمیع‌خرد برای هر رکورد در یک گروه، میانگین گروه جایگزین مقدار متغیر مورد نظر می‌شود. در مواردی نیز می‌توان میانه، جمع و ... را جایگزین مقدار متغیر مورد نظر کرد.

در این روش هیچ پاسخ‌گویی در گروه همگن، گروه را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد و به همین دلیل مقدارش نیز قابل شناسایی نیست. برای به حداقل رساندن اطلاعات از دست رفته پس از اجرای این روش، باید گروه‌ها تا حد ممکن همگن باشند. هنگامی‌که روش تجمیع خرد همزمان روی چند متغیر در یک گروه اجرا می‌شود، قید جمع‌پذیری حفظ خواهد شد. زیرا جمع میانگین‌های دو متغیر با میانگین متغیر جمع برابر است. به مثال زیر توجه کنید.

مثال ۸-۴. در جدول ۸-۲۰ دو متغیر X و Y مربوط به پنج رکورد که در یک گروه همگن قرار دارند، نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، جمع میانگین‌های دو متغیر X و Y با میانگین متغیر جمع برابر است.

$$۱۶۵/۲ + ۶۶/۶ = ۲۳۱/۸$$

با اجرای این روش، میانگین و جمع در یک گروه تغییر نمی‌کنند. واریانس کل نیز به واریانس درون گروهی و واریانس بین گروهی تقسیم می‌شود که تنها واریانس بین گروهی باقی می‌ماند، بنا بر این واریانس کاهش می‌یابد. البته به‌طور معمول به‌دلیل آن‌که اندازه‌ی گروه‌ها کوچک است، واریانس کمی کاهش می‌یابد که برای به حداقل رساندن اطلاعات از دست رفته‌ی ناشی از کاهش واریانس می‌توانیم نوفه‌ای تصادفی بر اساس اختلاف بین واریانس کل و واریانس بین گروهی تولید کرده و به متغیر پریشیده شده اضافه کنیم.

جدول ۸-۲۰. متغیرهای X و Y مربوط به رکوردهای یک گروه*

نام	X	Y	جمع
علی	۶۰	۱۷۰	۲۳۰
محمد	۶۸	۱۵۶	۲۲۴
مهدی	۷۲	۱۶۸	۲۴۰
احمد	۸۳	۱۶۰	۲۴۳
سعید	۵۰	۱۷۲	۲۲۲
میانگین متغیر	۶۶/۶	۱۶۵/۲	۲۳۱/۸

* داده‌ها ساختگی هستند.

مثال ۸-۵. برای جلوگیری از افشای اطلاعات موجود در جدول ۸-۲۱ روش تجمیع خرد اجرا شده است. درامد هشت کارگاه را که برحسب هزار میلیون تومان است، به سه گروه همگن (M=۳) تقسیم می‌کنیم. در نتیجه گروه‌هایی به اندازه‌ی $n_۱ = ۳$، $n_۲ = ۳$ و $n_۳ = ۲$ تشکیل می‌شوند. کارگاه‌های موجود در یک گروه دارای فعالیت یکسان هستند، بنا بر این گروه‌ها همگن هستند. سپس در هر گروه میانگین درامد گروه را جایگزین درامد تمام رکوردهای موجود در گروه می‌کنیم.

جدول ۸-۲۱. داده‌های اصلی و تجمیع شده برای متغیر درامد با اجرای روش تجمیع‌خرد*

داده‌های اصلی		داده‌های تجمیع شده	
کارگاه	درامد	کارگاه	درامد
الف	۳۵	الف	۳۲/۶۷
ب	۳۳	ب	۳۲/۶۷
پ	۳۰	پ	۳۲/۶۷
ت	۳۷	ت	۳۳/۳۳
ث	۲۹	ث	۳۳/۳۳
ج	۳۴	ج	۳۳/۳۳

داده‌های اصلی		داده‌های تجمیع شده	
چ	۵۰	چ	۴۵
ح	۴۰	ح	۴۵

* داده‌ها ساختگی هستند.

۸-۴-۲-۴-۱-۵ روش بازنمونه‌گیری

این روش را دومینگو_فرر و ماتئو_سانز (۲۰۰۲) ارائه کردند. در این روش ابتدا p نمونه‌ی مستقل به اندازه‌ی n (تعداد رکوردها) با جای‌گذاری از مقدارهای متغیر اصلی انتخاب می‌شوند. سپس نمونه‌های به‌دست آمده مستقل از یکدیگر و بر اساس معیاری ثابت رتبه‌بندی شده، میانگین مقدارهای هم‌رتبه محاسبه و جایگزین مقدارهای اصلی می‌شوند.

مثال ۸-۶. فرض کنید درامد سه کارگاه صنعتی در یک ماه برابر ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلیون تومان بوده است (داده‌ها ساختگی هستند). ۱۰ نمونه‌ی مستقل به اندازه‌ی سه باجای‌گذاری از مقدارهای متغیر درامد این کارگاه‌ها انتخاب می‌کنیم. نمونه‌های به‌دست آمده و رتبه‌بندی آن‌ها در جدول ۸-۲۲ نشان داده شده است.

جدول ۸-۲۲. داده‌های اصلی و بازنمونه‌گیری شده برای متغیر درامد با اجرای روش بازنمونه‌گیری

نمونه‌ها	رتبه‌ها	رتبه‌ی ۱	رتبه‌ی ۲	رتبه‌ی ۳
(۳۰, ۳۰, ۳۰)	(۱, ۲, ۳)	۳۰	۳۰	۳۰
(۴۰, ۴۰, ۴۰)	(۱, ۲, ۳)	۴۰	۴۰	۴۰
(۵۰, ۵۰, ۵۰)	(۱, ۲, ۳)	۵۰	۵۰	۵۰
(۳۰, ۳۰, ۴۰)	(۱, ۲, ۳)	۳۰	۳۰	۴۰
(۳۰, ۳۰, ۵۰)	(۱, ۲, ۳)	۳۰	۳۰	۵۰
(۳۰, ۴۰, ۴۰)	(۱, ۲, ۳)	۳۰	۴۰	۴۰
(۳۰, ۴۰, ۵۰)	(۱, ۲, ۳)	۳۰	۴۰	۵۰
(۳۰, ۵۰, ۵۰)	(۱, ۲, ۳)	۳۰	۵۰	۵۰
(۴۰, ۴۰, ۵۰)	(۱, ۲, ۳)	۴۰	۴۰	۵۰
(۴۰, ۵۰, ۵۰)	(۱, ۲, ۳)	۴۰	۵۰	۵۰
میانگین		۳۵	۴۰	۴۵

حال سه مقدار ۳۵، ۴۰ و ۴۵ که میانگین مقدارهای هم‌رتبه هستند را جایگزین سه مقدار اصلی ۳۰، ۴۰ و ۵۰ کرده و سپس داده‌ها را منتشر می‌کنیم.

۸-۴-۲-۴-۱-۶ روش پسا تصادفی‌سازی

این روش را اولین بار سارندال و همکاران (۱۹۹۲) و سپس گوویلی‌یو و همکاران (۱۹۹۸) معرفی کردند. روش پسا تصادفی‌سازی برای محدودسازی افشای اطلاعات متغیرهای رسته‌ای کاربرد دارد. در این روش ابتدا متغیر رسته‌ای موجود در فایل اصلی که در معرض خطر افشا قرار دارد، شناسایی شده و برای جلوگیری از افشای اطلاعات، روش پسا تصادفی‌سازی روی آن اجرا می‌شود. با اجرای این روش متغیر X در فایل اصلی به متغیر Y در فایل پریشیده تبدیل

شده، امتیاز آن تغییر کرده و امتیاز جدیدی را در فایل پریشیده اختیار می‌کند. فرض کنید متغیرهای X و Y هر دو دارای K رسته هستند. روش پسا تصادفی‌سازی یک روش احتمالاتی است. در این روش احتمال این‌که امتیاز M برای متغیر X در فایل اصلی به امتیاز L برای متغیر Y در فایل پریشیده تغییر کند، برابر است با:

$$P_{ML} = P(Y = L|X = M) \qquad ;M, L = ۱, \dots, K \tag{۸-۲۴}$$

فرض کنید، فایل خرددادههایی شامل ۱۰۰ رکورد است. فرض کنید این فایل شامل اطلاعات مربوط به ۹۹ زن و ۱ مرد آشپز است. در این فایل به‌دلیل یکتا بودن آشپز مرد، امکان افشای اطلاعات این واحد آماری وجود دارد. برای جلوگیری از وقوع این افشا روش پسا تصادفی‌سازی را روی متغیر جنسیت اجرا می‌کنیم.

$X =$ متغیر جنسیت در فایل اصلی که دارای دو رده‌ی، مرد با امتیاز ۱ و زن با امتیاز ۲ است.

$Y =$ متغیر جنسیت در فایل پریشیده که دارای دو رده‌ی، مرد با امتیاز ۱ و زن با امتیاز ۲ است.

همچنین:

$$P_{۱۱} = ۰/۸\,, \qquad P_{۱۲} = ۰/۲\,, \qquad P_{۲۱} = ۰/۲\,, \qquad P_{۲۲} = ۰/۸$$

به‌عبارتی امتیاز مربوط به متغیر جنسیت با احتمال ۰/۸ بدون تغییر باقی می‌ماند و با احتمال ۰/۲ تغییر می‌کند.

$$P_{MM} = ۰/۸\ , M = ۱, ۲$$

$$P_{ML} = ۰/۲\ , M, L = ۱, ۲$$

در نتیجه انتظار داریم در فایل پریشیده ۲۰ درصد از مردها، در اصل زن و ۲۰ درصد از زن‌ها نیز در اصل مرد باشند. فرض کنید، جستجوگر می‌داند که جامعه‌ی مورد نظر دارای ۱ مرد و ۹۹ زن آشپز است. حال احتمال این‌که جستجوگر تشخیص دهد که مرد آشپز در فایل پریشیده همان مرد آشپز در فایل اصلی است، برابر است با:

$$P(X = ۱|Y = ۱) = \frac{P_{۱۱} \times P(X = ۱)}{P_{۱۱} \times P(X = ۱) + P_{۱۲} \times P(X = ۲)}$$

$$= \frac{۰/۸ \times ۰/۰۱}{۰/۸ \times ۰/۰۱ + ۰/۲ \times ۰/۹۹} \cong ۰/۰۴$$

مقدار به‌دست آمده بسیار کوچک است. بنا بر این جستجوگر با احتمال کمی می‌تواند تشخیص دهد که مرد آشپز در فایل پریشیده همان مرد آشپز در فایل اصلی است. در نتیجه با اجرای این روش مخاطره‌ی افشا کاهش می‌یابد.

۸-۴-۲-۴-۱-۷ روش زیرنمونه‌گیری

در این روش برای محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری فقط زیرمجموعه‌ای از خرددادهها را منتشر می‌کنند. در نتیجه این روش تنها برای محدودسازی افشای خرددادههای حاصل از سرشماری‌ها و خرددادههای مربوط به یک نمونه‌ی بزرگ قابل اجرا است.

۸-۱-۴-۲-۴-۸ روش گردکردن تصادفی ناریب

این روش برای محدودسازی افشای متغیرهای کمی مناسب است. در این روش مقدار متغیرها بر اساس پایه‌ای از پیش تعریف شده گرد می‌شوند. در روش گردکردن تصادفی ناریب ممکن است، قید جمع‌پذیری برقرار نباشد. زیرا جمع مقدارهای گرد شده در صورت لزوم برابر جمع گرد شده‌ی آن‌ها نیست و گاهی نیز اختلاف آن‌ها بسیار زیاد است. به‌عنوان مثال جمع مقدارهای گرد شده‌ی زیر با جمع گرد شده‌ی آن‌ها برابر نیست.

پایه‌ی گردکردن: ۵

$$۲٫۱۸ + ۲٫۲۳ + ۴٫۳۴ = ۸٫۷۵ \xrightarrow{\text{بر اساس پایه‌ی گردکردن}} ۱۰$$

نتیجه‌ی گردکردن مقدارهای ۲٫۱۸، ۲٫۲۳ و ۴٫۳۴ بر اساس پایه‌ی گردکردن ۵:

$$۰ + ۰ + ۵ = ۵$$
$$\Rightarrow ۵ \neq ۱۰$$

فلگی (۱۹۷۵) فن جدیدی را برای اجرای روش گردکردن تصادفی ناریب پیشنهاد کرد. در این فن هر مقدار به یکی از دو مضرب نزدیک به پایه‌ی گردکردن (b) با احتمال‌های معینی گرد می‌شود. این فن در زیر نشان داده می‌شود:

فرض کنید m مقداری است که باید گرد شود. اگر $Floor(m)$ جز صحیح $res(m) = ۰$ ، m جز اعشاری r و b پایه‌ی گردکردن باشند می‌توان نوشت:

$$m = Floor(m) + r \qquad (۸-۲۵)$$

که:

$$m \geq Floor(m)\,,\quad ۰ \leq r < b$$

در این روش m با احتمال $\frac{r}{b}$ به مقدار $Floor(m) + b$ و با احتمال $۱ - \frac{r}{b}$ به مقدار $Floor(m)$ گرد می‌شود. یعنی:

$$m^* \approx \begin{cases} Floor(m) + b & \text{با احتمال } \frac{r}{b} \\ Floor(m) & \text{با احتمال } ۱ - \frac{r}{b} \end{cases} \qquad (۸-۲۶)$$

و m^* مقدار گرد شده است. در روش گردکردن تصادفی ناریب، مقدارهایی که مضربی از پایه‌ی گردکردن هستند، تغییر نمی‌کنند. به‌عنوان مثال اگر پایه‌ی گردکردن ۵ باشد، مقدارهای ۵، ۱۰ و سایر مضرب‌های عدد ۵ گرد نشده و تغییر نمی‌کنند. چنانچه m^* مقدار گرد شده‌ی m باشد، می‌توان نوشت:

$$\mathrm{E}(m^*) = (Floor(m)+b)\left(\frac{r}{b}\right) + \left(Floor(m)\right)\left(۱ - \frac{r}{b}\right) = Floor(m)\frac{r}{b} + r + Floor(m) - Floor(m)\frac{r}{b} = Floor(m) + r$$

بنا بر این:

$$E(m^*) = m$$

به‌همین دلیل این روش گردکردن تصادفی را ناااریب می‌گویند.

مثال ۸-۷. اگر پایه‌ی گردکردن ۳ باشد. مقدار گرد شده‌ی ۷٫۷۵ با اجرای روش گردکردن تصادفی ناااریب به‌صورت زیر است:

$$m = Floor(m) + r \quad \Rightarrow \quad ۷٫۷۵ = ۷ + ۰٫۷۵$$

$$\begin{cases} Floor(m)+b & \text{با احتمال } \frac{r}{b} \\ Floor(m) & \text{با احتمال } ۱ - \frac{r}{b} \end{cases}$$

$$\begin{cases} ۷ + ۳ & \text{با احتمال } \frac{۰٫۷۵}{۳} \\ ۷ & \text{با احتمال } ۱ - \frac{۰٫۷۵}{۳} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۱۰ & \text{با احتمال } ۰٫۲۵ \\ ۷ & \text{با احتمال } ۰٫۷۵ \end{cases}$$

بنا بر این مقدار ۷٫۷۵ با احتمال ۰٫۲۵ به مقدار ۱۰ و با احتمال ۰٫۷۵ به مقدار ۷ گرد می‌شود. بر اساس احتمال‌های به‌دست آمده، مقدار گرد شده‌ی ۷٫۷۵، عدد ۷ است.

حال فرض کنید $m = ۲$ و $b = ۵$ است. نتیجه‌ی به‌دست آمده از روش گردکردن تصادفی ناااریب به‌صورت زیر است:

$$m = Floor(m) + r \quad \Rightarrow \quad ۲ = ۲ + ۰$$

$$\begin{cases} Floor(m)+b & \text{با احتمال } \frac{r}{b} \\ Floor(m) & \text{با احتمال } ۱ - \frac{r}{b} \end{cases}$$

$$\begin{cases} ۲ + ۵ & \text{با احتمال } \frac{۰}{۵} \\ ۲ & \text{با احتمال } ۱ - \frac{۰}{۵} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۷ & \text{با احتمال } ۰ \\ ۲ & \text{با احتمال } ۱ \end{cases}$$

که با توجه به احتمال‌های به‌دست آمده مقدار گرد شده‌ی ۲، عدد ۲ است.

۸-۴-۲-۴-۲ روش‌های پوشش‌گذاری ناپریشیدگی در خرددادەها

در این روش‌ها داده‌ها تغییر نمی‌کنند و تنها در مجموعه‌ی داده‌های اصلی، دسترسی به اطلاعات خرد کاهش یابند. روش‌های بازکدگذاری موضعی، بازکدگذاری سراسری، پنهان‌سازی موضعی و کدگذاری بالا و پایین از جمله رایج‌ترین روش‌های پوشش‌گذاری ناپریشیدگی هستند.

۸-۴-۲-۴-۲-۱ روش بازکدگذاری موضعی

در این روش برای محدودسازی افشای اطلاعات تعدادی از رده‌های متغیری را که سبب ناایمن شدن رکورد مورد نظر شده است، با یکدیگر ترکیب کرده و رده‌ی جدیدی را با جزئیات کم‌تر تشکیل می‌دهیم. از آن‌جایی که این روش تنها روی رکوردهای ناایمن اجرا می‌شود و برای ایمن کردن تمام رکوردهای ناایمن یکسان عمل نمی‌کند، لذا در فایل خرددادەها ناهمگنی به وجود می‌آید و در نتیجه تحلیل داده‌ها مشکل می‌شود. لذا بهتر است از روش‌های دیگری استفاده شود.

مثال ۸-۸. فرض کنید متغیر محل اشتغال دارای ۳ رده‌ی شهر، منطقه و ناحیه باشد. اگر این متغیر سبب ایجاد رکوردی ناایمن شود، برای جلوگیری از افشا می‌توان از روش بازکدگذاری موضعی استفاده کرد. در این روش ۲ رده‌ی متغیر مورد نظر (ناحیه و منطقه) را با یکدیگر ادغام کرده و تنها ۲ رده (شهر و منطقه) برای متغیر محل اشتغال در نظر می‌گیریم. در این‌صورت رکورد مورد نظر ایمن خواهد شد.

۸-۴-۲-۴-۲-۲ روش بازکدگذاری سراسری

بازکدگذاری سراسری رایج‌ترین روش محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری در خرددادەها است. در این روش چند رسته از متغیر اصلی با یکدیگر ترکیب شده و رسته‌ی بزرگتری که دارای جزئیات کم‌تری است، تشکیل می‌شود. همچنین برای تشکیل رسته‌های همگن، برخلاف روش بازکدگذاری موضعی که تنها روی رکوردهای ناایمن اجرا می‌شود، این روش روی تمام رکوردها اجرا می‌شود. سپس رسته‌های جدید دوباره کدگذاری می‌شوند. به همین دلیل این روش را بازکدگذاری سراسری می‌نامند.

مثال ۸-۹. جدول ۸-۲۳ را که شامل اطلاعات مربوط به دبیران ریاضی یک مدرسه‌ی غیرانتفاعی است، در نظر بگیرید. در این جدول تعداد دبیران ریاضی و جمع حقوق ماهیانه‌ی آن‌ها در هر یک از پایه‌های تحصیلی مشخص است. بنا بر این جستجوگر می‌تواند میزان حقوق ماهیانه‌ی هر یک از دبیران ریاضی را در هر پایه‌ی تحصیلی براورد کند. به همین دلیل برای محدودسازی افشای اطلاعات از روش بازکدگذاری سراسری استفاده می‌کنیم.

بنا بر این پایه‌های تحصیلی را با یکدیگر ترکیب کرده و رسته‌های جدیدی بر اساس مقطع تحصیلی تشکیل می‌شود (جدول ۸-۲۴). این رسته‌ها گسترده‌تر و دارای جزئیات کم‌تری هستند. لذا مخاطره‌ی افشا کاهش خواهد یافت.

جدول ۸-۲۳. داده‌های اصلی قبل از اجرای روش بازکدگذاری سراسری*

پایه‌ی تحصیلی	تعداد دبیران ریاضی	حقوق ماهیانه (میلیون ریال)
اول راهنمایی	۳	۳۰
دوم راهنمایی	۳	۳۶
سوم راهنمایی	۴	۶۰
اول دبیرستان	۴	۶۸
دوم دبیرستان	۶	۱۲۰
سوم دبیرستان	۶	۱۵۰
پیش‌دانشگاهی	۳	۹۰

* داده‌ها ساختگی هستند.

جدول ۸-۲۴. داده‌های بازکدگذاری شده با اجرای روش بازکدگذاری سراسری

مقطع تحصیلی	تعداد دبیران ریاضی	حقوق ماهیانه (میلیون ریال)
راهنمایی	۱۰	۱۲۶
دبیرستان	۱۶	۳۳۸
پیش‌دانشگاهی	۳	۹۰

۸-۴-۲-۴-۲-۳ روش پنهان‌سازی موضعی

روش پنهان‌سازی موضعی در واقع مکمل روش بازکدگذاری سراسری است. در این روش برای محدودسازی افشای اطلاعات واحدهای آماری، مقدار متغیر یک رکورد ناایمن با مقداری گم‌شده جابه‌جا می‌شود. لازم به ذکر است ابتدا برای محدودسازی افشای اطلاعات، روش بازکدگذاری سراسری اجرا می‌شود. سپس چنانچه پس از اجرای این روش رکوردهایی ناایمن باقی‌مانده باشند، از روش پنهان‌سازی موضعی استفاده می‌شود. توجه داشته باشید که روش بازکدگذاری سراسری روی تمام رکوردهای موجود در فایل خرددادهها اجرا می‌شود. در حالی‌که روش پنهان‌سازی موضعی تنها روی رکوردهای ناایمن اجرا خواهد شد. به‌طور کلی روش بازکدگذاری سراسری و پنهان‌سازی موضعی برای محدودسازی افشای اطلاعات متغیرهای رسته‌ای استفاده می‌شوند.

مثال ۸-۱۰. جدول ۸-۲۴ را که نتیجه‌ی اجرای روش بازکدگذاری سراسری است، در نظر بگیرید. در این جدول در مقطع تحصیلی پیش‌دانشگاهی تنها ۳ دبیر ریاضی تدریس می‌کنند که تعداد آن‌ها کم و در نتیجه خانه‌ی مربوط به حقوق ماهیانه‌ی آن‌ها ناایمن است. بنا بر این پس از اجرای روش بازکدگذاری سراسری، همچنان امکان افشای اطلاعات وجود دارد. اکنون برای باقی‌مانده‌ی رکوردهای ناایمن از روش پنهان‌سازی موضعی استفاده می‌کنیم. در این حالت مقدار گم‌شده‌ی M را جایگزین مقدار مربوط به این خانه می‌کنیم. نتیجه‌ی اجرای این روش در جدول ۸-۲۵ نشان داده شده است.

جدول ۸-۲۵. داده‌ی پنهان‌سازی شده با اجرای روش پنهان‌سازی موضعی

مقطع تحصیلی	تعداد دبیر ریاضی	حقوق ماهیانه (میلیون ریال)
راهنمایی	۱۰	۱۲۶
دبیرستان	۱۶	۳۳۸
پیش‌دانشگاهی	۳	M

مثال ۸-۱۱. فرض کنید، فایل خرددادهها شامل متغیرهای محل سکونت و شغل است. چنانچه شغل استاندار یکی از رکوردهای موجود در این فایل باشد، در اینصورت این رکورد بهدلیل یکتا بودن ناایمن است. بنا بر این برای جلوگیری از افشای اطلاعات مربوط به آن از روش پنهانسازی موضعی استفاده کرده و با حذف متغیر شغل، این رکورد را ایمن میسازیم.

۸-۴-۲-۴-۲-۴ روش کدگذاری بالا و پایین

در این روش مقدارهایی که بیشتر از مقدار آستانهای بالا هستند، تغییر کرده و مقدار آستانهای بالا را اختیار میکنند. همچنین مقدارهایی که کمتر از مقدار آستانهای پایین هستند، نیز تغییر کرده و مقدار آستانهای پایین را اختیار میکنند. مقدارهای آستانهای بالا و پایین توسط سازمانهای آماری ملی تعیین میشوند. بهطور کلی مقدارهایی که اختلاف زیادی با مقدار آستانهای دارند، در معرض افشا قرار میگیرند. در این حالت برای محدودسازی افشا میتوان مقدار آستانهای را جایگزین این مقدارها کرد.

مثال ۸-۱۲. جدول ۸-۲۶ مقدار درامد ماهیانهی ۸ کارگاه صنعتی را بر اساس میلیون تومان نشان میدهد. برای محدودسازی افشای اطلاعات از روش کدگذاری بالا و پایین استفاده میکنیم. با اجرای این روش مقدار آستانهای بالا جایگزین درامدهای بسیار زیاد و مقدار آستانهای پایین نیز جایگزین درامدهای بسیار کم میشود. بنا بر این مخاطرهی افشا کاهش مییابد. در این مثال مقدار آستانهای بالا ۲۰۰۰ میلیون تومان و مقدار آستانهای پایین ۵۰۰ میلیون تومان فرض شده است.

جدول ۸-۲۶. دادههای کدگذاری شده با اجرای روش کدگذاری بالا و پایین*

دادههای اصلی		دادههای کدگذاری شده	
کارگاه	درامد	کارگاه	درامد
الف	۵۰۰	الف	۵۰۰
ب	۳۰۰	ب	۵۰۰
پ	۱۵۰	پ	۵۰۰
ت	۵۰	ت	۵۰۰
ث	۸۰۰۰	ث	۲۰۰۰
ج	۲۰۰۰	ج	۲۰۰۰
چ	۷۰۰	چ	۷۰۰
ح	۱۰۰۰	ح	۱۰۰۰

* دادهها ساختگی هستند.

مقدار آستانهای پایین جایگزین درامد کارگاههای ب، پ و ت و مقدار آستانهای بالا نیز جایگزین درامد کارگاه ث میشود. درامد کارگاه الف با مقدار آستانهای پایین و درامد کارگاه ج با مقدار آستانهای بالا برابرند. لذا تغییر نمیکنند. همچنین درامد کارگاههای چ و ح بیشتر از مقدار آستانهای پایین و کمتر از مقدار آستانهای بالاتر هستند. بنا بر این مقدار مربوط به آنها نیز تغییر نمیکنند.

پس از اجرای روش‌های معرفی شده، افشای اطلاعات واحدهای آماری محدود شده و تا حد زیادی از وقوع آن جلوگیری می‌شود.

۸-۵ ارزیابی مطلوبیت داده‌های ایمن شده

با اجرای روش‌های محدودسازی افشا، اطلاعات موجود در فایل داده‌ها کاهش می‌یابند. بنا بر این سازمان‌های آماری ملی باید بین مقدار اطلاعات از دست‌رفته‌ی ناشی از اجرای روش‌های محدودسازی افشا و میزان کاهش مخاطره‌ی افشای اطلاعات، تعادل برقرار کنند. مرز قابل قبول برای برقراری این تعادل به عامل‌هایی از قبیل ماهیت داده‌ها، نظر سازمان‌های آماری ملی، نیاز کاربران به در اختیار داشتن اطلاعات آماری و ... بستگی دارد.

سازمان‌های آماری ملی می‌توانند برای ارزیابی مطلوبیت داده‌های پیوسته‌ی ایمن شده از معیارهایی همچون میانگین توان‌های دوم خطا و قدر مطلق خطای نسبی و برای داده‌های رسته‌ای نیز از روش مقایسه‌ی مستقیم داده‌های رسته‌ای قبل و بعد از ایمن‌سازی داده‌ها استفاده کنند. همچنین می‌توان میانگین و واریانس متغیرهایی که روش‌های محدودسازی افشا روی آن‌ها اجرا شده است را قبل و بعد از اجرای این روش‌ها به‌دست آورد و با یکدیگر مقایسه کرد.

۸-۶ نرم‌افزارهای ایمن‌سازی داده‌ها

بسیاری از محاسبات مربوط به شناسایی داده‌های حساس و ناایمن و ایمن‌سازی آن‌ها توسط نرم‌افزارها یا برنامه‌های کامپیوتری معمول قابل انجام نیست. به همین منظور یک نرم‌افزار خاص محدودسازی افشای داده‌ها به نام آرگوس توسط اداره‌ی آمار هلند توسعه داده شده است. همچنین در سال‌های اخیر بسته‌ی SdcMicro در نرم‌افزار R نیز تهیه و به‌طور رایگان در اختیار افراد و سازمان‌های آماری قرار گرفته است.

۸-۶-۱ نرم‌افزار آرگوس

اداره‌ی آمار هلند با همکاری برخی نهادهای دیگر در قالب پروژه‌ای، اقدام به تهیه‌ی نرم‌افزار آرگوس برای ایمن‌سازی داده‌های جدولی و خرد کرده است. اگرچه نام آرگوس از یک افسانه‌ی یونانی به نام آرگوس هزار چشم گرفته شده است ولی این نام را می‌توان معادل نظام مطلوبیت عمومی در برابر بازشناسایی نامید. هدف بسته‌ی نرم‌افزاری آرگوس حفاظت از داده‌های جدولی و خرد است. این بسته حاصل تلاش و همکاری کشورهای اروپایی (سازمان‌های آماری ملی و دانشگاه‌های اتحادیه‌ی اروپایی) در چارچوب پروژه‌ی محدودسازی افشای اطلاعات آماری و مرتبط با پروژه‌ی نظام «جنبه‌های محاسباتی محرمانگی آماری» است و شامل دو نرم‌افزار Tau_ARGUS و Mu_ARGUS است. از نرم‌افزار Tau_ARGUS برای محدودسازی افشای داده‌های جدولی و تولید جدول‌های ایمن و از نرم‌افزار Mu_ARGUS برای محدودسازی افشای خرددادەها و انتشار خرددادەهای ایمن استفاده می‌شود. هسته‌ی اصلی هر دو نرم‌افزار توسط آمار هلند نوشته شده است. بسته‌ی نرم‌افزاری ARGUS بر اساس ویندوز XP توسعه یافته و از نسخه‌ی ویندوز ۲۰۰۰ به بعد قابل اجرا است. این بسته‌ی نرم‌افزاری حاصل

پروژه‌ی XCASC[3] است. این پروژه در زمینه‌ی ارائه‌ی ابزارهایی عملی برای محدودسازی افشای اطلاعات آماری توسط کشورهای هلند، ایتالیا، انگلستان، آلمان و اسپانیا طراحی شده است (هوندهپول، ۲۰۰۱). به‌منظور دسترسی به این نرم‌افزارها می‌توان به وب‌گاه آمار هلند[4] مراجعه کرد.

۸-۶-۲ بسته‌ی SdcMicro در R

این بسته شامل روش‌های محدودسازی برای داده‌های خرد تهیه شده است. در واقع می‌تواند جایگزین نرم‌افزار Mu_ARGUS شود. از ویژگی‌های این بسته نسبت به نرم‌افزار Mu_ARGUS می‌توان به افزوده شدن روش‌های جدیدتر، امکان دیدن کدهای هر برنامه، وجود رابط گرافیکی مناسب و امکان ورود داده‌ها با فرمت‌های متنوع‌تر و نیاز نداشتن به تعریف فراداده در این بسته اشاره کرد. این بسته در نرم‌افزار R از نسخه‌ی ۳ به بالا قابل نصب است. پس از بارگذاری این بسته در R و اجرای دستور ()sdcapp در صورتی که بسته‌های پیش‌نیاز نیز نصب شده باشد، وارد یک محیط گرافیکی ساده خواهید شد که به راحتی می‌توان انواع خرددادهها را وارد و روش‌های مختلف محدودسازی افشا را روی آن‌ها اعمال کرد. اغلب پس از اجرای دستور ()sdcapp نام بسته‌ی پیش‌نیازی که از قبل نصب نشده است، اعلام خواهد شد. با نصب همه‌ی بسته‌های پیش‌نیاز می‌توان به راحتی با اجرای دستور ()sdcapp، عملیات محدودسازی افشای خرددادهها را انجام داد.

۸-۷ خلاصه‌ی فصل

تصمیم‌سازی، تصمیم‌گیری، مدیریت شواهدمبنا، برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای دقیق، همگی متکی بر آمارهای با کیفیت بالا هستند. کیفیت داده‌های آماری به‌طور عمده متأثر از خطاهای غیرنمونه‌گیری از جمله بی‌پاسخی و خطای اندازه‌گیری هستند. بی‌پاسخی هنگامی رخ می‌دهد که واحد نمونه‌ای یا در آمارگیری شرکت نکند یا در آمارگیری شرکت کند ولی به برخی از پرسش‌ها پاسخ ندهد. بنا بر این واحدهای تولیدکننده‌ی آمار باید عامل‌هایی را که سبب بی‌پاسخی می‌شوند شناسایی کرده و اثر آن‌ها را در فرایند آمارگیری حداقل کنند. از مهم‌ترین عامل‌های بی‌پاسخی و اندازه‌گیری خطا آلود، عدم رعایت اصل محرمانگی اطلاعات فردی است. محرمانگی اطلاعات فردی به معنای محافظت کردن از افشای اطلاعات کسب شده از واحدهای آماری در فرایند آمارگیری‌ها است. زمانی که فرد یا افرادی بتوانند از نشریات و فایل‌های داده‌ای منتشرشده توسط واحدهای آماری به اطلاعات برخی از واحدهای نمونه‌ای پی ببرند، اطلاعات این واحدهای آماری ایمن نیست. از مهم‌ترین پیامدهای افشای اطلاعات واحدهای آماری، بی‌اعتمادی این واحد به دستگاه تولیدکننده‌ی آمار و در نتیجه عدم همکاری در آمارگیری‌های بعدی (بی‌پاسخی) یا عدم دقت در ارائه‌ی اطلاعات درخواستی (خطای اندازه‌گیری) است. هر دوی این خطاها سبب کاهش کیفیت داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها شده و اقدامات متکی بر آن‌ها را کم دقت و کم اعتبار می‌کند. حاصل این وضعیت، کندشدن حرکت‌های توسعه‌ای و تحمیل

[3] confidential aspects of statistical confidentiality
[4] www.neon.vb.cbs.nl/casc

هزینه‌های بالا بر جامعه است. در این فصل ضمن تعریف مفاهیم محرمانگی و افشا، روش‌های محدودسازی افشای اطلاعات فردی در داده‌های جدولی و در خرددادەها تشریح شدند و برای برخی از روش‌ها مثالی نیز ارائه شد.

تمرین

۱. خصوصی بودن داده‌ها به چه معناست؟
۲. چرا حفاظت از محرمانگی اطلاعات آماری در تولید آمارهای رسمی امری ضروری است؟
۳. خصوصی بودن اطلاعات شخصی و محرمانگی اطلاعات آماری چه تمایزی دارند؟
۴. چه ارتباطی بین آمارهای رسمی با کیفیت بالا و رعایت اصل محرمانگی وجود دارد؟
۵. ساز و کار محدودسازی افشای آماری چیست؟
۶. مثالی از خانه‌های حساس در داده‌های جدولی بزنید.
۷. چه اصل‌هایی باید در شیوه‌های محدودسازی افشای اطلاعات آماری رعایت شود؟
۸. ایده‌ی اصلی روش مبادله‌ی داده‌ای برای حفاظت از محرمانگی چیست؟
۹. روش باز کدگذاری سراسری برای کنترل افشای اطلاعات آماری را شرح دهید.
۱۰. روش پنهان‌سازی موضعی را برای ایمن‌سازی داده‌های جدولی شرح دهید.
۱۱. شیوه‌های ارزیابی زیان ناشی از روش‌های کنترل افشای آماری روی استنباط این نوع داده‌ها را فقط نام ببرید.
۱۲. مسئله افشای اطلاعات آماری را بیان کنید.
۱۳. رکورد ایمن چه ویژگی دارد؟
۱۴. روش پوشش‌گذاری پریشیدگی را تعریف کنید.
۱۵. مخاطره‌ی افشا به چه عامل‌هایی بستگی دارد؟
۱۶. چگونه خرددادەهای منتشر شده در معرض خطر افشا قرار دارند؟
۱۷. در جدول‌های شمارشی چگونه می توان تشخیص داد که اطلاعات خانه‌ای در خطر افشا قرار دارد؟
۱۸. یک جدول از داده‌های واقعی منتشر شده را انتخاب کرده و خطر افشای اطلاعات آن را بررسی کرده سپس این جدول را با نرم‌افزار ذی‌ربط ایمن‌سازی کنید.
۱۹. یکی از فایل‌های منتشرشده از خرددادەها برای یک منطقه‌ی جغرافیایی (مانند شهر، شهرستان، استان و ...) را انتخاب و آن‌را از نظر مخاطره‌ی افشا بررسی کرده و سپس داده‌ها را با استفاده از نرم‌افزار ذی‌ربط ایمن‌سازی کنید.

مرجع‌ها

Abowd, J. M., Nassim, K., and Skinner, C. (2009), "First Issue Editorial," *The Journal of Privacy and Confidentiality*, 1, 1-6.

Benedetti, R., and Franconi, L. (1998), "Statistical and Technological Solution for Controlled Data Dissemination," in *Pre-proceedings of New Techniques and Technologies for Statistics*, pp. 225-232.

Benedetti, R., Franconi, L., and Capobianchi, A. (2003), *Individual Risk of Disclosure Using Sampling Design Information*, Istat Contribution.

Brand, R. (2002), "Microdata Protection through Noise Addition," in: *Inference Control in Statistical Databases*, Domingo-Ferrer, New York: Springer, 97-116.

Dalenius, T. (1977), "Towards a Methodology for Statistical Disclosure Control," *Statistics Tidskrift*, 5, 429-444.

Dalenius, T., and Reiss, S. P. (1978), "Data-swapping: A Technique for Disclosure Control," in *Proceedings of the American Statistical Association, Section on Survey Research Methods*, Washington, DC, 191–194.

Domingo-Ferrer, J., and Mateo-Sanz, J. (2002), "Practical Data-Oriented Micro-aggregation for Statistical Disclosure limitation," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 14, 1, 189-201.

Domingo-Ferrer, J., and Torra, V. (2001), "Disclosure Control Methods and Information Loss for Microdata," *in Confidentiality Disclosure, and Data Access: Theory and Practical Applications for Statistical Agencies, North-Holland*, Amsterdam: Elsevier, 91-110.

Duncan, G. T., Fienberg, S. E., Krishnan, R., Padman, R., and Roehrig, S. F. (2001), "Disclosure Limitation Methods and Information Loss for Tabular Data," *In Confidentiality Disclosure, and Data Access: Theory and Practical Applications for Statistical Agencies*, Amsterdam: Elsevier, 135–166.

Duncan, G. T., and Pearson, R.W. (1991), "Enhancing Access to Microdata While Protecting Confidentiality: Prospects for the Future," *Statistical Science*, 6, 219-239.

Fellegi, I. P. (1975), "Controlled Random Rounding," *Survey Methodology I*, 123-133.

Fischetti, M., and Salazar, J. J. (2003), "Partial Cell Suppression: a New Methodology for Statistical Disclosure Control," *Statistics and Computing*, 13, 13–21.

Gouweleeuw, J., Kooiman, P., Willenborg, L. C. R. J., and De Wolf, P. P. (1998), "Post Randomisation for Statistical Disclosure Limitation: Theory and Implementation," *Journal of Official Statistics*, 14, 463-478.

Greenberg, B. V. (1990), "Disclosure Avoidance Research at the Census Bureau," *Proceedings of the Bureau of the Census Sixth Annual Research Conference, Bureau of the Census*, Washington, DC, 144-166.

Hundepool, A. J. (2001), "Computational Aspects of Statistical Confidentiality: the CASC project," In: *Statistical Journal of the United Nations Economic Commission for Europe*, 18, 4, 2001, 315-320.

Moore, R. A. (1996), *Controlled Data-swapping Techniques for Masking Public Use Microdata Sets*, Statistical Research Division Report Series, RR 96-04, U.S. Bureau of the Census.

Polettini S., and Stander J. (2004), “A Bayesian Hierarchical Model Approach to Risk Estimation in Statistical Disclosure Limitation,” in Privacy in Statistical Databases, Berlin: Springer-Verlag, 247-261.

_____ (2005), “Bayesian Models for Risk Estimation in Statistical Disclosure Limitation,” *Journal of Quaderni Statistica*, 7, 69-90.

Sarndal, C. E., Swensson, B., and Wretman, J. (1992), *Model Assisted Survey Sampling*, New York: Springer-Verlag.

Shlomo, N. (2010), “Releasing Microdata: Disclosure Risk Estimation, Data Masking and Assessing Utility,” *Journal of Privacy and Confidentiality*, 2, 1, 73-91.

Shlomo, N., and De Waal, T. (2008), “Protection of Microdata Subject to Edit Constraints Against Statistical Disclosure,” *Journal of Offcial Statistics*, 24, 2, 1-26.

Willenborg, L., and De Waal, T. (1996), *Statistical Disclosure Control in Practice,* New York: Springer-Verlag.

_____ (2001), *Elements of Statistical Disclosure Control,* New York: Springer-Verlag.

فصل ۹
بار پاسخ‌گویی

۹-۱ مقدمه

در این فصل، بار پاسخ‌گویی به‌عنوان یکی از مولفه‌های کیفیت داده‌های آمارگیری‌ها به‌همراه عامل‌های موثر بر آن بیان می‌شوند. همچنین رویکردهای ارزیابی و اندازه‌گیری آن با مرور تجربیات برخی مرکزهای آماری ملی ارائه می‌شود. با توجه به این‌که بار پاسخ‌گویی از جنبه‌ی کمی و کیفی قابل بحث است دو رویکرد کلی یکی مدل هزینه‌ای استاندارد برای اندازه‌گیری بعد کمی و رویکرد دیگر برای اندازه‌گیری و شناخت بعد کمی و کیفی این مولفه طراحی و اجرای آمارگیری بار پاسخ‌گویی تحمیلی (PRB) با جزئیات بیش‌تر شرح داده می‌شود.

آمارگیری‌ها به‌عنوان یکی از متداول‌ترین شیوه‌های گرداوری اطلاعات مورد نیاز برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها شناخته می‌شوند. از این رو کیفیت داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها مسئله‌ی مهمی است که همواره ذهن آمارشناسان را به خود معطوف کرده است.

یکی از مولفه‌های نوظهور کیفیت داده‌ها، بار پاسخ‌گویی است که دهه‌ها از عمر آن می‌گذرد. اهمیت و تأثیرگذاری این مولفه تا اندازه‌ای است که در همین زمان نوشتگان بسیاری پیرامون آن نگاشته شده و کشورهای بسیاری هم نسبت به اندازه‌گیری و کاهش بار پاسخ‌گویی اقدام‌های عملی موثری انجام داده‌اند.

ساز و کار تأثیرگذاری بار پاسخ‌گویی بسیار پیچیده است. بار پاسخ‌گویی به لحاظ تصویر ذهنی که در پاسخ‌گو می‌سازد از یک سو سبب افزایش نرخ بی‌پاسخی پرسش و واحد آماری شده و از سوی دیگر منجر به کاهش دقت و تعهد در ارائه‌ی پاسخ‌های صحیح و دقیق از طرف پاسخ‌گو می‌شود. به همین دلیل توجه به ماهیت این مولفه و اقدام برای تعدیل آن امری ضروری است. آمارگیری بار پاسخ‌گویی تحمیلی راه‌کار مناسبی است که به‌منظور اندازه‌گیری بار پاسخ‌گویی و شناسایی عامل‌های موثر بر شدت آن به‌کار برده می‌شود. این آمارگیری با هدف شناخت بخش‌های مسئله‌ساز ابزارهای اندازه‌گیری به‌ویژه پرسش‌نامه و اطلاع از جنبه‌های عینی تشکیل‌دهنده‌ی بار پاسخ‌گویی، برای مثال زمان صرف‌شده برای پاسخ‌گویی به آمارگیری‌ها، تعداد

اشخاصی که در گرداوری اطلاعات و تکمیل‌کردن آمارگیری‌ها شرکت می‌کنند و منبع‌های مالی مصرفی در این خصوص، به‌صورت موازی با آمارگیری اصلی اجرا می‌شود. تصمیم‌گیری درباره‌ی شدت بار تحمیل‌شده و نحوه‌ی اثرگذاری آن بر کیفیت پاسخ‌ها، به‌عهده‌ی کارشناسان موضوعی بوده که تسلط کافی بر موضوع داشته و از جنبه‌های گوناگون تشکیل‌دهنده‌ی آن اطلاع دارند. در بسیاری از موارد، انتخاب میان روش‌های مختلف موجود برای حذف مولفه‌های مشکل‌آفرین نیازمند تشکیل جلسه‌های بررسی کارشناسی با حضور صاحب‌نظران و مسئولین اجرایی است. مفهوم بار پاسخگویی، عامل‌های موثر بر آن و ارزیابی بار پاسخگویی به ترتیب در بخش‌های دوم تا چهارم ارائه می‌شوند. بخش پنجم و ششم نیز به بیان رویکردهای ارزیابی و راه‌کارهای کاهش بار پاسخگویی پرداخته‌اند.

۲-۹ مفهوم بار پاسخگویی

منظور از بار پاسخگویی میزان زحمتی است که با اجرای هر آمارگیری، برای پاسخگویان شرکت‌کننده در آن آمارگیری ایجاد می‌شود. به بیان دیگر بار پاسخگویی هزینه‌ای است که فرد در آمارگیری‌های خانواری و بنگاه در آمارگیری‌های کارگاهی در حین فرایند پاسخگویی به آمارگیری متحمل می‌شود. جنبه‌ی عینی و کمیت‌پذیر این مفهوم هزینه‌های مالی ناشی از ساعت‌های صرف‌شده برای مشارکت در آمارگیری، توقف انجام فعالیت‌های شخصی روزانه (هزینه‌ی فرصت)، تهیه و بهبود نظام‌های اطلاعاتی که توانایی تأمین نیازهای آمارگیری‌ها را داشته باشند و هزینه‌های حاصل از استخدام افراد ماهر یا انتساب برخی از کارکنان بنگاه برای همکاری در آمارگیری را شامل می‌شود. علاوه بر این، هزینه‌های زمانی چون زمان لازم برای تهیه و انتقال داده‌ها به پرسش‌نامه‌ها و همچنین زمان صرف‌شده برای گرداوری و محاسبه‌ی اطلاعات مورد نیاز برای تکمیل‌کردن پرسش‌نامه‌ها را دربر می‌گیرد.

بار پاسخگویی (هزینه‌ی همکاری)، تلاش مورد نیاز برای پاسخ به آمارگیری و سختی و زحمتی است که پاسخگو در حین شرکت در آمارگیری متحمل می‌شود. این سختی ناشی از اختلالی است که با اجرای آمارگیری بر پاسخگو تحمیل می‌شود. به‌طور یقین آن‌چه که برای یک فرد ایجاد بار و زحمت می‌کند ممکن است در زمان‌های مختلف متفاوت باشد. همچنین نظر افراد در مورد مشکل‌بودن یک آمارگیری (پاسخگویی به پرسش‌های آمارگیری) با گذشت زمان دچار تغییر می‌شود. به‌عبارت دیگر، یک آمارگیری ثابت در نظر بعضی افراد مشکل و از دید برخی دیگر ساده به‌نظر می‌رسد. گروهی از افراد از شرکت‌کردن در آمارگیری‌ها حتی با پرسش‌نامه‌های طولانی و گاهی تکراری لذت برده و به هیچ عنوان آن را آزاردهنده نمی‌پندارند. در مقابل برخی حتی از مشارکت در یک آمارگیری ساده نیز امتناع کرده و آن را خسته‌کننده و بی‌اهمیت به‌حساب می‌آورند.

به‌منظور شناخت ماهیت بار پاسخگویی، چگونگی شکل‌گیری و شناسایی عامل‌های موثر بر آن، آگاهی از فرایند پاسخگویی در میان پاسخگویان به آمارگیری‌های خانواری و کارگاهی ضروری است.

مدل‌های فرایند پاسخگویی در آمارگیری‌های خانواری و عمومی توسط توراجو (۱۹۸۴) و آیزن‌هاور و همکاران (۱۹۹۱) مطرح شده است که گام‌های زیر را شامل می‌شوند.

- رمزگذاری در حافظه،

- درک مفهوم پرسش،
- یاداوری اطلاعات از حافظه،
- قضاوت پیرامون صحت پاسخ، و
- انتقال پاسخ به پرسش‌نامه یا پرسش‌گر.

با توجه به گام‌های متفاوتی که پاسخ‌گویان در بنگاه‌های اقتصادی (کارگاه‌ها) برای دست‌یابی به پاسخ نهایی سپری می‌کنند، مدل فرایند پاسخ‌گویی در چنین بنگاه‌هایی موردهای زیر را شامل می‌شود (ادواردز و کانتور، ۱۹۹۱؛ سودمن و همکاران، ۲۰۰۰؛ و ویلی‌مک و نیکولز، ۲۰۰۱).

- رمزگذاری در حافظه / ثبتی سازی،
- انتخاب و شناسایی پاسخ‌گویان،
- ارزیابی اولویت‌ها،
- درک داده‌های خواسته‌شده،
- بازیابی اطلاعات مربوط از حافظه / مستندات موجود در شرکت / افراد دیگر (داخل یا خارج از بنگاه)،
- قضاوت پیرامون مناسبت پاسخ،
- مبادله‌ی پاسخ‌ها.

بار پاسخ‌گویی به لحاظ زحمتی که بر پاسخ‌گو تحمیل می‌کند ایجاد یک سابقه‌ی ذهنی منفی در فرد را سبب می‌شود. بنا بر این با تجربه‌ای که فرد نسبت به آمارگیری کسب کرده، در آینده از شرکت در آمارگیری‌های یکسان و گاهی مشابه آنچه پیش از این تجربه کرده امتناع می‌ورزد. به‌عبارت دیگر فرد هنگام روبرو شدن با درخواست شرکت در آمارگیری با توجه به موضوع آن و بار حسی که دریافت می‌کند، برای شرکت یا عدم شرکت در آمارگیری تصمیم می‌گیرد.

در حقیقت آن‌چه در بیش‌تر آمارگیری‌ها بار ایجاد می‌کند، ماهیت آمارگیری و متغیرهایی هستند که مورد پرسش قرار می‌گیرند. برای مثال چنان‌چه موضوع مورد بررسی شامل مسائل حساسیت برانگیز بوده که سبب یاداوری خاطرات تلخ گذشته برای پاسخ‌گو می‌شوند، صرف‌نظر از ابزار و شیوه‌ی گرداوری اطلاعات و دیگر مولفه‌های موثر ناشی از طراحی آمارگیری، به خودی خود باری را بر پاسخ‌گو تحمیل می‌کند. مسائل سیاسی مانند پرسش پیرامون میزان محبوبیت یک کاندیدای انتخاباتی و شرکت یا عدم شرکت در انتخابات پیش‌رو از جمله موردهایی هستند که باعث می‌شوند فرد به علت‌های گوناگون مانند محدودیت‌های سیاسی حاکم بر جامعه، فشار اخلاقی و اجتماعی پیرامون خود و به لحاظ حسی از پاسخ‌گویی امتناع کرده یا پاسخ نادرست بدهد. در نتیجه، این امر منجر به کاهش کیفیت داده‌های تولیدشده می‌شود.

در هنگام آمارگیری، بار پاسخ‌گویی از یک سو باعث کاهش دقت در فراهم آوردن اطلاعات مورد نیاز برای پاسخ‌گویی و از سوی دیگر به دلیل فشاری که بر فرد تحمیل می‌کند و فرصتی که از وی گرفته می‌شود، سبب بالا رفتن نرخ بی‌پاسخی پرسش می‌شود. به بیان دیگر بار پاسخ‌گویی بالا به دلیل کاهش دقت در پاسخ‌گویی و افزایش نرخ بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی منجر به تولید داده‌های با کیفیت پایین و خطاهای نامشاهداتی در آماره‌ها شده و موجب کم اعتباری در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها می‌شود.

۳-۹ عامل‌های موثر بر بار پاسخگویی

مرور ادبیات مسئله بیانگر این مطلب است که حمایت‌کننده‌های مالی طرح و سازمان مجری آمارگیری، جنبه‌های گوناگون روش‌های اجرای آن، طول پرسش‌نامه و درک مفهوم پرسش از جمله مواردی هستند که به دلیل تحمیل هزینه‌های حسی و تشخیصی بالقوه روی باری که پاسخگو متحمل می‌شود، موثرند (سینگر و همکاران، ۱۹۹۹).

فیشر و کیدونیفس (۲۰۰۱) ویژگی‌های رفتاری و نگرشی پاسخگویان به آمارگیری، ویژگی‌های محیطی آمارگیری شامل: محتوا، ابزار و روش گرداوری داده‌ها مانند استفاده از پرسش‌نامه‌های خوداجرا به سبب افزایش اطمینان از محرمانگی، مصاحبه‌ی شخصی رو در رو در مورد آمارگیری‌ها با موضوع حساسیت برانگیز و همچنین پرسش‌نامه‌های وبی به دلیل مشکل‌هایی چون کمبود امکانات و عدم دسترسی به دانش فنی مورد نیاز؛ که در حقیقت همان عامل بار طرح را تشکیل می‌دهند؛ بر بار تحمیلی موثر می‌دانند. در این دیدگاه پرسش‌نامه به‌عنوان متداول‌ترین ابزار گرداوری اطلاعات از نظر رنگ و طراحی زمینه، طول آن (تعداد صفحه‌های پرسش‌نامه و طول هر پرسش)، ویژگی‌های پرسش‌ها (جمله‌بندی و میزان کاربرد واژه‌های تخصصی در بیان آن‌ها)، ترتیب آن‌ها و میزان دشواری پاسخ به هر پرسش نقش مهمی بر بار پاسخگویی تحمیلی ایفا می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهند که بهبود طراحی پرسش‌نامه و جمله‌بندی پرسش‌ها به همراه کوتاه کردن طول پرسش‌نامه نقش مهمی در هموارکردن فرایند پاسخگویی برای پاسخگویان به آمارگیری از بنگاه‌های اقتصادی داشته است (دیلمن، ۲۰۰۷). بسامد تعداد دفعه‌های مراجعه به یک واحد هم، جنبه‌ی دیگری از بار طرح است که در آمارگیری‌های مکرر و پانلی که واحدها در طول زمان مورد بررسی قرار می‌گیرند، مطرح می‌شود. استفاده از راه‌کارهایی برای بهبود طرح‌های نمونه‌گیری به‌منظور کاهش این جنبه از بار هم، از نظر آمارشناسان دور نمانده است.

گرووز و همکاران (۱۹۹۲) بیان می‌کنند ویژگی‌های فردی مانند: سن، جنسیت، نژاد، درامد و عامل‌های محیطی نظیر سطح و طبقه‌ی شهرنشینی و نرخ وقوع جرم، مجموعه‌ای از گرایش‌های روان‌شناختی موثر بر دریافت بار پاسخگویی را به‌وجود می‌آورند که در نهایت روی تصمیم به پاسخگویی اثر می‌گذارند. پژوهش‌ها بیانگر این حقیقت هستند که پاسخگویان گوناگون در کشورهای مختلف روش‌های متفاوتی را برای اجرای آمارگیری‌ها ترجیح می‌دهند. به‌هرحال توصیه می‌شود روش مناسب گرداوری داده‌ها با مد نظر قراردادن عامل‌هایی چون ویژگی‌های جامعه‌ی هدف، هزینه و هدف آمارگیری انجام شود.

اثر ویژگی‌های پاسخگو بر بار پاسخگویی خارج از کنترل پژوهش‌گر است. در آمارگیری از زیرجامعه‌ها مانند مطالعه‌ی نرخ بیکاری بخش کوچکی از جامعه، با توجه به امکانی که از شناخت مشخصه‌های پاسخگویان وجود دارد، می‌توان راه‌کارهایی برای کاهش بار پاسخگویی پیش‌بینی کرد. اما در مورد طرح‌های ملی این راه‌کار امکان‌پذیر نیست. در چنین حالت‌هایی مشوق‌هایی مانند ارائه‌ی بازخورد آمارگیری یا پرداخت مبلغی به‌عنوان هدیه نقش به‌سزایی در کاهش بخشی از بار که ناشی از خصوصیت‌های فردی پاسخگویان است، ایفا می‌کنند.

علاوه بر ویژگی‌های پرسش‌نامه و روش‌های گرداوری داده‌ها، نمونه‌گیری هم بر بار پاسخگویی تحمیلی موثر است. در برخی از موارد یک بنگاه یکسان به‌عنوان نمونه برای مشارکت در آمارگیری‌های متعدد انتخاب می‌شود، بنا بر این در یک زمان مشخص ممکن است

پرسش‌نامه‌های بسیاری روی میز کار پاسخگوی نهایی در آن بنگاه اقتصادی خاص قرار گرفته باشد. دوری از این عامل در مورد طرح‌های آزمایشی غیرممکن است. بنا بر این تعداد پرسش‌نامه‌هایی که در یک زمان معین باید توسط پاسخگو تکمیل شوند بر باری که از هر یک به‌طور مجزا برداشت می‌شود، موثر است. به‌طور معمول یافتن تعداد پرسش‌نامه‌هایی که برای یک بنگاه اقتصادی خاص فرستاده شده‌اند با استفاده از سامانه‌ی اندازه‌گیری سازمان آمارگیری امکان‌پذیر است اما این امر تعداد پرسش‌نامه‌هایی را که شخص پاسخگو باید تکمیل کند، نشان نمی‌دهد. در واقع فردی که پاسخگوی نهایی به پرسش‌نامه‌ها است از سوی بنگاه اقتصادی تعیین می‌شود بدون این‌که سازمان آمارگیری نقش و دخالتی در انتخاب وی داشته باشد. بنا بر این تعداد پرسش‌نامه‌هایی که فرد پاسخگو باید به‌صورت هم‌زمان تکمیل کند، یکی از علت‌هایی است که گرداوری اطلاعات را به امری زمان‌بر تبدیل می‌کند.

هدلین و همکاران (۲۰۰۵) مهم‌ترین جنبه‌های موثر بر دریافت بار پاسخگویی از دید پاسخگو را به‌صورت زیر بیان کردند:

مدت زمان پاسخگویی، تلاش پاسخگو، بسامد آمارگیری (تعداد دفعه‌های شرکت در آمارگیری‌ها)، تعداد پرسش‌نامه‌هایی که پاسخگو دریافت کرده و باید پاسخ دهد؛ استرس و فشار ناشی از پرسش‌های آزاردهنده، فهم نادرست هدف و اهمیت آمارگیری، تجربه‌ی قبلی شرکت در آمارگیری، زمان‌بندی فرستادن و تاریخ برگرداندن پرسش‌نامه‌ها به‌ویژه در آمارگیری‌های پستی، تعداد افراد درگیر در فرایند گرداوری اطلاعات و پاسخگویی، طراحی آمارگیری و روش گرداوری داده‌ها، ویژگی‌های محیط کاری پاسخگو (برخی شرکت‌های بزرگ دارای نظام‌هایی هستند که پاسخگو از طریق آن‌ها به‌سادگی به داده‌ها دسترسی دارد.)، ساختارهای پاسخ موجود، این‌که اطلاعات مورد نیاز به‌سادگی در دسترس هستند یا نه، و استفاده از مشوق‌های مالی یا غیر مالی همگی مواردی هستند که بر بار پاسخگویی تأثیر می‌گذارند.

۹-۴ ارزیابی بار پاسخگویی

تشخیص آزاردهنده‌بودن یا نبودن یک طرح آمارگیری جدید و افزایش آگاهی کارکنان از مسئله‌ی بار پاسخگویی از مولفه‌هایی هستند که با اندازه‌گیری بار پاسخگویی مشخص می‌شوند. اهمیت و ضرورت ارزیابی بار پاسخگویی به دلیل اثر آن بر کیفیت داده‌های آمارگیری روشن است. ارزیابی بار پاسخگویی تحمیل‌شده و گام‌های شناسایی عامل‌های موثر بر آن و چگونگی تأثیرگذاری این عامل‌ها بر کیفیت پاسخ‌ها و ضرورت اندازه‌گیری بار و زحمت تحمیل شده را به منظور اعمال روش‌های کاهش بار پاسخگویی نمایان می‌سازد.

این حقیقت که بار پاسخگویی تحمیلی تا حد زیادی به پاسخگو بستگی دارد، مسئله‌ی چگونگی ارزیابی بار پاسخگویی را مشکل می‌سازد. با توجه به متفاوت بودن نظر افراد مختلف در زمان‌ها و مکان‌های گوناگون از مسئله‌ی بار پاسخگویی و تشخیص مشکل‌بودن یا نبودن آمارگیری، به‌نظر می‌رسد برای کنترل بار پاسخگویی به یک روش مخصوص هر فرد نیاز باشد.

به‌طور معمول مفهوم بار پاسخگویی با استفاده از مدت زمان لازم برای تکمیل آمارگیری به‌صورت کمی بیان می‌شود. لازم به ذکر است که مسئله‌ی بار پاسخگویی با در نظر گرفتن نمودهایی چون میزان مشکل‌بودن تأمین داده‌های خواسته‌شده و همچنین میزان حساسیت فرد پاسخگو درباره‌ی ارائه‌ی اطلاعات مورد پرسش نیز بیان می‌شود.

۹-۴-۱ اندازه‌گیری بار پاسخگویی

شناسایی جنبه‌هایی از آمارگیری که برای پاسخگویان ایجاد زحمت می‌کنند، نخستین گام برای اندازه‌گیری بار پاسخگویی است. این کار با استفاده از یک مطالعه‌ی کیفی به روش مصاحبه‌ی رو در رو یا برقراری تماس تلفنی با گروهی از پاسخگویان به آمارگیری مورد نظر صورت می‌گیرد، سپس با در نظرگرفتن آن‌چه از این بررسی حاصل می‌شود پرسش‌نامه‌ی مربوط به آمارگیری PRB را تهیه کرده و به روش مناسبی که در ادامه بحث می‌شود، بار پاسخگویی اندازه‌گیری می‌شود. بر اساس بررسی‌های انجام شده رویکرد کلی برای رویارویی با مسئله‌ی بار پاسخگویی همان است که در بالا بیان شد. مرکزهای آماری ملی در کشورهای مختلف روش‌های گوناگونی را برای اندازه‌گیری بار پاسخگویی تحمیلی بر پاسخگویان به‌کار می‌برند. در ادامه به مروری کوتاه بر این شیوه‌ها می‌پردازیم.

مفهوم بار پاسخگویی از دو جنبه‌ی کمی و کیفی قابل بررسی است (ویله‌بوردس، ۱۹۹۸b). جنبه‌ی کمی آن در بیش‌تر کشورها به‌وسیله‌ی تعداد ساعت‌های صرف‌شده برای شرکت در آمارگیری اندازه‌گیری می‌شود. با توجه به این‌که فرایند گرداوری اطلاعات مورد نیاز برای پاسخگویی به پرسش‌ها، نیازمند صرف زمان و نیروی انسانی بیش‌تری نسبت به فرایند تکمیل پرسش‌نامه است و با در نظر گرفتن این مطلب که به‌طور معمول چندین نفر کار پاسخگویی و تأمین اطلاعات مورد نیاز برای پاسخگویی به‌ویژه در آمارگیری‌های کارگاهی را بر عهده دارند؛ بنا بر این زمان لازم برای بازیابی اطلاعات خواسته‌شده، محاسبه و براورد به‌طور جداگانه از زمان تکمیل‌کردن پرسش‌نامه‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

توانایی تمایز میان فعالیت‌های گرداوری اطلاعات و تکمیل‌کردن پرسش‌نامه، همچنین زمان صرف‌شده برای آمارگیری اصلی توسط پاسخگوی آمارگیری PRB اهمیت بالایی دارد.

۹-۴-۲ تجربه‌ی چند مرکز آماری ملی

یکی از روش‌هایی که آمارشناسان را در رسیدن به شیوه‌های مطلوب یاری می‌کند، بررسی تجربه‌های سایر کشورها در زمینه‌ی ارزیابی بار پاسخگویی است. در این بخش به برخی از این تجربیات به ویژه برای محاسبه‌ی بار پاسخگویی برای کارگاه‌ها و بنگاه‌ها اشاره می‌شود.

۹-۴-۲-۱ دفتر آمار استرالیا (ABS)

در پرسش‌نامه‌های آمارگیری از بنگاه‌های اقتصادی که توسط دفتر آمار استرالیا توزیع می‌شوند، از پاسخگویان خواسته می‌شود زمان صرف‌شده برای تکمیل پرسش‌نامه را بیان کنند. جمله‌بندی این پرسش به‌صورت زیر است.

لطفاً براوردی از زمان صرف‌شده برای تکمیل این پرسش‌نامه ارائه دهید.
شامل:
- زمان حقیقی صرف‌شده برای مطالعه‌ی دستورالعمل‌ها، کار روی پرسش‌ها و به‌دست آوردن اطلاعات خواسته‌شده
- زمان مصرف‌شده توسط همه‌ی همکاران و کارمندان برای گرداوری و تأمین این اطلاعات

ساعت ☐ *دقیقه* ☐

این دفتر با استفاده از این اطلاع، از رابطه‌ی زیر برای محاسبه‌ی بار پاسخ‌گویی استفاده می‌کند.

تعداد پرسش‌نامه‌های تکمیل و برگردانده‌شده = بار پاسخ‌گویی
میانگین زمان صرف‌شده برای تکمیل یک پرسش‌نامه ×

میانگین زمان صرف‌شده برای تکمیل هر پرسش‌نامه، میانگین زمان برای همه‌ی پاسخ‌گویان است که مقدارهای دورافتاده و غیر واقعی مربوط به پرسش «زمان تکمیل» برای آن‌ها ویرایش می‌شوند. نرخ بازتماس در محاسبه‌ی بار پاسخ‌گویی دخالت داده نمی‌شود.

دفتر آمار استرالیا، رقم مالی بیان کننده‌ی بار پاسخ‌گویی تحمیلی بر بنگاه‌های اقتصادی را ارائه نمی‌دهد. چرا که این کار سبب درخواست پرداخت خسارت از سوی این بنگاه‌ها شده و امکان تأمین آن برای این دفتر میسر نیست.

همچنین محاسبه‌ی هزینه‌های زمانی (و هزینه‌های مالی) آمارگیری قبل از توزیع پرسش‌نامه‌ها با استفاده از رابطه‌ی زیر انجام می‌شود.

نرخ پاسخ مورد انتظار × اندازه‌ی نمونه‌ای = هزینه‌ی زمانی آمارگیری
زمان مورد انتظار تکمیل یک پرسش‌نامه ×

۹-۴-۲-۲ آمار سوئد

شرکت مشاوره‌ای کوپیز، مطالعه‌ای برای ارزیابی باری که نظام آماری بر تأمین‌کننده‌های اطلاعات مورد نیاز آمار سوئد تحمیل می‌کنند، انجام دادند. در این گزارش هیچ مرجع مشخصی برای اندازه‌گیری بار تحمیلی وجود ندارد اما بسیاری از اندازه‌گیری‌های صورت‌گرفته درون این نظام هر کدام به نوعی بار برداشت‌شده توسط پاسخ‌گویان را بیان می‌کنند.

نخستین اندازه‌ی محاسبه‌شده، میانگین زمان سپری‌شده برای تکمیل پرسش‌نامه‌ی درون واحد آماری است. سنجش نظام درون واحد آماری از نظر سختی یا سادگی کاربرد، معیار بررسی‌شده بعدی است. دستیابی به این ارزیابی با پرسش پیرامون مشکل‌بودن پاسخ‌گویی به آمارگیری و اندازه‌گیری آن در مقیاس لیکرت با طبقه‌بندی (خیلی ساده، ساده، نه ساده و نه سخت، مشکل، خیلی مشکل) صورت می‌گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد، آن دسته از پاسخ‌گویان که نظام آمارگیری برای آن‌ها مشکل بوده، بار بیش‌تر و دیگر شرکت‌کنندگان بار کم‌تری را متحمل شده‌اند. ارزیابی میزان سختی پاسخ‌گویی به هر پرسش، اندازه‌ی دیگری است که با طرح یک پرسش کیفی در این‌باره به‌دست می‌آید. به این ترتیب که از پاسخ‌گویان خواسته‌شده میزان سختی پاسخ‌دادن به هر پرسش را از ۱ برای خیلی‌سخت تا ۵ برای پرسش‌های ساده امتیازبندی کنند.

علاوه بر این یافته‌ها، نظرپرسی پیرامون میزان رضایت از حمایت دریافتی از سوی آمار سوئد برای دسترسی به اطلاعات مورد نیاز، راه‌کار دیگر مورد استفاده‌ی این نهاد آماری است. نتیجه‌ی این نظرپرسی از یک پرسش کیفی با همین مضمون که در مقیاس لیکرت اندازه‌گیری شده است؛ به‌دست می‌آید.

نگاهی دقیق‌تر به آن‌چه در سوئد رخ می‌دهد بیان‌گر این واقعیت است که در آمار سوئد جنبه‌ی کیفی بار پاسخ‌گویی و اثرهای بالقوه‌ی ناشی از آن بیش‌تر از جنبه‌ی کمی و تعداد ساعت‌های صرف‌شده برای شرکت در آمارگیری مورد توجه بوده است.

۳-۲-۴-۹ آمار فنلاند

در این مرکز جنبه‌ی عینی بار پاسخگویی به‌صورت زمان صرف‌شده توسط پاسخگو برای آشنایی با روند گرداوری داده‌ها، خواندن دستورالعمل‌ها، گرداوری و استخراج اطلاعات مورد نیاز از فایل‌های موجود در بنگاه‌ها و تکمیل‌کردن پرسش‌نامه و تعداد افراد همکار در فرایند پاسخگویی بررسی می‌شود. نتیجه‌های به‌دست آمده بر حسب تعداد کارکنان بنگاه‌ها و آمارگیری‌های مختلف جداگانه ارائه می‌شوند. علاوه بر این، جنبه‌ی کیفی بار پاسخگویی تحمیلی با طرح پرسش‌هایی درباره‌ی میزان دشواری فرایند پاسخگویی به آمارگیری و نظرپرسی پیرامون فهرستی از مولفه‌های بالقوه‌ی موثر بر شدت بار اندازه‌گیری می‌شوند. مسئله‌ی قابل توجه این است که در فنلاند، مشابه بسیاری از کشورهای دیگر بار پاسخگویی برای بنگاه‌هایی با تعداد کارکنان بیش‌تر از ۱۰۰ نفر با استفاده از روش‌های معمول اندازه‌گیری و برای بنگاه‌ها با تعداد کارکنان کم‌تر از ۱۰۰ نفر بار پاسخگو براورد کارشناسی می‌شود.

آمار فنلاند برای ارائه‌ی یک تعریف مناسب از بار پاسخگویی تحمیلی بر هر بنگاه اقتصادی سه جنبه‌ی زیر را در نظر می‌گیرد.

۱- میزان تعهد هر بنگاه برای پاسخگویی به آمارگیری‌ها،

۲- بار ناشی از پاسخگویی و تکمیل‌کردن پرسش‌نامه(ها)ی آمارگیری، و

۳- احتمال شمول یک بنگاه اقتصادی در هر آمارگیری.

با توجه به این مطلب، فرض کنید β_j بار پاسخگویی تحمیلی به دلیل شرکت در jامین آمارگیری و π_{kj} احتمال شمول بنگاه kام در آمارگیری jام است. با در نظر گرفتن این نمادها مقدار مورد انتظار بار پاسخگویی تحمیلی بر بنگاه kام به‌صورت رابطه‌ی زیر بیان می‌شود.

$$RB_k = \sum_{j=1}^{J} \pi_{kj}\beta_j$$

که در آن J بیان‌گر تعداد آمارگیری‌هایی است که بنگاه اقتصادی kام در آن‌ها شرکت کرده است. همان‌گونه که در رابطه‌ی بالا دیده می‌شود، بار پاسخگویی به همراه احتمال شمول، مقدار مورد انتظار بار پاسخگویی را می‌سازد که نباید بیش‌تر از میزان تعهد پاسخگویی بنگاه kام باشد. رابطه‌ی بالا نشان می‌دهد دو عامل در ایجاد بار پاسخگویی نقش دارند. بار پاسخگویی به آمارگیری jام (β_j) که با استفاده از داده‌های اداری و برنامه‌ریزی مناسب آمارگیری‌ها کاهش می‌یابد و π_{kj} که بار پاسخگویی را به یک متغیر تصادفی تبدیل می‌کند. تصادفی‌بودن بار پاسخگویی به معنای هموار نبودن توزیع آن و در نتیجه ضرورت انجام هماهنگی است. در نظرگرفتن این مطلب از سوی سازمان‌های آماری که هر ساله تعداد زیادی پرسش‌نامه را برای بنگاه‌ها می‌فرستند، اهمیت بسیار دارد.

نماگر بار پاسخگویی

نیاز به اطلاعات آماری درباره‌ی جامعه‌ی متناهی، گرداوری و تهیه‌ی داده‌ها برای بنگاه‌هایی که در آمارگیری‌ها شرکت داده می‌شوند، بار تحمیل می‌کند. در نظر گرفتن مسئله‌ی بار پاسخگویی

هنگام برنامه‌ریزی آمارگیری‌ها ضروری است. بار تحمیلی از سوی دولت‌ها و سازمان‌ها بر بنگاه‌ها به دو بخش بار اجرایی و بار پاسخ‌گویی تقسیم می‌شود.

تکمیل پرسش‌نامه برخلاف تصور عموم، پرهزینه‌ترین جنبه‌ی آمارگیری برای پاسخ‌گو نیست. دستیابی به نظام اطلاعاتی مورد نیاز درون هر بنگاه بخشی است که سبب می‌شود بنگاه‌های کوچک‌تر که به‌طور معمول به نظام‌های حسابداری قوی و پیشرفته دسترسی ندارند هزینه و بار بیش‌تری را برای پاسخ‌گویی به آمارگیری‌ها متحمل شوند.

تکمیل پرسش‌نامه و گرداوری اطلاعات مورد نیاز از فایل‌ها و مستندهای داخلی بنگاه‌ها نیازمند صرف زمان بوده و برای این بنگاه‌ها هزینه‌هایی تحمیل می‌کند. این هزینه‌ی تحمیلی بر حسب زمان (ساعت و دقیقه) قابل اندازه‌گیری است. هر واحد زمانی شامل دو بخش زمان استفاده‌شده برای تکمیل‌کردن پرسش‌نامه (متغیر تصادفی x_{jk}، زمان تکمیل پرسش‌نامه برای واحد آماری kام در آمارگیری jام) و زمان لازم برای بازیابی اطلاعات (متغیر تصادفی y_{jk}، زمان بازیابی اطلاعات برای واحد آماری kام در آمارگیری jام)، است. بنا بر این، زمان کل صرف‌شده برای تکمیل پرسش‌نامه به‌صورت جمع این دو مولفه تعریف می‌شود. چنان‌چه عامل قیمت برای بنگاه مشخص باشد، تبدیل واحد زمان به واحدهای پولی و مالی کار ساده‌ای است. البته به دلیل تفاوت‌های موجود میان درامدهای روزانه و سالیانه‌ی بنگاه‌ها استفاده از معیار زمان برای اندازه‌گیری بار برتری دارد.

ساختار نماگر بار پاسخ‌گویی بر فرض تقسیم هموار زمان کل به دو بخش: زمان گرداوری اطلاعات مرتبط و زمان تکمیل پرسش‌نامه استوار است. این مسئله در مورد آمارگیری‌های اجتماعی که داده‌ها به روش مصاحبه‌ی تلفنی رایانه‌یار گرداوری می‌شوند، به‌خوبی دیده می‌شود. طول مکالمه به‌صورت برابر میان شخص مصاحبه‌شونده و پرسش‌گر تقسیم می‌شود. با توجه به یکسان بودن پرسش‌ها برای همه‌ی بنگاه‌های شرکت‌کننده در آمارگیری، در نظر گرفتن زمان پاسخ‌گویی به یک پرسش به‌عنوان مقدار پایه‌ی این نماگر مناسب به‌نظر می‌رسد. نماگر بار پاسخ‌گویی برای واحد آماری kام در آمارگیری jام به‌صورت زیر تعریف می‌شود (تی‌کاری، ۲۰۰۲).

$$RBI_{jk} = \frac{1}{2}\left\{1 + \frac{y_{jk}}{x_{jk}}\right\}$$

زمان گرداوری داده‌ها در هر بنگاه (y_{jk}) تا حد زیادی به هماهنگی میان فایل‌های داخلی آن بنگاه با اطلاعات خواسته‌شده بستگی دارد. در صورت هماهنگ‌بودن، کار پاسخ‌گو یافتن اطلاعات مناسب و تکمیل‌کردن پرسش‌نامه است. اما زمانی‌که مفهوم‌های تکمیل‌کننده‌ی پرسش‌نامه با اطلاعات موجود در بنگاه متفاوت باشد، اعمال یک سری تعدیل‌ها و محاسبه‌ها از سوی پاسخ‌گو ضروری است. این امر زمان گرداوری داده‌ها (y_{jk}) را نسبت به زمان تکمیل‌کردن پرسش‌نامه (x_{jk}) به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد $(y_{jk} > x_{jk})$. در نتیجه این شاخص مقداری بزرگ‌تر از یک اختیار می‌کند و در صورتی‌که نظام‌های اطلاعاتی درون بنگاه با پرسش‌نامه هماهنگی کامل داشته باشند $(y_{jk} \leq x_{jk})$ نماگر مورد نظر کم‌تر یا برابر با یک خواهد شد. بنا بر این مقدار این شاخص بیان‌گر میزان هماهنگی ساختارهای اطلاعاتی درون بنگاه‌ها با آمارگیری در حال اجراست. روشن است که هرچه سازگاری اطلاعات موجود در

بنگاه با اطلاع خواسته‌شده در آمارگیری‌ها بیش‌تر باشد، پاسخگو برای ارائه‌ی پاسخ با زحمت کم‌تری روبرو شده و در نتیجه بار پاسخگویی کم‌تری هم متحمل می‌شود.

۹-۴-۲-۴ اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان[۱] (ONS)

پرسش‌نامه‌ی منتشرشده توسط اداره‌ی آمار ملی انگلیس به‌طور معمول یک پرسش اختیاری دارد که از پاسخگویان می‌خواهد مدت زمانی را که برای تکمیل پرسش‌نامه صرف کرده‌اند؛ بیان کنند (کوایل، ۲۰۰۲a و ۲۰۰۲b). جمله‌بندی چنین پرسشی بسته به نوع آمارگیری متغیر است و نمونه‌ای از آن در ادامه آمده است.

زمان صرف‌شده برای تکمیل بخش‌های ۲ تا ۸ *(بیش‌تر از عملیات محاسباتی معمول)* این یک پرسش اختیاری است.

الف) تعداد ساعت ☐ ب) تعداد دقیقه ☐

همان‌طور که از پرسش بالا برداشت می‌شود، این اداره بخش‌هایی از پرسش‌نامه‌ها را که پاسخگویی به آن‌ها نیازمند صرف تلاش و زمان بیش‌تری هستند، شناسایی کرده و به جای زمان تکمیل کل پرسش‌نامه تنها اطلاعات لازم برای تکمیل آن بخش‌ها پرسیده می‌شود.

اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان از میانه به‌عنوان معیار تمرکز توزیع زمان صرف‌شده توسط پاسخگویان برای تکمیل پرسش‌نامه‌ی آمارگیری استفاده می‌کند. تماس دوباره با واحدها که به‌طور معمول پس از برگرداندن پرسش‌نامه‌ها و به‌منظور شفاف‌سازی برخی اطلاعات داده‌شده صورت می‌گیرد، فعالیت دیگری است که بار زمانی بالایی را بر آن دسته از پاسخگویان که دوبار به آن‌ها مراجعه شده است، تحمیل می‌کند. این نرخ که با نام «نرخ بازتماس» شناخته می‌شود از سوی اداره‌ی آمار ملی برای هر آمارگیری به‌طور جداگانه محاسبه می‌شود. حاصل‌ضرب این زمان در مقدار نرخ هزینه‌ی ساعتی، به‌اضافه‌ی بار تحمیلی پرسش‌نامه‌ی اصلی هزینه‌ی کل تحمیلی بر پاسخگو و بنگاه مورد نظر را به‌دست می‌دهد. مقدار نرخ هزینه‌ی ساعتی با توجه به جایگاه شغلی فرد تکمیل‌کننده‌ی پرسش‌نامه (از مدیریت تا یک منشی ساده) تعیین و هر سال بعد از آمارگیری ، هزینه‌ی فرصت روزامد می‌شود. همچنین روش برقراری تماس با پاسخگویان با اجرای بررسی‌هایی که هر سه یا پنج سال تکرار می‌شوند، معین می‌شود.

۹-۵ رویکردهای ارزیابی بار پاسخگویی

بررسی بار پاسخگویی به یک پرسش‌نامه مسئله‌ای کلیدی در گام طراحی آمارگیری‌ها محسوب می‌شود. نادیده گرفتن آمارگیری‌ها و داده‌های حاصل از آن‌ها به دلیل این‌که با اجرای آن‌ها زحمت و بار بر پاسخگویان تحمیل می‌شود؛ شایسته نیست، بلکه آگاهی از شدت بار تحمیلی در آمارگیری‌ها و سعی برای کاهش آن تا اندازه‌ای که داده‌های حاصل از آمارگیری کیفیت قابل قبول برای استفاده در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را داشته باشند؛ راه‌کاری مناسب در این باره است. بنا بر این، اهمیت شناخت روش‌های موجود برای اندازه‌گیری و کنترل بار پاسخگویی روشن می‌شود. دو شیوه‌ی اساسی و متفاوت برای ارزیابی بار پاسخگویی شناخته شده است.

---

[۱] UK Office for National Statistics

استفاده از مدل هزینه‌ای استاندارد (SCM) که رویکردی فعالیت‌مبنا است که هزینه‌های تحمیلی بر بنگاه‌ها به دلیل شرکت درآمارگیری‌ها را براورد می‌کند. شیوه‌ی دیگر اجرای یک آمارگیری PRB به منظور بررسی فرایند گرداوری داده‌ها و ویژگی‌های پرسش‌نامه به‌عنوان ابزار گرداوری اطلاعات است. در این رویکرد بر خلاف روش قبلی، زمان به‌عنوان معیاری از بار پاسخ‌گویی در نظر گرفته می‌شود و با شناسایی عامل‌های مشکل‌آفرین از نظر پاسخ‌گویان به آمارگیری اصلی برای برطرف کردن آن‌ها اقدام می‌شود.

۹-۵-۱ مدل هزینه‌ای استاندارد

رویکرد مدل هزینه‌ای استاندارد به ابتکار کشور هلند برای براورد هزینه‌های اجرایی تحمیلی از سوی دولت بر بنگاه‌ها معرفی شده است. این رویکرد پس از آن توسط کشورهای بسیاری از جمله دانمارک، انگلستان و اتحادیه‌ی اروپا به‌کار گرفته شده است. روش‌شناسی مدل هزینه‌ای استاندارد با در نظر گرفتن تک تک فعالیت‌های اجرایی انجام‌شده برای ارائه‌ی یک اطلاع درخواست‌شده، زمان را به هزینه‌ی مالی دستیابی به اطلاعات مورد نیاز تبدیل می‌کند. این رویکرد معیاری فعالیت‌مبنا از بار اجرایی تحمیلی بر بنگاه‌ها ارائه می‌دهد که با پیگیری بار اجرایی از زمان شکل‌گیری، به دلیل جزئی‌بودن نتیجه‌ی کار و شناسایی بخش‌هایی که بیش‌تر برای بنگاه‌ها مشکل‌آفرین هستند؛ به‌طور هم‌زمان با ارزیابی بار اجرایی برای تسهیل شیوه‌نامه‌های دولتی قابل استفاده است. اساس کار شامل مروری بر قانون‌های جاری با هدف شناخت حوزه‌هایی است که بنگاه‌ها ملزم به ارائه‌ی اطلاعات درباره‌ی آن‌ها به دولت هستند. دستیابی به هر یک از این اطلاعات، استفاده از نیروهای انسانی داخل بنگاه و گاهی اوقات هم هزینه کردن برای کارشناسان خارج از بنگاه و شرکت‌های خدمت‌رسان را نیاز دارد. داده‌ها درباره‌ی فعالیت‌های اقتصادی بنگاه به شیوه‌ی مصاحبه با بنگاه‌ها گرداوری و کارشناسان موضوعی هم وظیفه‌ی هماهنگی و استانداردسازی را به‌عهده دارند. در این روش هر دستور و شیوه‌نامه‌ی اجرایی به مجموعه‌ای از مولفه‌ها و اجزای قابل کنترل و اندازه‌گیری تجزیه می‌شود. با توجه به این‌که روش مذکور به‌شدت تحت تأثیر فعالیت‌هایی است که برای به‌دست آوردن اطلاعات خواسته‌شده انجام می‌شوند؛ بنا بر این استفاده از آن برای شناسایی بخش‌هایی از قانون‌ها که مشکل‌های بسیاری برای اجرای آن‌ها وجود دارند، مناسب است.

آگاهی از چگونگی تعریف هزینه‌های اجرایی، شناخت الزام‌های اطلاعاتی و اجزای آن‌ها، معرفی کامل بنگاه‌ها و شیوه‌نامه‌هایی که از سوی دولت‌ها اعمال می‌شوند به‌همراه آشنایی با چگونگی براورد هزینه‌ها، مفهوم‌هایی هستند که پیش از استفاده از مدل برای براورد هزینه‌ها باید به‌خوبی مشخص شوند. این مدل با تمرکز بر همه‌ی هزینه‌های اجرایی بازگشتی بالقوه، نه تنها هزینه‌های اضافی ناشی از اجرای قانون بلکه همه‌ی هزینه‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. از آن‌جا که فعالیت‌های اضافی برای براوردن نیازهای قانون‌ها و شیوه‌نامه‌های دولتی هم‌راستا با فرایندهای داخلی بنگاه‌ها انجام می‌شوند، تفکیک هزینه‌های جاری بنگاه از هزینه‌های ناشی از اجرای قانون‌ها در عمل بسیار مشکل و گاهی غیر ممکن است. در ادامه قبل از ورود به شیوه‌ی محاسبه‌ی هزینه به وسیله‌ی مدل هزینه‌ای استاندارد، برخی از اصطلاحات مورد استفاده در این بحث تعریف می‌شوند.

۹-۵-۱-۱ هزینه‌های اجرایی

منظور از هزینه‌های اجرایی، هزینه‌هایی است که بنگاه‌ها برای اجرای آیین‌نامه‌های دولتی متحمل می‌شوند. البته در عمل، اندازه‌گیری این نوع از هزینه‌ها جدا از هزینه‌های جاری بنگاه غیرممکن است. هزینه‌ی همه‌ی فعالیت‌هایی که در بنگاه صورت می‌گیرند، اعم از فعالیت‌های جاری و فعالیت‌هایی که پس از اعمال مقررات دولتی ملزم به انجام آن‌ها می‌شوند را هزینه‌های اجرایی گوییم.

۹-۵-۱-۲ الزام‌های اطلاعاتی

برای تأمین اطلاعات و داده‌های مورد نیاز دولت در بخش عمومی، الزام‌های اطلاعاتی وجود دارند که بنگاه‌ها موظف به براوردن آن‌ها هستند.

۹-۵-۱-۳ نیازهای داده‌ای

هر عنصر اطلاعاتی که برای تأمین یک الزام اطلاعاتی مورد نیاز است، یک نیاز داده‌ای را می‌سازد.

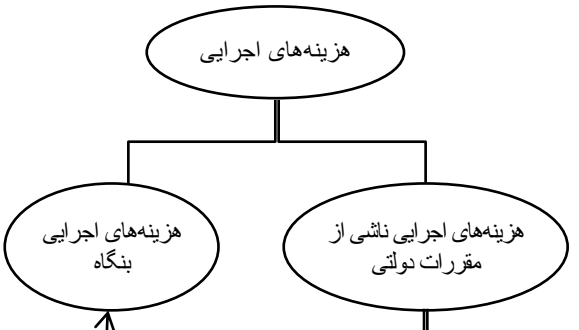
۹-۵-۱-۴ بنگاه

به‌طور معمول موسسه‌های زیر در محاسبه‌ی حساب‌های ملی به‌عنوان بنگاه در نظر گرفته می‌شوند: شرکت‌های خصوصی، موسّسه‌های خیریه و دولت به معنای مجموعه‌ی همه‌ی سازمان‌هایی که بدنه‌ی دولت را می‌سازند.

به منظور پیاده‌سازی هر قانونی که از سوی دولت ابلاغ می‌شود، مجموعه‌ای از اطلاعات و داده‌ها (الزام‌های اطلاعاتی) تولید و ارائه می‌شوند. به‌منظور تأمین اطلاعات لازم برای نیازهای داده‌ای، مجموعه‌ای از فعالیت‌ها در داخل و خارج از بنگاه صورت می‌گیرند. رویکرد SCM به براورد هزینه‌ی تکمیل و انجام همه‌ی این فعالیت‌ها می‌پردازد.

برای روشن شدن مفاهیمی چون الزام اطلاعاتی و نیاز داده‌ای مثال زیر آورده می‌شود.

فرایند تهیه و تولید حساب‌های سالیانه را در نظر بگیرید. برای ارائه‌ی این‌گونه از حساب‌ها تشکیل ترازنامه‌ی مالیاتی امری ضروری است. بنا بر این با توجه به تعریف‌های بیان‌شده، تولید حساب‌های سالیانه یک الزام اطلاعاتی است که دستیابی به آن نیازمند تهیه‌ی ترازنامه‌ی مالیاتی به‌عنوان یک نیاز داده‌ای است. در این فرایند فعالیت‌های مختلفی چون گرداوری و ثبت اطلاعات، ورود اطلاعات به صورت‌ها و چک‌کردن مناسب بودن آن‌ها همگی فعالیت‌های اجرایی مورد نیاز برای تأمین نیاز داده‌ای تهیه‌ی ترازنامه‌ی مالیاتی هستند. شکل ۹-۱ فرایند شکل‌گیری هزینه‌های اجرایی در بنگاه‌های اقتصادی را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱. انواع هزینه‌های اجرایی

اندازه‌ی به‌دست آمده در روش هزینه‌ی استاندارد بیش‌تر از آن‌که به لحاظ آماری بیان‌گر میزان هزینه‌ی اجرای یک قانون باشد، تنها دلالت بر بخش کوچکی از پاسخ‌گویان مورد بررسی دارد. در این روش به دلیل محدودیت‌های مالی و بالابودن هزینه‌ی نمونه‌گیری، انتخاب نمونه با استفاده از روش‌های علمی آماری انجام نمی‌شود. بنا بر این حاصل اندازه‌گیری قابلیت تعمیم به کل جامعه را ندارد.

در صورت استفاده از مدل هزینه‌ای استاندارد، برای اندازه‌گیری هزینه‌های بار اجرایی، آگاهی از فعالیت‌های مورد نیاز برای براوردن هر یک از تعهدهای اطلاعاتی شرکت‌ها نسبت به سازمان‌های آمارگیری ضروری است. با توجه به این‌که بار اجرایی یک قانون، به‌صورت حاصل‌جمع هزینه‌های صرف‌شده برای پاسخ‌گویی به هر یک از نیازهای داده‌ای تعریف می‌شود؛ بنا بر این برای اندازه‌گیری بار هر قانون، ناچار به تفکیک فعالیت‌های اجرایی مورد نیاز برای دستیابی به هر اطلاع هستیم. تحقق هر قانون، یک الزام اطلاعاتی به‌همراه دارد که این الزام K نیاز داده‌ای را سبب می‌شود. برای پاسخ‌گویی به نیاز داده‌ای kام، چندین قلم اطلاعاتی مورد نیاز است. گرداوری هر یک از این قلم‌های اطلاعاتی مستلزم اجرای مجموعه‌ای از فعالیت‌های اجرایی است که هر کدام هزینه‌ای را به بنگاه تحمیل می‌کنند.

هزینه‌ی هر الزام اطلاعاتی برابر با جمع هزینه‌های همه‌ی فعالیت‌های اجرایی مرتبط تا دستیابی به آن اطلاع خاص است. این فعالیت‌ها انواع گوناگونی چون کارهایی که توسط بنگاه‌ها یا مشاوران برای دسترسی به هر اطلاع صورت می‌گیرند را شامل می‌شوند.

بنا بر مطلب‌های بیان‌شده، بار اجرایی کل در مدل هزینه‌ای استاندارد به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{بار اجرایی کل } (C) = \sum_{k=1}^{K} C_k$$

$$\text{بار کل اجرای نیاز داده‌ای } k\text{ام } (C_k) = \sum_{i=1}^{n_k} C_{ki.} \ , k = 1, \dots, K \ ,$$

و

$$C_{ki.} = \sum_{j=1}^{m_{ki}} C_{kij} \ , i = 1, \dots, n_k$$

که در آن $C_{ki.}$ هزینه‌ی پرداخت‌شده برای دستیابی به قلم اطلاعاتی iام مورد نیاز برای نیاز داده‌ای kام و n_k تعداد قلم‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای پاسخ‌گویی به نیاز داده‌ای kام است. همچنین m_{ki} تعداد فعالیت‌های اجرایی لازم برای دستیابی به قلم اطلاعاتی iام از نیاز داده‌ای kام و C_{kij} هزینه‌ی کل فعالیت اجرایی jام برای دسترسی به قلم اطلاعاتی iام مورد نیاز برای نیاز داده‌ای kام است. در این صورت C_{kij} از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$C_{kij} = \text{قیمت} \times \text{کمیت}, k = ۱, \dots, K, i = ۱, \dots, n_k,\ j = ۱, \dots, m_{ki}$$

$$\text{قیمت} = \text{قیمت تعرفه‌ی گمرکی} \times \text{زمان} \quad \text{و} \quad \text{کمیت} = \text{تعداد بنگاه‌ها} \times \text{بسامد}$$

هر فعالیت اجرایی تابعی از هزینه‌های داخلی و خارجی بنگاه است که در تعداد دفعاتی که هر بنگاه مجبور به اجرای آن فعالیت است و همچنین در تعداد کل بنگاه‌هایی که باید آن فعالیت خاص را انجام دهند؛ ضرب می‌شود. تعرفه‌ی گمرکی همان هزینه‌های ساعتی انجام هر فعالیت است و زمان صرف‌شده برای اجرای هر فعالیت خاص به‌عنوان «زمان» در نظر گرفته می‌شود. منظور از بسامد در محاسبه‌ی کمیت، تعداد دفعاتی است که یک فعالیت خاص در طول سال توسط یک بنگاه انجام می‌شود. به بیان دیگر این بسامد تعداد دفعاتی است که یک بنگاه در طول سال نیاز به براورد و ارائه‌ی یک رقم اطلاعاتی چون ارائه‌ی گردش معامله‌های ماهیانه، دارد. تعرفه‌ی گمرکی، هزینه‌های واگذاری برخی از فعالیت‌ها به سایر افراد و شرکت‌هایی که در زمینه‌های مرتبط خدمت ارائه می‌دهند؛ است. هزینه‌های حسابداران، کارکنان رسمی، دفترهای خدماتی و اداره‌های اجرایی و سایر بخش‌هایی که بنگاه را در تحقق هدف‌های خود در زمینه‌ی اجرای شیوه‌نامه‌ها یاری می‌رسانند؛ از جمله مولفه‌های تشکیل‌دهنده‌ی تعرفه‌ی گمرکی هستند. برای آشنایی با چگونگی محاسبه‌ی این مولفه‌ها به مثال‌های زیر توجه کنید.

برای مثال سرمایه‌گذاری را در نظر بگیرید که نیاز به دانستن مقدار تولید سالیانه‌ی بنگاه خود دارد. وی برای دستیابی به این رقم، از حسابداری که به ازای هر ساعت کار ۲۰.۰۰۰ تومان دریافت می‌کند؛ کمک می‌گیرد. با فرض این‌که محاسبه‌ی این مقدار در حدود ۳۰ ساعت زمان نیاز داشته باشد و فراهم آوردن قلم‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای محاسبه‌ی میزان تولید سالیانه ۲ ساعت زمان از کارشناس داخل بنگاه بگیرد که به ازای هر ساعت هم ۷.۰۰۰ تومان هزینه به سرمایه‌گذار تحمیل کند، به این ترتیب مولفه‌ی قیمت به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{قیمت کل} = \text{قیمت داخلی} + \text{قیمت خارجی}$$

$$= (۲۰۰۰۰ \times ۳۰) + (۷۰۰۰ \times ۲) = ۶۱۴۰۰۰ \text{ تومان}$$

مولفه‌ی دیگر در محاسبه‌ی هزینه، کمیت است که به‌صورت ترکیبی از تعداد بنگاه‌هایی که تحت تأثیر یک تصویب‌نامه‌ی دولتی هستند و تعداد دفعاتی که آن فعالیت باید در طول سال اجرا شود؛ تعریف می‌شود. ادامه‌ی مثال بالا را در نظر بگیرید. ارائه‌ی مقدار کل سالیانه برای همه‌ی بنگاه‌هایی که گروه هدف یک مصوبه را تشکیل می‌دهند، لازم است. چنان‌چه ۱۰۰.۰۰۰ بنگاه وجود داشته باشند که هر یک در طول سال تنها یک مرتبه مجبور به ارائه‌ی این رقم باشند، در این صورت مولفه‌ی کمیت برابر خواهد بود با:

$$\text{کمیت} = (\text{تعداد بنگاه‌ها}) ۱ \times (\text{بسامد}) = ۱۰۰.۰۰۰$$

بنا بر این هزینه‌ی کل ارائه‌ی مقدار تولید سالیانه‌ی یک بنگاه به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$C_{..} = \text{قیمت} \times \text{کمیت} = ۶۱۴۰۰۰ \times ۱۰۰.۰۰۰ = ۶۱.۴۰۰.۰۰۰.۰۰۰ \text{ تومان}$$

روش معمول گرداوری داده‌های مورد نیاز برای استفاده از این رویکرد، مصاحبه با تعداد محدودی از بنگاه‌هایی است که گروه هدف آن مصوبه را تشکیل می‌دهند. به این ترتیب امکان شناسایی فعالیت‌هایی که هر بنگاه انجام می‌دهد و همچنین زمانی که صرف اجرای هر فعالیت می‌شود؛ مهیا می‌گردد. بنا بر این هر یک از نیازهای داده‌ای تشکیل‌دهنده‌ی الزام‌های اطلاعاتی، ارزیابی می‌شوند. در برخی موردها بنگاه‌ها قادر به بیان زمانی که صرف انجام هر فعالیت کرده‌اند، نیستند. در چنین شرایطی پرسش‌هایی درباره‌ی زمان سپری‌شده و چگونگی تقسیم آن میان فعالیت‌های گوناگون انجام‌شده مطرح می‌شوند. مزیت دیگر مصاحبه‌ها، اعتبارسنجی اطلاعات حاصل درباره‌ی زمان، دستمزدها و دیگر اطلاعات ارائه‌شده توسط بنگاه‌ها است. روش‌های گوناگونی برای مصاحبه با بنگاه‌ها وجود دارند.

- مصاحبه‌ی شخصی با بنگاه‌هایی که تحت تأثیر یک مصوبه قرار می‌گیرند، مناسب‌ترین روش است که در حدود ۱ تا ۲ ساعت به طول می‌انجامد و با توجه به حوزه‌ی فعالیت بنگاه‌ها می‌توان از ۱ تا ۲ پرسش‌گر استفاده کرد.
- گفت و گو با گروه متمرکز در مواردی که اطلاعات خواسته‌شده در مصوبه‌ی مورد نظر طی فرایند پیچیده‌ای به دست می‌آیند؛ کمک موثری در تحلیل صحیح الزام‌های اطلاعاتی پیچیده که فعالیت‌های اجرایی بسیاری را سبب می‌شوند؛ است.

اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان علاوه بر محاسبه‌ی بار اجرایی به‌شیوه‌ی بیان‌شده در بالا، اقدام به اجرای آزمایشی رویکرد SCM کمیتی کرده است (ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۸). روشی که تا کنون بیان شد با نام روش SCM کیفیتی شناخته می‌شود.

۹-۵-۲ مدل هزینه‌ای استاندارد کمیتی

همان‌گونه که پیش از این هم بیان شد، مدل هزینه‌ای استاندارد بر مبنای اندازه‌گیری هزینه‌های بنگاه‌ها پایه‌ریزی شده و با استفاده از زمان صرف‌شده برای دستیابی به اطلاعات و هزینه‌هایی که بنگاه‌های پاسخگو برای شرکت در آماگیری‌ها متحمل می‌شوند به برآورد بار و هزینه‌ی پاسخگویی می‌پردازد. قابلیت گسترش نتیجه‌ی به‌دست آمده، تفاوت در روش گرداوری داده‌ها (استفاده از پرسش‌نامه‌های کاغذی خوداجرا در مقابل مصاحبه‌های رو در رو با گروه محدودی از پاسخگویان)، پیروی از روش‌های علمی آماری برای محاسبه‌ی اندازه‌ی نمونه‌ای و استفاده از شیوه‌ی مناسب برای انتخاب نمونه از جمله ویژگی‌هایی هستند که اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان از معرفی مدل هزینه‌ای استاندارد کمیتی دنبال می‌کند.

مهم‌ترین هدفی که از کنار هم آوردن روش جاری اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان برای اندازه‌گیری بار پاسخگویی با مدل هزینه‌ای استاندارد کمیتی دنبال می‌شود؛ هماهنگی بیش‌تر داده‌های حاصل با نیازهای مدل SCM و اعتبار بیش‌تر پرسش‌نامه‌ی فرستاده‌شده برای پاسخگویان به آمارگیری است که توسط مرکز روش‌شناسی گرداوری داده‌ها از بنگاه‌ها[۲] (DCMCE) طراحی می‌شود.

---

[۲] Data collection methodology centre of enterprises

روش مورد استفاده برای دستیابی به مقدار پایه‌ی هزینه در رویکرد SCM استفاده از مصاحبه‌ی رو در رو با گروه کوچکی از پاسخ‌گویان است. با توجه به محدودیت‌های مالی، اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان از پرسش‌نامه‌های خوداجرا برای گرداوری اطلاعات مورد نیاز استفاده می‌کند. بنا بر این انتخاب گوناگونی و ترتیب پرسش‌ها به‌عهده‌ی DCMCE است. در حالی‌که در رویکرد SCM کیفیتی، محاسبه‌ی مقدار پایه‌ی هزینه توسط شرکت[۳] PwC با استفاده از روشی مرکب از مصاحبه با تعدادی در حدود ۲ یا ۳ بنگاه و مشاوره با کارشناسان برای بهبود براوردها صورت می‌گیرد. در رویکرد کمیتی جدید به دلیل داشتن اندازه‌ی نمونه‌ای مناسب که به‌خوبی نماینده‌ی جامعه‌ی بنگاه‌های شرکت‌کننده در آمارگیری است؛ این کار انجام نمی‌شود.

مشکل اساسی روش SCM کیفیتی، کوچک‌بودن اندازه‌ی نمونه‌ای آن است که در برخی موردها تنها مصاحبه با یک یا دو بنگاه شرکت‌کننده در آمارگیری را شامل می‌شود. از سوی دیگر اندازه‌ی نمونه‌ای مورد بررسی در آمارگیری‌های مروری هم بسیار بیش‌تر از مقدار مورد نیاز هستند. بنا بر این به پیش‌نهاد کارشناسان مرکز طراحی نمونه و براورد از بنگاه‌ها[۴] (SD&ECE) تصمیم گرفته شد نوع کوتاه‌شده‌ی پرسش‌نامه‌ها که پرسش درباره‌ی زمان تکمیل آمارگیری و طبقه‌بندی بر اساس تعداد کارکنان را شامل می‌شود برای ۲۰ درصد از بنگاه‌ها و برای دیگر بنگاه‌ها پرسش‌نامه‌ای شامل پرسش‌های جزئی درباره‌ی هزینه‌های بنگاه و مشکل‌های اجرایی پیش‌روی این بنگاه‌ها هنگام تکمیل پرسش‌نامه‌ی آمارگیری اصلی فرستاده شوند.

روش‌شناسی جدید به‌کار گرفته‌شده توسط SD&ECE اندازه‌ی نمونه‌ای بهینه برای براورد پارامتر میانگین وزن‌داده‌شده‌ی هزینه‌ی بار پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه را از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌کند.

$$n = \frac{۱}{r \times \left[\frac{۱}{N}\left(\frac{CV}{R}\right)^{۲}\right]}$$

که در آن n، اندازه‌ی نمونه‌ای مورد نظر، N اندازه‌ی نمونه‌ای آمارگیری اصلی، CV ضریب تغییرات میانگین هزینه‌ی براوردشده‌ی پاسخ به آمارگیری است که به‌طور معمول مقدار ۱۰ درصد برای آن منطقی به‌نظر می‌رسد؛ r مقدار مورد انتظار نرخ پاسخ‌گویی به آمارگیری بازبینی (آمارگیری که با هدف اندازه‌گیری بار پاسخ‌گویی اجرا می‌شود)؛ و R حاصل تقسیم انحراف استاندارد هزینه‌ها بر میانگین آن است که از روی داده‌های خام محاسبه می‌شود. به‌عبارت دیگر $R = \frac{sd(Y)}{mean(Y)}$ ، که در آن Y هزینه‌ی پاسخ به آمارگیری برای بنگاه است. با توجه به تجربه‌های قبلی، نرخ پاسخ‌گویی به آمارگیری‌های اختیاری مقداری بین ۴۰ تا ۵۰ درصد در نظر گرفته می‌شود و مقدار مناسب برای R، صرف‌نظر از مقدارهای دورافتاده برابر با ۲ در نظر گرفته می‌شود.

در روش SCM کیفیتی، همه‌ی فعالیت‌هایی که برای دستیابی به اطلاعات خواسته‌شده انجام می‌شوند، شناسایی و بر حسب فرایند و محتوا دسته‌بندی می‌شوند. مولفه‌هایی چون هزینه‌های داخلی، خارجی و سوددهی، پارامترهای هزینه را تشکیل می‌دهند که برای هر داده‌ی خواسته‌شده

---

[۳] Pricewaterhouse Coopers (PwC)

[۴] Sample design and estimation centre of enterprises

جداگانه تحلیل می‌شوند و در نهایت اطلاع خواسته‌شده با استفاده از مصاحبه و بهره‌مندی از نظر کارشناسان گرداوری می‌شود.

در مقابل در رویکرد کمیتی معرفی‌شده، کل زمان لازم برای بازگشت پرسش‌نامه‌های تکمیل‌شده‌ی آمارگیری بدون در نظر گرفتن هیچ یک از جزئیات روش‌های قبلی و حتی با نادیده گرفتن فعالیت‌های اجرایی صورت‌گرفته، اندازه‌گیری می‌شود. عامل‌هایی چون گرداوری داده‌ها، فعالیت‌های فراتر از کارهای معمول واحدها و همچنین زمان تکمیل پرسش‌نامه‌ها هم در نظر گرفته می‌شوند. البته باید توجه داشت که برای مثال هزینه‌های مربوط به آموزش و راه‌اندازی نظام فناوری اطلاعات برای استخراج داده‌های مورد نیاز گرچه در راستای براوردن نیازهای اطلاعاتی انجام می‌شوند؛ نباید در محاسبه‌ی زمان و هزینه‌ی پاسخگویی دخالت داده شوند.

در گذشته پرسش‌نامه‌های آمارگیری‌های بازبینی جدا از آمارگیری اصلی و گاهی به فاصله‌ی چند هفته بعد از آن پخش می‌شدند. اما در روش جدید SCM کمیتی، پرسش‌نامه‌های مروری همراه با آمارگیری اصلی ارسال می‌شوند. این روش علاوه بر بالابردن نرخ پاسخگویی به هر دو آمارگیری (بازبینی و اصلی)، به سبب جلوگیری از فرایند فراموشی اطلاعات مربوط به آمارگیری اصلی منجر به افزایش کیفیت داده‌ها می‌شود.

ابزار گرداوری داده‌های مورد نیاز یک صفحه گسترده‌ی اکسل شامل رابطه‌های مورد نیاز برای محاسبه‌ها، نرخ‌های ساعتی مناسب از آمارگیری درامدهای سالیانه و دریافتی‌های ساعتی[۵] (ASHE) که توسط PwC برای محاسبه‌ی مقدار پایه‌ی هزینه استفاده می‌شود؛ است. این ابزار ساده محاسبه‌های ابتدایی و فعالیت‌های اجرایی انجام‌شده را هم نشان می‌دهد.

به پیش‌نهاد کارشناسان و مدیران آمارگیری، بخش‌هایی از پرسش‌نامه‌های پیشین که دسترسی به اطلاعات آن‌ها از طریق نظام اطلاعات مدیریتی اداره‌ی آمارهای ملی وجود داشت؛ حذف شدند. به این ترتیب پرسش‌نامه‌های جدید تنها ۱۰ پرسش را با استفاده از یک پرسش‌نامه بررسی می‌کنند. این پرسش‌نامه‌ها، محورهای اساسی زیر را دنبال می‌کنند.

- تفکیک بار پاسخگویی به گونه‌های فعالیت‌هایی که منجر به تحمیل بار می‌شوند؛
- ارائه‌ی ارزیابی مشخص از هزینه‌های خارجی بنگاه‌ها و تعدیل هزینه‌ی بار پاسخگویی با کسر هزینه‌های جاری بنگاه‌ها.

همچنین پرسش‌نامه‌های نهایی درباره‌ی جنبه‌های بار پاسخگویی هم اطلاعاتی به‌دست می‌دهند. در ادامه نمونه‌ای از پرسش‌های مورد استفاده آمده است.

هنگام پاسخگویی به پرسش‌نامه‌ی ..... با چه مشکل‌هایی روبرو شدید؟

[۵] Annual salaries and hourly earnings survey

	بلی	نه
• گرداوری اطلاعات از منبع‌های گوناگون	☐	☐
• استفاده از کمک دیگران برای پاسخ به برخی از پرسش‌ها	☐	☐
• انتظار برای اطلاعاتی که در زمان خواسته‌شده در دسترس نبودند	☐	☐
• نبود هماهنگی میان اطلاعات موجود با اطلاعات مورد نیاز	☐	☐
• واژه‌ها و اصطلاح‌های نامفهوم	☐	☐
• سایر؛ نام ببرید		

پرسش مربوط به زمان تکمیل آمارگیری

مدت زمان لازم برای تکمیل پرسش‌نامه‌ی ..... چقدر بوده است؟
موردهای زیر را هنگام محاسبه‌ی زمان در نظر بگیرید.

- زمان صرف‌شده برای آشنایی با پرسش‌نامه
- مدت زمان صرف‌شده توسط همه‌ی افرادی که در تکمیل آمارگیری همکاری کردند
- زمان لازم برای استخراج و آماده‌سازی اطلاعات از درون نظام‌های اطلاعاتی بنگاه
- هر زمان دیگری که برای تکمیل پرسش‌نامه‌ی آمارگیری صرف شده است

ساعت ..... دقیقه .....

روش‌شناسی براورد بر اساس مدل SCM کمیتی

روش پیش‌نهادی اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان برای براورد هزینه‌ی کل آمارگیری و محاسبه‌ی میانگین موزون هزینه‌ی هر پرسش‌نامه، استفاده از وزن‌های طرحی در نمونه‌گیری طبقه‌بندی است که به‌صورت زیر انجام می‌شود.

در این روش افزایش ۳۰ درصدی هزینه‌های بالاسری به‌طور مستقیم در هزینه‌های داخلی بنگاه‌ها در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این نرخ بازتماس با بنگاه‌ها و بسامد اجرای آمارگیری‌ها هم در محاسبه دخالت داده می‌شوند. بسامد اجرای آمارگیری‌ها هم به‌صورت یک عامل ضربی با مقدارهای ۱۲، ۴ و ۱ به ترتیب برای آمارگیری‌های ماهانه، فصلی و سالیانه در نظر گرفته می‌شود. در این صورت هزینه‌ها به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

هزینه‌ی کل آمارگیری = جمع میانگین موزون هزینه‌ی هر پرسش‌نامه × بسامد آمارگیری × نرخ بازتماس با بنگاه

$$\text{میانگین هزینه‌ی هر پرسش‌نامه} = \frac{\text{جمع موزون هزینه‌ی هر پرسش‌نامه}}{\text{اندازه‌ی نمونه‌ای آمارگیری}} \times \text{نرخ بازتماس با بنگاه}$$

بنا بر این هزینه‌ی بار پاسخ‌گو به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

هزینه‌ی بار پاسخ‌گو = (نرخ بازتماس با بنگاه + میانگین موزون هزینه‌ی هر پرسش‌نامه) × تعداد پرسش‌نامه‌های یک آمارگیری × بسامد آمارگیری

که در آن هزینه‌ی هر پرسش‌نامه برابر است با جمع هزینه‌های داخلی، هزینه‌های بالاسری و هزینه‌های خارجی که با کسر هزینه‌های جاری بنگاه از آن، تعدیل می‌شود و در ابزار گرداوری داده‌ها توسط بنگاه‌های پاسخ‌گو محاسبه می‌شود.

وزن طرح برای یک نمونه‌گیری بازبینی

وزن طرحی بیان می‌کند هر واحدی که در آمارگیری بازبینی شرکت کرده، نماینده‌ی چه تعداد از واحدهای آمارگیری اصلی است و با استفاده از رابطه‌ای که در ادامه می‌آید؛ محاسبه می‌شود.

$$W_{h,i} = \frac{N_h}{n_{res.,h}}$$

که در آن h نشان‌گر طبقه و i بیان‌گر هر واحد از آن طبقه است؛ N_h تعداد واحدهایی از آمارگیری اصلی است که در طبقه‌ی hام آمارگیری بازبینی قرار گرفته‌اند و $n_{res.,h}$ تعداد واحدهای پاسخ‌گو به آمارگیری بازبینی در طبقه‌ی hام هستند. وزن طرحی برای بنگاه iام از طبقه‌ی hام آمارگیری بازبینی با $W_{h,i}$ نمایش داده می‌شود.

بنا بر این میانگین موزون بار پاسخ برای هر پرسش‌نامه با در نظر گرفتن وزن طرحی به‌صورت رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$\bar{y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_{res.,h}} W_{h,i}\, y_{h,i}}{\sum_{i=1}^{n_{res.,h}} W_{h,i}}$$

که در آن $y_{h,i}$ هزینه‌ی پاسخ‌گویی برای بنگاه iام از طبقه‌ی hام آمارگیری بازبینی است. این مقدار بیان‌گر میانگین هزینه‌های پاسخ‌گویی تحمیلی بر هر بنگاه شرکت‌کننده در آمارگیری بازبینی است.

۹-۵-۳ آمارگیری بار پاسخ‌گویی تحمیلی (PRB)

آمارگیری بار پاسخ‌گویی تحمیلی حاصل پروژه‌ای مشترک میان کشورهای سوئد، نروژ و انگلستان است که به‌عنوان روشی برای اندازه‌گیری زمان تکمیل پرسش‌نامه، کنترل بار پاسخ‌گویی در طی زمان، ارزیابی تغییراتی که روی پرسش‌ها و ساختار پرسش‌نامه ایجاد می‌شوند و همچنین پی‌گیری تغییراتی که برای بهبود روش گرداوری داده‌ها برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند؛ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بار پاسخ‌گویی به‌عنوان یکی از مولفه‌های کیفیت داده‌ها در نظر گرفته می‌شود. هنگامی‌که فرایند پاسخ‌گویی دشوار باشد، پاسخ‌گو علاقه‌ای برای تلاش به‌منظور دستیابی به پاسخ دقیق ندارد. به‌عبارت دیگر بار پاسخ‌گویی بالا از یک سو به معنی دشواری فرایند پاسخ‌گویی و از سوی دیگر بیان‌گر ناتوانی پاسخ‌گو در ارائه‌ی پاسخ دقیق است. ابتدایی‌ترین معیار اندازه‌گیری بار پاسخ‌گویی «متوسط زمان سپری‌شده برای تکمیل پرسش‌نامه» است. گرچه پرسش‌نامه‌ای که

زمان بیش‌تری برای تکمیل نیاز دارد، آزاردهنده‌تر به‌نظر می‌رسد، اما برداشت شرکت‌کنندگان در آمارگیری از میزان زمان و تلاشی که صرف تکمیل آمارگیری می‌شود اهمیت بیش‌تری از مفهوم زمان به تنهایی دارد.

هنگامی‌که یک پرسش‌نامه، بار پاسخگویی بالایی را تحمیل می‌کند، تغییر و بهبود ابزار و روش گرداوری داده‌ها رویکرد مناسبی برای کاهش بار پاسخگویی است. برای نیل به این هدف با استفاده از پرسش‌های موجود در آمارگیری PRB بخش‌های مشکل‌آفرین شناسایی شده و اقدام لازم برای رفع مشکل انجام می‌شود.

همان‌گونه که بیان شد اجرای آمارگیری PRB روشی مناسب برای ارزیابی بار پاسخگویی و شناسایی عامل‌های موثر بر آن است. این روش بر ابزارهای اندازه‌گیری و چگونگی تأثیر آن‌ها بر بار پاسخگویی تحمیلی و کیفیت پاسخ‌ها استوار است.

به‌منظور آشنایی بیش‌تر با این نوع آمارگیری در این بخش به بررسی جزئیات مربوط به طراحی پرسش‌نامه، روش اجرا و تحلیل داده‌ها می‌پردازیم. آگاهی از دلیل طراحی پرسش‌ها امکان تعدیل آن‌ها متناسب با آمارگیری که هدف ارزیابی بار تحمیلی از آن است را فراهم می‌آورد.

برای شناسایی مشکل‌های ناشی از مستندسازی و ثبتی‌سازی که سبب زمان‌بر شدن فرایند گرداوری اطلاعات ضروری پرسش‌نامه‌ها می‌شود، در مجموعه‌ی پرسش‌های PRB سه گزینه‌ی پاسخ به‌صورت زیر می‌آید که پاسخگو می‌تواند با توجه به تجربه‌ی خود یک یا چند گزینه را انتخاب کند.

- نیاز به گرداوری اطلاعات از منبع‌های مختلف،
- نیاز به استفاده از کمک دیگری برای پاسخگویی به برخی از پرسش‌ها (این افراد می‌توانند داخل یا خارج از بنگاه مربوط باشند.)، و
- نیاز به صرف زمان برای دستیابی به اطلاعاتی که در زمان‌های گوناگون قابل دسترس هستند (گاهی مواردی پیش می‌آید که همه‌ی اطلاعات خواسته‌شده در زمان آمارگیری در دسترس نیستند. مانند نرخی که به‌طور معمول در انتهای هر سال مالیاتی محاسبه می‌شود ولی آمارگیری در ابتدای آن سال اجرا شده است.)

در یک تحلیل بار پاسخگویی تحمیلی که در آمارگیری سالیانه از ۶ بنگاه اقتصادی نروژ صورت گرفته است، تفاوت معنی‌داری در میزان بار پاسخگویی دریافت‌شده در میان بنگاه‌هایی که حداقل یکی از گزینه‌ها را انتخاب کرده و آن‌هایی که هیچ کدام را علامت نزده بودند، وجود داشت (هارالدسن و جونز، ۲۰۰۷).

پاسخ این پرسش‌ها برای تشخیص بنگاه‌هایی که با مشکل مستندسازی روبرو شده و آن‌هایی که با این مشکل روبرو نشده‌اند، به‌کار برده می‌شود. اگر تنها بنگاه‌هایی که گرداوری اولیه اطلاعات را زمان‌بر می‌یابند به این پرسش پاسخ دهند، نمی‌توان نتیجه گرفت که دیگر پاسخگویان که فرایند بازیابی اطلاعات در نظر آن‌ها زمان‌بر نبوده مشکلی با نظام اطلاعاتی درون بنگاه نداشته‌اند. این امر تشخیص میان بار پاسخگویی ناشی از ویژگی مستندسازی ضعیف و ناهماهنگ با اطلاعات خواسته‌شده در آمارگیری و زمان‌بربودن فرایند تکمیل پرسش‌نامه‌ی ناشی از سایر عامل‌ها را مشکل می‌سازد. بنا بر این پیش‌نهاد می‌شود برای رفع این مشکل امکان پاسخگویی به

پرسشی از این نوع توسط همه‌ی پاسخ‌گویان بـه آمـارگیری مهیـا باشـد. پرسـش زیـر امکـان ایـن ارزیابی را فراهم می‌آورد.

بازیابی یا گرداوری اطلاعات خواسته‌شده در این پرسش‌نامه از میان مستندهای اجرایی بنگاه چگونه بود؟
☐ خیلی آسان ☐ آسان ☐ نه آسان نه سخت ☐ سخت ☐ خیلی سخت

نوع دیگری از پرسش که توسط اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان آزمون شده است، به‌صورت زیر می‌باشد (هدلین و همکاران، ۲۰۰۵).

اطلاعات از نظام و رکوردهای اقتصادی به سادگی در دسترس بود.
☐ کاملاً موافق ☐ موافق ☐ نه موافق و نه مخالف ☐ مخالف ☐ کاملاً مخالف

چگونگی برنامه‌ریزی فرایند گرداوری اطلاعات و تکمیل پرسش‌نامه، دیگر ویژگی موثر بر بـار پاسخ‌گویی است. پرسش‌های اضافی آمارگیری PRB برای اندازه‌گیری این مورد به‌صورت زیر هستند.

<u>پرسش ساده</u>
چند نفر برای تکمیل این پرسش‌نامه شما را یاری کردند؟ (لطفاً خودتان را هم حساب کنید.)
تعداد افراد درگیر در تکمیل پرسش‌نامه ☐

<u>پرسش متمایز کننده</u>
هنگام پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه کدام یک از کارهای زیر را انجـام دادیـد؟ (امکـان انتخـاب بیش‌تـر از یک پاسخ وجود دارد.)

تقسیم کارها میان افرادی که در امر پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه سهم داشتند ☐
گرداوری اطلاعات ضروری مورد نیاز برای پاسخ‌گویی به پرسش‌ها ☐
انتقال یافته‌ها به پرسش‌نامه ☐
خودم به پرسش‌ها پاسخ ندادم، اما پاسخ‌ها را در پرسش‌نامه وارد کردم ☐
مسئولیت دریافت پرسش‌نامه و بازگرداندن پرسش‌نامه را به عهده داشتم ☐

۹-۵-۳-۱ اندازه‌ی بنگاه

علاوه بر فرایندهای کاری و تصمیم‌هایی که شـرایط را بـرای پاسـخ‌گویان ایجـاد می‌کننـد، دلایلـی وجود دارند که ارتباط میان اندازه‌ی بنگاه با بار پاسخ‌گویی تحمیلی را تقویـت می‌کننـد. بنگاه‌هـای کوچک و متوسط اطلاعات زیادی برای گزارش دادن ندارند در حالی‌که بنگاه‌های بزرگ به‌طور معمول نظام‌های اطلاعاتی بـزرگ و پاسـخ‌گویان حرفـه‌ای و باتجربـه دارنـد. بنـا بـر ایـن انتظـار می‌رود بار پاسخ‌گویی تحمیلی بر بنگاه‌ها با اندازه‌ی کوچک و متوسط بیش‌تـرین مقـدار باشـد. در صورت امکان، آگاهی از اندازه‌ی بنگاه که به‌عنوان واحد نمونه‌گیری انتخاب شده اسـت می‌توانـد در تحلیل‌های PRB مورد استفاده قرار بگیرد. به این ترتیب که بـا اسـتخراج نتیجـه‌ی تحلیـل بـه تفکیک اندازه‌ی بنگاه‌ها، امکان مقایسه میان آن‌ها ایجاد می‌شود.

۲-۳-۵-۹ ویژگی‌های شخصی پاسخگو

مدل بار پاسخگویی تحمیل شده بین سه گروه از ویژگی‌های شخصی که ممکن است روی بار پاسخگویی تحمیلی موثر باشند، تفاوت قائل می‌شود.

- توانایی‌های فردی،
- انگیزه، و
- کارایی و مهارت پاسخگو.

در نسخه‌ی قبلی این مدل به جای واژه‌ی توانایی از واژه‌ی در دسترس بودن استفاده می‌شد (جونز و همکاران، ۲۰۰۴). زمان و تلاشی که پاسخگو می‌تواند برای انجام کار صرف کند مسئله‌ای است که نخست باید مورد توجه قرار بگیرد. پرسشی که در ادامه آمده است برای اندازه‌گیری میزان سختی یا سادگی صرف زمان برای شرکت در آمارگیری و تکمیل پرسش‌نامه استفاده می‌شود.

یافتن زمان مناسب برای تکمیل پرسش‌نامه پیش از زمان معین‌شده چگونه بوده است؟

☐ خیلی آسان ☐ آسان ☐ نه آسان نه سخت ☐ سخت ☐ خیلی سخت

یافته‌های حاصل از آمارگیری سالیانه از ۶ بنگاه اقتصادی نروژ نشان می‌دهد که پاسخ به این پرسش بیش‌ترین اطلاع را روی بار پاسخگویی تحمیلی ارائه کرده است. اثر این متغیر قوی‌تر از اثر زمان تکمیل پرسش‌نامه بوده و حتی یک همبستگی میان این دو متغیر وجود داشته است. البته مقدار این معیار کم‌تر از حد انتظار و برابر با ۰/۳۶ بوده است. بنا بر این توانایی اختصاص زمان مناسب برای تکمیل یک آمارگیری یک متغیر کلیدی در هر تحلیل PRB به نظر می‌رسد. البته با استفاده از مجموعه‌ی پرسش‌های فعلی نمی‌توان فهمید که آیا این امر مسئله‌ای شخصی بوده است و یا بخشی از محدودیت‌های اعمال‌شده از سوی مدیریت بنگاه. این امر می‌تواند ترکیبی از اولویت‌های مدیریتی و شخصی باشد. پرسش مناسب در این باره به‌صورت زیر است.

تا چه اندازه فکر می‌کنید تخصیص این زمان در نتیجه‌ی پاسخگویی موثر بوده است؟

	زیاد	کم
۱- اولویت‌های اعمال شده از سوی مدیریت	☐	☐
۲- اولویت‌های شخصی	☐	☐
۳- علت‌های دیگر	☐	☐

لطفاً نام ببرید. [ ]

ارزیابی کیفی بار پاسخگویی به عامل‌هایی چون انگیزه‌ی پاسخگو برای شرکت در آمارگیری، روش گردآوری داده‌ها، موضوع آمارگیری و بسیاری دیگر از ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخگو وابسته است. این جنبه از بار پاسخگویی در آمارگیری PRB با طرح پرسش‌های چندگزینه‌ای که به‌طور معمول در مقیاس لیکرت طبقه‌بندی می‌شوند، اندازه‌گیری می‌شود. گرچه انگیزه به‌طور مستقیم عامل تحمیل‌کننده‌ی بار پاسخگویی نیست اما در نظر گرفتن آن برای کنترل آمارگیری‌ها به‌عنوان یک اطلاع اضافی پیش‌نهاد مناسبی است.

عامل انگیزه نقش مهمی در دریافت بار و همچنین کیفیت داده‌ها و دقت پاسخگویی ایفا می‌کند. اندازه‌گیری این معیار با طرح پرسش‌هایی پیرامون فایده‌ی یافته‌های آمارگیری‌ها برای بنگاه (واحد شرکت‌کننده در آمارگیری) و جامعه صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر اندازه‌گیری این عامل با محاسبه‌ی میزان فایده و استفاده‌ی جمعی و شخصی یافته‌های آمارگیری‌ها حاصل می‌شود. نمونه‌ای از این نوع پرسش‌ها به‌صورت زیر است.

به نظر شما یافته‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ی ..... تا چه اندازه برای خودتان مفید خواهد بود؟

☐ بسیار مفید ☐ نسبتاً مفید ☐ نسبتاً بی‌فایده ☐ بسیار بی‌فایده ☐ نظری ندارم

به نظر شما یافته‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ی ..... تا چه اندازه برای جامعه مفید خواهد بود؟

☐ بسیار مفید ☐ نسبتاً مفید ☐ نسبتاً بی‌فایده ☐ بسیار بی‌فایده ☐ نظری ندارم

مهارت پاسخگو از طریق پرسشی مشابه پرسش زیر پیرامون تجربه‌ی عملی پاسخگو اندازه‌گیری می‌شود.

آیا این نخستین باری است که این پرسش‌نامه را تکمیل می‌کنید؟

این نخستین باری است که در تکمیل پرسش‌نامه همکاری کردم ☐

پیش از این در تکمیل پرسش‌نامه‌ی مشابهی شرکت داشتم ☐

گرچه پرسش بالا در نگاه اول نماگری مبهم از تجربه‌ی عملی فرد پاسخگو ارائه می‌دهد، اما تحلیل‌ها نشان داده‌اند که تجربه‌ی قبلی اندازه‌گیری شده توسط این پرسش اثر معنی‌داری روی بار پاسخگویی تحمیل شده دارد (هارالدسن و جونز، ۲۰۰۷). به هر حال پیش‌نهاد ما برای کارهای آینده پرسش درباره‌ی تجربه‌های رسمی فرد است. برای مثال:

فکر می‌کنید مهارت شما برای پاسخگویی به پرسش‌های این آمارگیری درباره‌ی این بنگاه چه‌قدر است؟

☐ خیلی زیاد ☐ نسبتاً زیاد ☐ نسبتاً کم ☐ خیلی کم ☐ نظری ندارم

یک عامل مهم در جذب همکاری افراد برای شرکت در آمارگیری‌ها انگیزه‌ی درونی آن‌ها برای کمک به دیگران در هنگام نیاز و یا درخواست یاری از سوی آن‌ها است. چیالدینی (۱۹۹۰) اعتقاد دارد گاهی اوقات حتی یک درخواست ساده برای شرکت در آمارگیری ممکن است در نتیجه‌ی پاسخ به هنجار کمک به دیگران موفقیت‌آمیز واقع شود. به این منظور استفاده از یک بروشور با موضوع بار پاسخگویی همراه با پرسش‌های آمارگیری برای بالابردن انگیزه‌ی افراد نسبت به همکاری در پاسخگویی پیش‌نهاد می‌شود.

۹-۵-۳-۳ شناسایی عامل‌های موثر بر مشکل‌شدن فرایند پاسخگویی

مجموعه‌ی پرسش‌های PRB، تنها از افرادی که بار پاسخگویی خیلی‌زیاد و نسبتاً زیاد را حس می‌کنند خواسته می‌شود تا مسائلی را که در حین پاسخگویی با آن‌ها روبرو شده‌اند، بیان کنند. اگر

افرادی که پرسش‌نامه‌ها را آزاردهنده نمی‌یابند در نظر نگیریم مثل این است که فرض کنیم هنگام پاسخ‌گویی با هیچ مسئله‌ای روبرو نشده‌اند. حتی اگر پاسخ‌گویان فرایند تکمیل پرسش‌نامه را آزاردهنده نیابند، به هر حال ممکن است مسائلی را متوجه شده باشند. بنا بر این ارزیابی آن‌ها از منبع‌های مختلف خطا مهم و ضروری است. یک راه برای دستیابی به این منظور، رو به رو کردن افرادی که تکمیل پرسش‌نامه برایشان ساده بوده با عبارت‌هایی است مانند آن‌چه در پرسش‌نامه‌ی اصلی توسط اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان آمده است (هدلین و همکاران، ۲۰۰۵).

البته عبارت‌های بیان‌شده در این فهرست با نظر افرادی که فرایند تکمیل پرسش‌نامه را تحمیل‌کننده‌ی بار می‌دانند لزوماً منطبق نیست. به هر حال ارزیابی این پرسش‌ها از سوی دفتر آمارهای ملی انگلستان، یکسان بودن نظر افرادی که تکمیل پرسش‌نامه برایشان ساده بوده با آنان که تکمیل پرسش‌نامه را تحمیل‌کننده‌ی بار دریافتند؛ بیان می‌کند. به عبارت دیگر اگر پرسش‌نامه در زمینه‌ی هر یک از عبارت‌های یادشده در بالا اشکالی داشته باشد، همه‌ی پاسخ‌گویان متوجه آن خواهند شد. نمونه‌ی پرسش به کار رفته برای سنجش این موضوع به‌صورت زیر است.

نظر خود را درباره‌ی عبارت‌های زیر بیان کنید؟	کاملاً مخالف	مخالف	نظری ندارم	موافق	کاملاً موافق
طول پرسش‌نامه مناسب بود	☐	☐	☐	☐	☐
پرسش‌نامه به‌طور واضح آراسته شده بود	☐	☐	☐	☐	☐
دستورالعمل‌ها زیاد بود	☐	☐	☐	☐	☐
دستورالعمل‌ها و نکته‌ها مفید بودند	☐	☐	☐	☐	☐
تعداد پرسش‌ها خیلی زیاد بود	☐	☐	☐	☐	☐
ترتیب پرسش‌ها منطقی بود	☐	☐	☐	☐	☐
واژه‌های فنی به‌کار رفته در پرسش‌نامه روشن نبودند	☐	☐	☐	☐	☐

۹-۵-۳-۴ اجرای آمارگیری PRB

مشابه هر آمارگیری دیگر، درباره‌ی آمارگیری PRB هم بحث پیرامون اجرای آن به‌صورت سرشماری یا نمونه‌گیری مطرح می‌شود. با توجه به ماهیت این نوع بررسی که هدف آن ارزیابی بار پاسخ‌گویی به یک آمارگیری دیگر است؛ این‌که پرسش‌نامه‌ی PRB به تمام یا تنها به بخش کوچکی از نمونه‌ی اولیه داده شود مسئله‌ای است که توجه آمارشناسان را به خود معطوف کرده است.

- **نمونه‌گیری**

این بخش یک دید کلی از نمونه‌گیری در آمارگیری PRB را فراهم می‌آورد. قبل از بحث پیرامون انتخاب میان نمونه‌گیری و سرشماری برای اجرای آمارگیری PRB، در مورد خود جامعه مطالبی بیان می‌شود.

● جامعه‌ی PRB

مجموعه‌ی همه‌ی بنگاه‌هایی که اندازه‌گیری بار پاسخگویی برای آن‌ها لازم است، جامعه‌ی PRB را تشکیل می‌دهند. این جامعه شامل تمام بنگاه‌های شرکت‌کننده در آمارگیری اصلی است. چرا که این بنگاه‌ها هستند که بار بر آن‌ها تحمیل می‌شود. این بنگاه‌ها را جمعیت خالص نیز می‌نامند. بنگاه‌هایی که در آمارگیری اصلی مشارکت نداشته و در نتیجه از سوی آن باری را متحمل نمی‌شوند، خارج از جامعه‌ی PRB هستند.

● جامعه‌ی کل بنگاه‌ها

جامعه‌ی کل بنگاه‌ها با هدف ارائه‌ی تحلیل، به‌صورت مجموعه‌ی همه‌ی بنگاه‌هایی که جامعه‌ی PRB را تشکیل می‌دهند، تعریف می‌شود. این جامعه شامل بنگاه‌هایی است که نمونه‌ی آمارگیری PRB از آن استخراج می‌شود. در صورتی‌که از جامعه‌ی PRB نمونه‌گیری صورت بگیرد پاسخگویی به پرسش‌هایی مانند «متوسط زمان صرف‌شده برای تکمیل پرسش‌نامه» و «درصدی از پاسخگویان که بار پاسخگویی بالایی را هنگام تکمیل پرسش‌نامه متحمل شدند» امکان‌پذیر است. حال اگر از جامعه‌ی کل بنگاه‌ها برای اجرای آمارگیری PRB نمونه انتخاب کنیم یافتن پاسخ پرسشی چون «متوسط زمان صرف‌شده توسط همه‌ی بنگاه‌ها برای تکمیل پرسش‌نامه‌ها» میسر می‌شود.

در صورتی که پرسش های PRB ضمیمه‌ای برای پرسش‌نامه‌ی آمارگیری اصلی باشند، جامعه‌ی PRB همان نمونه‌ی آمارگیری اصلی است. چنان‌چه این پرسش‌ها در پی پرسش‌نامه‌ی آمارگیری اصلی برای واحدهای نمونه‌ای ارسال شوند، جامعه‌ی PRB می‌تواند تمام یا قسمتی از نمونه‌ی آمارگیری اصلی باشند.

● نمونه‌گیری یا سرشماری

می‌توان پرسش‌های PRB را از همه‌ی پاسخگویان به پرسش‌نامه‌ی اصلی پرسید و یا تنها به بررسی نمونه‌ای از آن‌ها پرداخت. همان‌طور که پیش از این هم اشاره کردیم در صورتی‌که این پرسش‌ها از همه پرسیده شوند، بار کل پاسخگویی به پرسش‌های PRB اضافه خواهد شد اما این امر تأثیری بر آمارگیری اصلی نخواهد داشت. بنا بر این آن‌چه تفاوت می‌کند این است که با اجرای نمونه‌گیری به احتمال زیاد هزینه‌های اجرای آمارگیری PRB کم‌تر می‌شود. این امر در مورد پرسش‌نامه‌ها و آمارگیری‌های پستی سبب صرفه‌جویی در کاغذ، هزینه‌های پرینت و پست‌کردن (هزینه‌هایی که بر حسب وزن بسته‌ی پستی پرداخت می‌شوند) می‌شود. به‌ویژه اگر پاسخ‌ها به‌صورت دستی وارد شوند، زمان و هزینه‌ی این فرایند با اجرای نمونه‌گیری به جای سرشماری کاهش می‌یابد. البته کاهش هزینه‌های انتخاب نمونه در مورد آمارگیری‌های تلفنی بیش‌تر قابل توجه است.

از طرف دیگر، چنان‌چه از نمونه‌گیری استفاده شود، براوردها نسبت به زمانی‌که سرشماری انجام می‌گیرد پیچیده‌تر خواهند شد. هنگامی‌که پرسش‌های PRB از همه‌ی واحدهای جامعه‌ی PRB پرسیده شود در واقع یک سرشماری نسبت به دو جامعه‌ی PRB و جامعه‌ی کل بنگاه‌هایی که در نمونه‌ی اصلی هستند؛ صورت می‌گیرد چرا که در این صورت می‌توانیم بار پاسخگویی را برای بنگاه‌هایی که پرسش‌نامه‌ی اصلی را دریافت نمی‌کنند صفر در نظر بگیریم. لذا در این حالت خاص، بار پاسخگویی برای جامعه‌ی بنگاه‌ها را اندازه‌گیری می‌کنیم.

دیل و همکاران (۲۰۰۷) با در نظر گرفتن هزینه در مقابل بحث روش‌شناسانه‌ای که در بالا بیان شد، استفاده از نمونه‌گیری و سرشماری را بسته به مورد به‌صورتی که در ادامه می‌آید پیش‌نهاد می‌دهند. هنگامی‌که پرسش‌های PRB به یک آمارگیری خوداجرا افزوده می‌شوند، به‌ویژه وقتی با آمارگیری‌های وبی و یا دیگر آمارگیری‌های الکترونیکی که در آن‌ها هزینه‌ی پرسیدن پرسش‌های اضافی کم است روبرو هستیم، سرشماری توصیه می‌شود. اما در موردهایی که قرار است پرسش‌های PRB از طریق اجرای یک آمارگیری تعاقبی به دنبال آمارگیری اصلی مطرح شوند، به خصوص هنگام استفاده از روش مصاحبه‌ی تلفنی، بحث هزینه‌های نمونه‌گیری نسبت به سرشماری بیش‌تر از قبل مطرح می‌شود. در چنین شرایطی نمونه‌گیری بر سرشماری برتری دارد.

اگر چنان‌چه بخواهیم نمونه‌گیری را از میان واحدهای شرکت‌کننده در آمارگیری اصلی (آمارگیری که پرسش‌های PRB به آن افزوده شده است) انجام دهیم در این صورت باید روشی که را در ادامه بیان می‌شود مورد استفاده قرار دهیم تا بتوانیم نتیجه‌های حاصل را به جامعه‌ی PRB و همچنین جامعه‌ی کل بنگاه‌ها گسترش دهیم.

- تعیین اندازه‌ی نمونه‌ای PRB

متغیر مورد بررسی «زمان پاسخگویی» است. زمان لازم برای درک داده‌های خواسته‌شده، یافتن مکان آن‌ها، گرداوری داده‌ها و همچنین تکمیل پرسش‌نامه و احتمالاً تائید آن پیش از برگرداندن به سازمان مجری آمارگیری به‌عنوان زمان پاسخگویی در نظر گرفته می‌شود. چگونگی تعیین اندازه‌ی نمونه‌ای برای تحلیل نسبت، مانند نسبت افرادی که بار پاسخگویی زیادی دریافت کرده‌اند، نیز قابل بررسی است. برای تعیین اندازه‌ی نمونه‌ای لازم برای اجرای آمارگیری PRB می‌توان از روش‌های متداول تعیین اندازه‌ی نمونه‌ای استفاده کرد.

۹-۵-۳-۵ طراحی پایه‌ای آمارگیری PRB

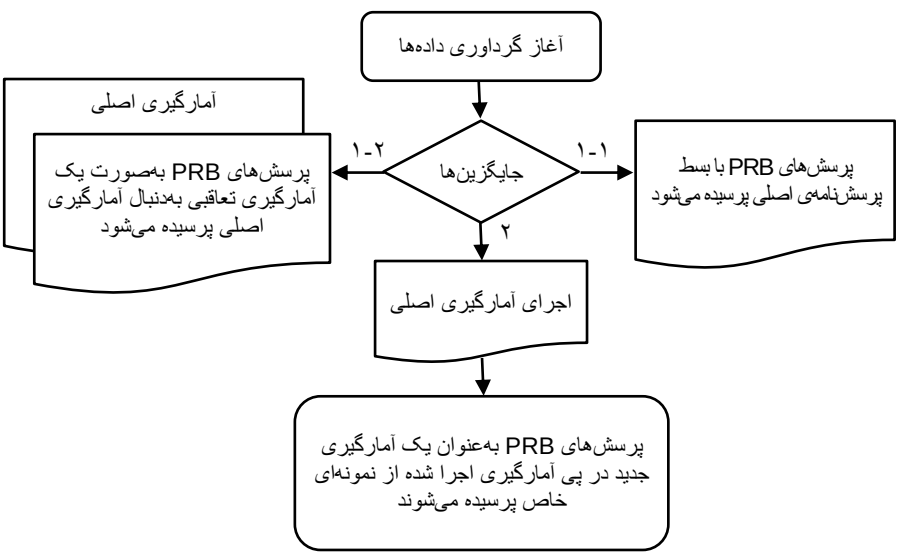
پرسش‌های بار پاسخگویی تحمیلی می‌توانند به دو صورت:

۱- بسط و گسترش آمارگیری اصلی، و
۲- آمارگیری تعاقبی جدید بعد از اجرای آمارگیری اصلی

اجرا شوند. پیش از تصمیم‌گیری پیرامون روش مناسب، نگاهی به مزیت‌ها و نقاط ضعف هر دو رویکرد از دید کیفیت داده‌ها مفید است. برای هر دو روش چند ویژگی مثبت و منفی وجود دارد. برای مثال اگر پرسش‌های اختیاری PRB به یک آمارگیری اجباری اضافه شوند، روش برقراری تماس با پاسخگو نسبت به حالتی که پرسش‌ها با اجرای یک آمارگیری تعاقبی به دنبال آمارگیری اصلی اجرا شوند متفاوت خواهد بود. بسط آمارگیری اصلی به دو صورت امکان‌پذیر است. نخست این‌که می‌توان پرسش‌های PRB را در مکان مناسب میان پرسش‌های آمارگیری اصلی اضافه کرد. گرچه استفاده از این روش منجر به پاسخ‌های دقیق‌تر به پرسش‌های PRB می‌شود، اما از طرفی هم سبب افزایش بار پاسخگویی به پرسش‌نامه‌ی اصلی شده و از سوی دیگر امکان تفکیک میان بار ناشی از پرسش‌های PRB و پرسش‌های آمارگیری اصلی وجود ندارد. در این میان، طولانی‌ترشدن آمارگیری اصلی با افزودن پرسش‌های PRB به آن مسئله‌ای

است که به‌صورت جدی مطرح می‌شود. چرا که انتظار این است هر چه طول یک آمارگیری بیش‌تر باشد، بار پاسخ‌گویی بیش‌تری بر پاسخ‌گویان تحمیل بشود. علاوه بر بحث بار پاسخ‌گویی، قانون‌ها و مقررات حقوقی و عملی هم وجود دارند که مانع از افزودن پرسش‌های PRB به آمارگیری اصلی می‌شوند. زیرا پرسش‌نامه‌های آمارگیری‌های رسمی تائیدشده هستند و تغییر در آن‌ها نیازمند صرف زمان و برنامه‌ریزی‌های طولانی‌مدت است. روش دیگر افزودن پرسش‌های PRB به‌صورت یک پرسش‌نامه‌ی مجزا است که در انتهای پرسش‌نامه‌ی آمارگیری اصلی پیوست می‌شود. به این ترتیب از مشکل‌های موجود در روش قبلی جلوگیری شده و مسئله‌هایی چون عدم دسترسی به شخص پاسخ‌گو بعد از اجرای آمارگیری اصلی و فراموش کردن اطلاعات این آمارگیری که در آمارگیری PRB پرسیده می‌شوند و به‌طور معمول در آمارگیری‌های تعاقبی رخ می‌دهند؛ اجتناب می‌شود.

رویکرد دیگر، اجرای پرسش‌های PRB در ادامه‌ی آمارگیری اصلی و به‌صورت مجزا از آن است، در این صورت پرسش درباره‌ی بار تحمیلی در آمارگیری اصلی از واحدهای بی‌پاسخ به آمارگیری اصلی منطقی نیست. یکی از علت‌هایی که بنگاه‌ها از پاسخ‌گویی امتناع می‌کنند ناشی از بار زیادی است که به دلیل اجرای آمارگیری بر آن‌ها تحمیل می‌شود. بنا بر این چنان‌چه آمارگیری PRB به پیوست آمارگیری اصلی اجرا بشود، امکان ارزیابی این گروه از بنگاه‌ها وجود ندارد. مسئله‌ی دیگری که باید درباره‌ی آن تصمیم مناسب اتخاذ شود انتخاب روشی است که آمارگیری PRB تعاقبی به وسیله‌ی آن اجرا می‌شود. این روش می‌تواند یکی از شیوه‌های وبی، کاغذی و یا تلفنی باشد. شکل ۹-۲ این رویکردها را بیان می‌کند.



شکل ۹-۲. رویکردهای اجرای یک آمارگیری PRB

جمله‌بندی پرسش‌ها و طراحی دیداری پرسش‌نامه‌ی PRB پیش از این بیان شدند. روان و صمیمی بودن پرسش‌نامه از جمله نکته‌هایی هستند که توجه به آن‌ها در هنگام تهیه‌ی پرسش‌نامه

ضروری و سازنده است. فراهم آوردن امکان روبرو شدن با نخستین پرسش‌ها پیش از این‌که فرد در مورد پاسخ‌گویی یا عدم آن تصمیم بگیرد، عامل مهمی است. این امر به‌ویژه در صورت افزودن پرسش‌های PRB به آمارگیری اصلی باید مورد توجه قرار بگیرد. برای حالتی که تائید تمایل به شرکت در آمارگیری از سوی پاسخ‌گو لازم است، استفاده از پرسش‌هایی چون پرسش زیر که بار مثبتی را القا می‌کنند پیش‌نهاد می‌شود.

آیا تمایل به پاسخ‌گویی به پرسش‌های *PRB* را دارید؟ □ بله □ خیر

پیش‌نهاد کلی برای ترتیب پرسش‌ها این است که پرسش‌نامه ابتدا با پرسش‌های کلی آغاز شده و به‌تدریج در پرسش‌های بعدی اطلاعات جزئی‌تر پرسیده شوند. یکی از مهم‌ترین علت‌ها این است که شروع با پرسش‌های جزئی نگرش فرد را پیرامون ارزیابی کلی تحت تأثیر قرار می‌دهد (سودمن و همکاران، ۱۹۹۶؛ شوارتز و استراک، ۲۰۰۴). روشن‌بودن مفهوم پرسش‌ها، سادگی و دقیق‌بودن آن‌ها علاوه بر کم‌بودن تعدادشان از جمله دیگر مواردی هستند که هنگام تهیه‌ی پرسش‌نامه باید مد نظر قرار بگیرند.

بنا بر آن‌چه تا کنون مطرح شده است و با توجه به ارزیابی کیفی ارائه‌شده در بالا، مناسب‌ترین روش اجرای آمارگیری PRB به‌صورت بسط آمارگیری اصلی است. در چنین موردهایی پیش‌نهاد کارشناسان موضوعی این است که آمارگیری PRB به‌صورت مجزا از آمارگیری اصلی اجرا بشود. به این ترتیب هم امکان بررسی بار پاسخ‌گویی آمارگیری اصلی وجود دارد و هم از بروز مشکل‌های بیان‌شده در بالا جلوگیری می‌شود.

۶-۳-۵-۹ شیوه‌ی گرداوری داده‌ها

اساس ساختار مورد استفاده برای گرداوری داده‌های یک آمارگیری PRB متفاوت از سایر آمارگیری‌ها نیست. پرسش‌های PRB درباره‌ی یک آمارگیری خاص بوده و فرد ثابتی به آمارگیری اصلی و پرسش‌های PRB پاسخ می‌دهد.

در حالی‌که به‌طور معمول پاسخ‌گویی به آمارگیری از بنگاه‌های اقتصادی اجباری است، به‌طور معمول پاسخ‌گویی به آمارگیری PRB اختیاری است. در نتیجه دستیابی به نرخ پاسخ بالا یک مسئله‌ی قابل توجه است. به‌طور کلی نرخ پاسخ به شیوه‌ی گرداوری داده‌ها، استراتژی برقراری تماس، چگونگی طراحی پرسش‌ها و پرسش‌نامه بستگی دارد.

- اثر بی‌پاسخی بر روی براوردهای یک آمارگیری

بی‌پاسخی واحد یا قلم اطلاعاتی نتیجه‌ی از دست‌رفتن کنترل روی راهبرد انتخاب داده‌ها است. در نتیجه‌ی بی‌پاسخی، احتمال‌های انتخاب نامعلوم شده و بنا بر این امکان محاسبه‌ی براوردهای نااریب ناممکن می‌شود. اگر بی‌پاسخ‌ها به‌صورت نظام‌مند متفاوت از باپاسخ‌ها باشند، براوردهای به‌دست آمده از پاسخ‌گویان اریب خواهند بود. پس بی‌پاسخی اهمیت عملی بالایی دارد. تولید براوردگرهای نقطه‌ای اریب، متورم کردن واریانس براوردگرهای نقطه‌ای، ایجاد براوردگرهای اریب برای اندازه‌گیری دقت از جمله اثرهای نامطلوب ناشی از بی‌پاسخی هستند (دیلمن و همکاران، ۲۰۰۲). در بسیاری از حالت‌ها، بی‌پاسخی به کیفیت داده‌های آمارگیری آسیب می‌رساند. البته نرخ پاسخ بالا یک نماگر برای بیان کیفیت بالای داده‌ها نیست. رابطه‌ی میان

بی‌پاسخی و نرخ پاسخ بسیار پیچیده است. علت‌ها و اثرهای بی‌پاسخی از یک آمارگیری به آمارگیری دیگر تغییر می‌کنند. لذا برای رویارویی با بی‌پاسخی پیش‌نهاد می‌شود، به آن به‌عنوان یک فرایند نگاه کرده و به دنبال یافتن راهی برای کنترل و تنظیم این فرایند بود (تامسن و همکاران، ۲۰۰۶).

چنان‌چه پرسش‌های PRB به‌صورت بسط پرسش‌نامه‌ی اصلی اجرا شود، در این صورت روش گرداوری اطلاعات مشابه پرسش‌نامه‌ی اصلی خواهد بود. در آمارگیری از بنگاه‌ها به‌طور معمول از روش‌های خوداجرا برای تکمیل آمارگیری استفاده می‌شود. به‌صورت سنتی از پرسش‌نامه‌های خوداجرای پستی و در سال‌های اخیر، برخی از سازمان‌های آماری ملی چون آمار سوئد، آمار نروژ و آمار هلند از روش‌های وبی به‌عنوان جایگزینی برای روش‌های سنتی آمارگیری از بنگاه‌ها استفاده می‌کنند. اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان هم از روش ورود خوداجرای تلفنی داده‌ها برای آمارگیری از برخی بنگاه‌ها که گرداوری قلم‌های اطلاعاتی کمی درباره‌ی آن‌ها نیاز است، استفاده می‌کند. چگونگی فرایند پاسخ‌گویی در این مرکزهای آماری، دلیل اصلی استفاده از حالت‌های خوداجرا برای آمارگیری از بنگاه‌ها است. برای مثال پاسخ‌گویان به آمارگیری از بنگاه‌ها اولویت‌های کاری متعددی دارند که در صورت خوداجرا بودن آمارگیری، امکان انتخاب بهترین زمان ممکن برای تکمیل پرسش‌نامه‌ها را می‌یابند.

اگر پرسش‌های PRB به‌صورت یک آمارگیری مجزا در پی آمارگیری اصلی اجرا شود، گزینه‌های بیش‌تری پیش رو خواهد بود. به‌طور معمول پرسش‌نامه‌های خوداجرای کاغذی پستی ارزان‌ترین و مصاحبه‌ها گران‌ترین روش‌های گرداوری داده‌ها هستند. مصاحبه‌های رو در رو با استقبال بیش‌تری رو به رو می‌شوند و نرخ پاسخ بالاتری از دیگر روش‌ها دارند. این امر در صورت اجرای آمارگیری PRB به‌طور مجزا و تعاقبی کمک بسیاری در یافتن فردی که به آمارگیری اصلی پاسخ گفته است، می‌کند. باید در نظر داشت که در آمارگیری از بنگاه‌ها، پرسش‌نامه‌ها برای یک بنگاه و نه یک شخص فرستاده می‌شوند. لذا پی‌گیری و یافتن فردی که به آمارگیری اصلی پاسخ گفته در صورتی‌که مشخصات وی روی پاسخ‌نامه‌ی برگرداندەشده نیامده باشد کار مشکلی است و در بیش‌تر موارد منجر به مقدار بالای نرخ عدم برقراری تماس می‌شود. در چنین مواردی پیش‌نهاد می‌شود، پرسش‌های هزینه‌بر آمارگیری PRB به پیوست آمارگیری اصلی و همراه با نامه‌ای که از پاسخ‌گو می‌خواهد بعد از تکمیل آمارگیری اصلی به پرسش‌های پیوست پاسخ بدهد، استفاده شود. علاوه بر این یک آمارگیری PRB تعاقبی می‌تواند با انجام مصاحبه‌ی تلفنی در پی آمارگیری اصلی اجرا شود. اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان هنگام اجرای پروژه‌ی گروه رهبری کارشناسی آمار اتحادیه‌ی اروپا LEG[6] برای گرداوری داده‌های مورد نیاز به‌منظور آزمون پرسش‌های اصلی خود از این روش استفاده کرده است (هدلین و همکاران، ۲۰۰۵). در این بررسی نام و اطلاعات مورد نیاز برای برقراری تماس با پاسخ‌گوی پرسش‌نامه‌ی اصلی در دسترس بوده است. نکته‌ی مهم در صورت استفاده از روش‌های جدید گرداوری اطلاعات، مسائل کیفی وابسته به شیوه‌های نوین پاسخ‌گیری است که باید مورد توجه قرار گیرند.

[6] Eurostat Leadership Expert Group (LEG)

همانند هر آمارگیری دیگر، استراتژی به‌کار گرفته‌شده برای بالا نگه‌داشتن نرخ پاسخ‌گویی به آمارگیری PRB مسئله‌ی بسیار مهمی است. متأسفانه نتیجه‌ی همه‌ی بررسی‌هایی که پیش از این انجام شده‌اند بیان‌گر این حقیقت تلخ است که مردم درباره‌ی فایده‌ی داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها برای جامعه و بنگاه‌ها آگاهی ندارند.

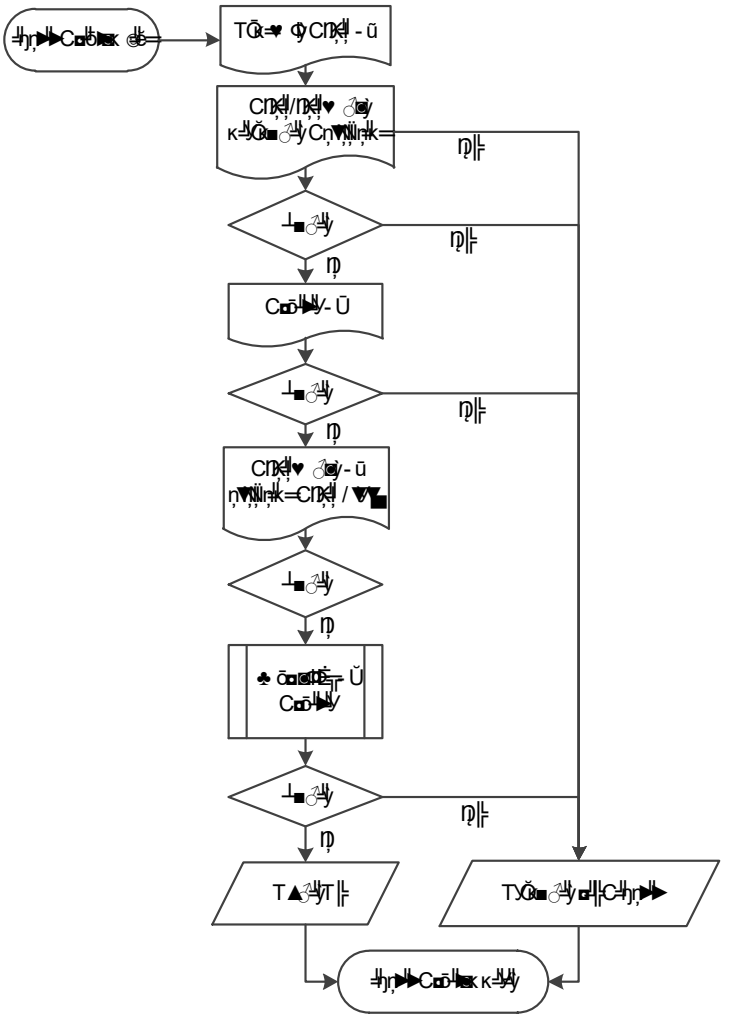
بی‌پاسخی پدیده‌ای است که جلوگیری از بروز آن هنگام طراحی آمارگیری ضروری است. دستیابی به این مهم نیازمند به‌کار بستن یک روش هماهنگ‌شده در کل روند گرداوری داده است. در شکل ۹-۳ روش گرداوری داده‌ها به‌صورت یک روند نموداری نمایش داده شده است. به منظور کاهش خطر بی‌پاسخی در آمارگیری‌های پستی وبی، دیلمن (۲۰۰۷) برقراری ۴ نوع تماس را برای گرداوری داده‌ها پیش‌نهاد می‌دهد.

۱- نامه‌ی کوتاه پیش‌آگاهی
فرستادن یک نامه‌ی پیش‌آگاهی برای مدیریت بنگاه با استفاده از پست الکترونیکی و فرستادن بروشوری برای معرفی بار پاسخ‌گویی همراه با پرسش‌نامه برای شخص پاسخ‌گو.

۲- چند روز پس از فرستادن پرسش‌نامه یک کارت برای تشکر فرستاده شود.
با این کار قدردانی خود را نسبت به پاسخ‌گویی به پرسش‌ها بیان کرده و همچنین به آن گروه که هنوز پرسش‌نامه را تکمیل نکرده‌اند این پیام منتقل می‌شود که شما همچنان به دریافت پاسخ از سوی آن‌ها امیدوار هستید.

۳- استفاده از یک پرسش‌نامه‌ی جای‌گزین همراه با اولین نامه‌ی یاداوری.
زمانی‌که پرسش‌های PRB به پیوست آمارگیری اصلی توزیع می‌شوند استفاده از یک نامه به منظور یاداوری وجود این پرسش‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

۴- یاداوری نهایی که به‌طور معمول به روشی متفاوت از اولین یاداوری صورت می‌گیرد.
در این زمان استفاده از مصاحبه‌ی تلفنی به‌طور معمول موثر است. در آمارگیری‌های اجباری از بنگاه‌ها، نامه‌ی دوم یاداور این مطلب است که در صورت شرکت نکردن بنگاه در آمارگیری ممکن است تحت پی‌گرد قانونی قرار بگیرند (اگر در قانون آمار پیش‌بینی شده باشد). البته استفاده از یک تماس تلفنی برای هشدار شفاهی پیش از فرستادن این نامه پیش‌نهاد می‌شود.



شکل ۹-۳. روند نموداری گرداوری داده‌ها

۹-۵-۳-۷ تحلیل داده‌های آمارگیری PRB

تاکنون چگونگی طراحی و اجرای آمارگیری PRB برای ارزیابی جنبه‌های گوناگون موثر بر بار پاسخ‌گویی تحمیلی در آمارگیری‌ها بیان شد. در این بخش شیوه‌ی تحلیل داده‌های حاصل و تفسیر آن‌ها با کمک یک نمونه‌ی عملی بیان می‌شود.

با استفاده از داده‌های حاصل از آمارگیری PRB می‌توان نماگری از زمان پاسخ‌گویی به آمارگیری‌ها را با مد نظر قراردادن تعداد افراد درگیر در امر تکمیل آمارگیری به‌صورت جمع حاصل‌ضرب متوسط زمان گرداوری اطلاعات برای پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه در تعداد افراد درگیر برای بازیابی اطلاعات و حاصل‌ضرب متوسط زمان صرف‌شده برای تکمیل پرسش‌نامه در تعداد افراد درگیر برای تکمیل‌کردن آن محاسبه کرد. علاوه بر این محاسبه‌ی پارامترهایی

چون میانگین و میانه‌ی این دو زمان معیارهای ساده‌تری هستند که می‌توان به‌عنوان معیار بار پاسخگویی به‌کار برد. میانگین زمان پاسخگویی به هر پرسش معیار دیگری است که با دخالت دادن طول پرسش‌نامه (تعداد پرسش‌ها) به‌صورت حاصل تقسیم زمان کل تکمیل (پرسش‌نامه‌ی) آمارگیری بر تعداد پرسش‌ها برای هر واحد آماری به‌دست می‌آید. به‌طور مشابه متوسط زمان گرداوری اطلاعات مورد نیاز برای پاسخگویی به هر پرسش قابل اندازه‌گیری است.

با در نظر گرفتن زمان صرف‌شده برای تکمیل آمارگیری به‌عنوان تنها معیار اندازه‌گیری بار پاسخگویی، عامل‌هایی چون برداشت‌های شخصی پاسخگو (انگیزه‌ی پاسخگو)، نقش و اعتبار حمایت‌کننده‌ی مالی طرح و از همه مهم‌تر کیفیت داده‌های گزارش‌شده نادیده گرفته می‌شوند.

با توجه به این که بیش‌تر پرسش‌های آمارگیری PRB به‌صورت چندگزینه‌ای در مقیاس لیکرت طراحی می‌شوند، یکی از روش‌های ممکن برای ساختن نماگرهای مناسب با استفاده از این پرسش‌ها استفاده از امتیازبندی گزینه‌ها به‌صورت زیر و محاسبه‌ی مقدار کل امتیاز مربوط به هر پرسش است. امتیاز ۲- برای گزینه‌ی خیلی (زمان‌بر، پرزحمت، بی‌فایده)، ۱- برای گزینه‌ی نسبتاً (زمان‌بر، پرزحمت و بی‌فایده)، ۰ برای گزینه‌ی هیچ‌کدام (یا نظری ندارم)، ۱+ برای گزینه‌ی نسبتاً (سریع، ساده و مفید) و در نهایت در نظر گرفتن امتیاز ۲+ برای گزینه‌ی خیلی (سریع، ساده و مفید) است.

نماگر مورد نظر برای هر پرسش به‌صورت جمع حاصل‌ضرب‌های درصد افرادی که هر گزینه را انتخاب می‌کنند در امتیاز مربوط به آن گزینه محاسبه می‌شود. در صورت استفاده از درصدها در محاسبه‌ی نماگر، حاصل مقداری بین۲۰۰+ و ۲۰۰- اختیار می‌کند و تفسیر آن به‌صورت جدول ۹-۱ خواهد بود. مقدار نماگر در یکی از بازه‌های جدول ۹-۱ قرار می‌گیرد.

جدول ۹-۱. تفسیر مقدار نماگر آمارگیری PRB

تفسیر	بازه‌ی مقدار شاخص
بسیار مفید	[۲۰۰+ و ۱۰۰+)
نسبتاً مفید	[۱۰۰+ و ۰)
نظری ندارم	۰
نسبتاً بی‌فایده	(۰ و ۱۰۰-]
بسیار بی‌فایده	(۱۰۰- و ۲۰۰-]

۹-۶ راه‌کارهای کاهش بار پاسخگویی

پس از این‌که یک آمارگیری با بار پاسخگویی بالا تشخیص داده شد، گام بعدی استفاده از روش مناسبی برای کاهش بار است. در چنین شرایطی کوتاه کردن طول پرسش‌نامه (کاهش تعداد پرسش‌ها و در نتیجه صفحه‌های پرسش‌نامه) ساده‌ترین راه حل ممکن است. برای نیل به این هدف بهتر است تا حد امکان از پرسیدن اطلاعاتی که دسترسی به آن‌ها از طریق منبع‌های دیگر مانند نظام آمارهای ثبتی و مطالعه‌های گذشته ممکن است، صرف نظر شود. در این خصوص، طراحی و ایجاد یک نظام از اطلاعات کمکی، راه‌کار مورد استفاده در آمار دانمارک است. این ابتکار، نظامی است شامل متغیرهای اقتصادی و اجرایی با قابلیت دسترسی نظام‌مند که روش‌هایی را برای استفاده از این اطلاعات برای کاهش اندازه‌ی نمونه‌ای در مرحله‌ی طراحی آمارگیری، انتخاب نمونه و همچنین استفاده از براوردهای ترکیبی با استفاده از اطلاعات کمکی

در گام براورد ارائه می‌دهد. البته نکته‌ی منفی که در مورد استفاده از این منبع‌ها مطرح می‌شود، خطای پوشش، روزامدی و سطح اطلاعاتی است که در دسترس قرار داده می‌شوند.

همان‌گونه که در فصل‌های پیشین بیان شد، بار پاسخگویی به سبب پیوندی که با ویژگی‌ها و تجربه‌های قبلی پاسخگو دارد، چندان قابل تغییر نیست؛ اما تجربه‌ی اداره‌ی آمارهای ملی انگلستان نشان داده است که استفاده از راه‌کارهایی برای افزایش انگیزه و تمایل افراد به همکاری در آمارگیری‌ها، در کاهش بار پاسخگویی موثر هستند. این اداره در آغاز پرسش‌نامه‌ی مربوط به آمارگیری هزینه‌ی فرصت، هدف از آمارگیری و چگونگی استفاده از یافته‌های آن را به‌صورت کوتاه برای پاسخگویان شرح می‌دهد. به این ترتیب استفاده از مشوق‌هایی چون ارائه‌ی بازخورد آمارگیری می‌تواند آمارگیری را مهم نشان داده و تمایل به شرکت در آمارگیری و ارائه‌ی پاسخ‌های دقیق را بهبود بخشد. بنا بر این مهم جلوه‌دادن آمارگیری در نزد پاسخگویان سبب کاهش بار پاسخگویی می‌شود. همچنین امکان تغییر بخش مربوط به طراحی آمارگیری به تناسب شرایط با هدف کاهش میزان بار پاسخگویی ناشی از ویژگی‌های طرح، وجود دارد. برای نمونه چنان‌چه پاسخگو در مورد ابزار گرداوری داده‌ها از میان پرسش‌نامه‌های کاغذی خوداجرا یا وبی و مصاحبه‌ی رو در رو حق انتخاب داشته باشد، در این صورت به دلیل انتخاب زمان و مکان مناسب برای تکمیل آمارگیری توسط فرد، بخشی از بار که به سبب ویژگی‌های محیطی آمارگیری و اخلال در انجام فعالیت‌های روزانه ایجاد می‌شود، کاهش می‌یابد.

همان‌طور که در مورد نماگر بار پاسخگویی تی‌کاری (۲۰۰۲) بیان شد، مقدار بزرگ‌تر از یک برای این شاخص بیان‌گر ناهماهنگی میان نظام اطلاعاتی درون بنگاه با داده‌های خواسته‌شده در پرسش‌نامه‌ی آمارگیری است. تعدیل پرسش‌نامه‌ی آمارگیری متناسب با اطلاعات درون بنگاه به نحوی‌که پاسخگویی به پرسش‌ها ساده‌تر شود همچنین فرستادن آن‌ها در زمانی که اطلاعات خواسته‌شده در دسترس باشند، راه‌کاری است که در چنین شرایطی برای کاهش بار پاسخگویی به‌کار می‌رود.

محدودکردن تعداد آمارگیری‌هایی که هر بنگاه در آن‌ها شرکت داده می‌شود، راه‌کار دیگری در این خصوص است. گرچه کارگاه‌های بزرگ به‌طور معمول برای شرکت در تعداد بیش‌تری آمارگیری انتخاب می‌شوند، اما یافته‌های آمار سوئد نشان می‌دهد بنگاه‌های با اندازه‌ی کوچک و متوسط (با تعداد کارکنان کم‌تر) بار پاسخگویی بیش‌تری متحمل می‌شوند. کمبود نیروی انسانی ماهر و عدم دسترسی به نظام‌های اطلاعاتی مناسب درون بنگاه‌ها یکی از علت‌های مشکل بودن فرایند پاسخگویی در چنین بنگاه‌هایی است.

به منظور کنترل تعداد دفعاتی که هر بنگاه به‌عنوان نمونه برای شرکت در آمارگیری انتخاب می‌شود و همچنین برای جلوگیری از گزینش مکرر بنگاه‌های کوچک و متوسط در فاصله‌های زمانی کوتاه، روش‌های گوناگونی به‌کار رفته است. هنگامی‌که امکان ترکیب طرح‌های نمونه‌ای وجود دارد، برای کاهش تداخل واحدهای گزارش‌دهنده در یک دوره‌ی زمانی، ادغام آمارگیری‌ها با یکدیگر روش مناسبی برای کاهش بار ناشی از طرح است.

انتساب یک تابع هزینه به هر واحد در چارچوب نمونه‌گیری و استفاده از آن برای محاسبه‌ی احتمال شمول آن واحد در آمارگیری جدید راه‌کار مناسب دیگری در این باره است. در ساده‌ترین حالت می‌توان بسامد شرکت در آمارگیری‌های قبلی را به‌عنوان تابع هزینه در نظر گرفت. برای مثال چنان‌چه واحدی در طول سال گذشته ۳ مرتبه در آمارگیری x شرکت کرده باشد و ۲ بار هم برای شرکت در آمارگیری y انتخاب شده باشد، در این صورت تابع هزینه‌ی

متناظر با آن واحد برابر با ۵ خواهد بود. رویکرد دیگر با فرض این‌که همه‌ی آمارگیری‌های مورد مطالعه بار یکسانی بر واحدهای درون چارچوب تحمیل می‌کنند؛ به محاسبه‌ی تابع هزینه یا همان شاخص بار پاسخگویی به هر آمارگیری می‌پردازد. این شاخص نه تنها بسامد تماس با یک واحد بلکه طول پرسش‌نامه و مدت زمان صرف‌شده برای بازیابی اطلاعات خواسته‌شده در آمارگیری را هم در نظر می‌گیرد. بنا بر این برای آمارگیری‌هایی که به اطلاعات ماه گذشته نیاز دارند مقدار کوچک‌تر و برای آمارگیری‌هایی که به اطلاعات ۶ ماه گذشته که زمان بیش‌تری برای یاداوری نیاز دارند؛ شاخص مقدار بزرگتری اختیار می‌کند. در نهایت برای محاسبه‌ی بار پاسخگویی هر واحد چارچوب کافی است تا شاخص پاسخگویی همه‌ی آمارگیری‌هایی که آن واحد در آن‌ها شرکت کرده است با یکدیگر جمع بسته شوند. یک شیوه‌ی نه چندان مطرح در این خصوص گروه‌بندی واحدها بر اساس میزان تابع هزینه یا همان شاخص بار پاسخگویی یادشده‌ی منتسب به هر واحد چارچوب به رده‌هایی است که درون هر یک از واحدها بر حسب مقدار شاخص از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند. احتمال انتخاب هر یک از عضوهای درون یک رده مشابه بوده و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$P_i = \frac{c^{i-1}}{M_1 + M_2 c^{-1} + \cdots + M_d c^{1-d}} \ , \ \ i = 1, \ldots, d$$

که در آن P_i احتمال شمول هر یک از واحدهای درون رده‌ی iام و i شمارنده‌ی رده‌ها است. نماد d نشان‌گر تعداد کل رده‌ها و M_i بیان‌گر اندازه‌ی رده‌ی iام است. مقدار ثابت c بزرگ‌تر از یک بوده که با تغییر مقدار آن گوناگونی احتمال‌های شمول تغییر می‌کند و چنان‌چه مقدار ۱ را اختیار کند همه‌ی احتمال‌ها یکسان خواهند بود. هر چه مقدار ثابت به ۱ نزدیک‌تر باشد؛ طرح به نمونه‌گیری تصادفی ساده شبیه‌تر می‌شود، اما تأثیر کم‌تری در کاهش بار پاسخگویی خواهد داشت. مقدارهای پیش‌نهادی برای این ثابت ۱٫۱، ۱٫۲۵ و ۱٫۵ هستند. انتخاب ثابت c به گونه‌ای صورت می‌گیرد که P_i احتمال شمول واحدهای رده‌ی iام با بار تحمیلی کمتر (با تعداد دفعات کمتر شرکت در آمارگیری‌ها)، بزرگ‌تر باشد. نکته‌ی منفی‌ای که درباره‌ی این رابطه وجود دارد نامعلوم بودن تعداد رده‌ها، واحدهای درون هر یک و نامشخص بودن مقدار c است. برای جلوگیری از افزایش بیش از اندازه‌ی تعداد رده‌ها یک قید در نظر گرفته می‌شود. تعداد رده‌هایی که کم‌تر از ۵ درصد جامعه را شامل می‌شوند نباید بیش‌تر از یک باشد.

استفاده از براوردگرهای تلفیقی و مرکب مدل‌مبنا به‌منظور ارائه‌ی براورد برای زیرجامعه‌ها روش متداول جلوگیری از افزایش اندازه‌ی نمونه‌ای و کاهش بار تحمیلی بر بنگاه‌هاست. همچنین فرستادن هم‌زمان همه‌ی پرسش‌نامه‌هایی که یک کارگاه باید آن‌ها را در طول سال تکمیل کند روش مناسبی برای کاهش تعداد دفعات مراجعه به یک بنگاه است. به این ترتیب هر بنگاه می‌داند برای پاسخگویی و تکمیل هر آمارگیری به چه اطلاعاتی نیاز دارد و چه رقم‌هایی باید تولید و محاسبه شوند.

۹-۶-۱ کاهش بار پاسخگویی در مرحله‌ی طراحی

در صورت بالابودن بار پاسخگویی در آمارگیری‌ها باید نسبت به کاهش آن در مرحله‌ی طراحی آمارگیری‌ها اقدام شود. برای جلوگیری از انباشت بار پاسخگویی در آمارگیری‌های طولی و

حالت‌هایی که یک بنگاه برای شرکت در بیش از یک آمارگیری به‌طور هم‌زمان انتخاب شده باشد، روش‌های نمونه‌گیری خاصی به‌کار می‌روند. گرچه استفاده از این روش‌ها بار کل تحمیلی در یک آمارگیری را تغییر نمی‌دهد اما با تعدیل توزیع بار پاسخ‌گویی سبب می‌شوند گروهی از بنگاه‌ها بار بیش‌تر و گروهی دیگر میزان بار کم‌تری متحمل شوند. از میان تمام این روش‌ها، نمونه‌گیری هموارشده و انتساب نماگر بار پاسخ‌گویی به هر بنگاه در چارچوب طرح‌های نمونه‌گیری روش‌های مناسب‌تری هستند. در حالت‌هایی که امکان استفاده از داده‌های اجرایی ثبتی وجود ندارد چگونگی توزیع بار بر پاسخ‌گویان مسئله‌ای است که باید مورد توجه قرار گیرد. استفاده از طرح نمونه‌گیری تصادفی ساده بدون توجه به بار پاسخ‌گویی روشی نادرست است. کاکس و چیناپا (۱۹۹۵) بیان می‌کنند در صورت استفاده از نمونه‌گیری طبقه‌ای با نرخ ۲۵ درصد در هر سال، الگوی انتخاب واحدها در طول چهار سال به‌صورت زیر خواهد بود: ۳۱/۶ درصد از واحدها اصلاً انتخاب نمی‌شوند، ۲/۲ درصد از آن‌ها تنها یک‌بار، ۲۱/۱ درصد دو بار، ۴/۷ درصدشان ۳ بار و تنها ۰/۴ درصد از آن‌ها در هر چهار سال در نمونه قرار خواهند گرفت. بنا بر این استفاده از طرح نمونه‌گیری تصادفی ساده از یک جامعه، توزیع ناهموار بار پاسخ‌گویی را سبب می‌شود. چنان‌چه برای آمارگیری‌های متعدد از یک چارچوب استفاده شود، کنترل چگونگی توزیع بار با استفاده از روش‌های آماری مناسب امکان‌پذیر است. استفاده از اصطلاح «هماهنگی» جایگزین مناسبی برای کنترل توزیع بار است. در خصوص آمارگیری از بنگاه‌ها دو اصطلاح هماهنگی مثبت و هماهنگی منفی مطرح می‌شود. هماهنگی مثبت به مفهوم بیش‌ترین میزان تداخل میان واحدهای دو نمونه‌گیری متوالی است (مانند تداخل میان واحدها در مطالعه‌های پانلی) و هماهنگی منفی زمانی اتفاق می‌افتد که کم‌ترین مقدار تداخل بین واحدهای دو نمونه‌گیری پی‌درپی یا موازی وجود داشته باشد. مسئله‌ی هماهنگی در آمارگیری از بنگاه‌ها با تعداد متعددی پرسش‌نامه که در طول سال برای بنگاه‌ها فرستاده می‌شوند، اهمیت بیش‌تری دارد.

۹-۷ خلاصه‌ی فصل

بار پاسخ‌گویی یکی از مولفه‌های موثر بر کیفیت داده‌های حاصل از طرح‌های آمارگیری است. منظور از بار پاسخ‌گویی میزان زحمت یا هزینه‌ای است که با اجرای هر آمارگیری، برای پاسخ‌گویان شرکت‌کننده در آن آمارگیری ایجاد می‌شود. ساز و کار تأثیرگذاری بار پاسخ‌گویی بسیار پیچیده است. بار پاسخ‌گویی به لحاظ تصویر ذهنی که در پاسخ‌گو می‌سازد از یک سو سبب افزایش نرخ بی‌پاسخی جزیی و واحد شده و از سوی دیگر منجر به کاهش دقت و تعهد در ارائه‌ی پاسخ‌های صحیح و دقیق از طرف پاسخ‌گو می‌شود. به همین دلیل توجه به ماهیت این مولفه و اقدام برای تعدیل آن امری ضروری است. عامل‌های موثر بر بار پاسخ‌گویی موردهایی نظیر ویژگی‌های رفتاری و نگرشی پاسخ‌گویان به آمارگیری، ویژگی‌های محیطی آمارگیری شامل: محتوا، ابزار و روش گرداوری داده‌ها هستند. برخی از متخصصین عامل‌هایی چون سن، جنسیت، نژاد، درامد و عامل‌های محیطی نظیر سطح و طبقه‌ی شهرنشینی را از جمله‌ی عامل‌های موثر می‌دانند. برای بررسی و براورد میزان اثرگذاری بار پاسخ‌گویی بر کیفیت طرح، ارزیابی میزان بار پاسخ‌گویی از اهمیت زیادی برخوردار است. بار پاسخ‌گویی به‌طور معمول با استفاده از مدت زمان تکمیل پرسش‌نامه توسط پاسخ‌گو، هزینه‌ی فرصت و زمان و هزینه‌ی فعالیت‌های اجرایی لازم برای دستیابی به پاسخ به‌ویژه در آمارگیری‌های کارگاهی و دیگر

موردهایی که در متن اشاره شدند؛ به‌صورت کمی بیان می‌شود. آمارگیری بار پاسخگویی روشی متداول برای اندازه‌گیری بار پاسخگویی است. البته برخی کشورها از طریق اضافه کردن پرسش‌هایی به براوردی از بار پاسخگویی دست پیدا می‌کنند.

پس از ارزیابی بار پاسخگویی و تشخیص بار پاسخگویی بالا باید اقداماتی برای کاهش بار پاسخگویی انجام شود. تامین برخی از اطلاعات لازم از منبع‌های دیگر مانند ثبت‌های آماری و کاهش تعداد پرسش‌ها، استفاده از روش‌ها و مشوق‌هایی برای افزایش انگیزه‌ی پاسخگویان در همکاری با آمارگیری، تغییر در روش گرداوری اطلاعات و پرهیز از آمارگیری‌های متعدد از یک پاسخگو از جمله راه‌کارهای کاهش یا جبران اثر بار پاسخگویی هستند.

تمرین

۱. مفهوم بار پاسخ‌گویی و عامل‌های موثر بر آن را شرح دهید.

۲. فرض کنید خانوار شما به‌عنوان خانوار دارای شرایط شرکت در آمارگیری از نیروی کار مرکز آمار ایران انتخاب شده است و مامور آمارگیری برای تکمیل پرسش‌نامه به شما مراجعه کرده است. در این حالت بار پاسخ‌گویی که شما به‌عنوان پاسخ‌گو متحمل می‌شوید ناشی از چه عامل‌هایی است؟ جنبه‌های مختلف را بیان نموده و برای هر زمینه راه‌کار مناسب برای کاهش بار را پیش‌نهاد دهید.

۳. چه روش‌هایی برای رویارویی با بار پاسخ‌گویی در آمارگیری‌ها وجود دارد. فقط رویکردهای موجود را نام ببرید.

۴. برای کاهش بار پاسخ‌گویی در مرحله‌ی طراحی آمارگیری‌ها چه راه‌کارهایی وجود دارد؟ با شرح طراحی یک آمارگیری فرضی، راه‌کارهای عملیاتی کاهش بار پاسخ‌گویی را شرح دهید.

۵. مولفه‌های تشکیل‌دهنده‌ی مدل هزینه‌ای استاندارد کمیتی را نام برده و هر یک را به‌صورت کوتاه شرح دهید.

۶. منظور از بار پاسخ‌گویی عینی و ذهنی چیست؟ هر کدام را با ذکر یک مثال توضیح دهید.

۷. روش‌های ارزیابی بار پاسخ‌گویی عینی در آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کدام‌اند؟

۸. هدف از اجرای آماگیری بار پاسخ‌گویی تحمیلی چیست و جامعه‌ی هدف این آمارگیری را چه واحدهایی تشکیل می‌دهند؟

مرجع‌ها

Cialdini, R. B. (1990), "Deriving Psychological Consepts Relevant to Survey Participation from the Litteratures on Compliance, Helping، and Persuasion," *Paper presented at the Workshop on oushold Survey Nonresponse*, Statistics Sweden.

Cox, B. J., and Chinnappa, B. N. (1995), "Unique Features of Business Surveys," Eds. B., Cox et al, *Business Survey Methods*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1-17.

Coyle, B. (2002a), "Compliance Practices: Paper for Compliance Board Meeting," *Internal Report*, Office for National Statistics, UK.

Coyle, B. (2002b), "Results of Project Leading to Common Guidelines on Collection and Measurement of Compliance Times for Business Surveys," *Internal Report*, Office for National Statistics, UK.

Dale, T. , Erikson, J., Fosen, J., Haraldsen, G., Jones, J., and Øyvin Kleven (2007), Handbook for Monitoring and Evaluating Business Survey Response Burdens, eds. T., Dale, and G., Haraldsen, Eurostat.

Dillman, D. (2007), *Mail and Internet Surveys*, the Tailored Design Method, 2nd Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Dillmann, D., Eltinge, J. L., Groves, M., and Little, J. A. (2002), "Survey Nonresponse in Design, Data Collection, and Analysis," Eds. Groves, M., Dillman, D., Eltinge, J. L., and Little, J. A., *in Survey Nonresponse*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Edwards, W. S., and Cantor, D. (1991), Towards a Response Model in Establishment Surveys, *in Measurement Errors in Surveys*, Eds. P. P., Biemer, R. M., Groves, L., Lyberg, N. A., Mathiowetz, and S., Sudman, New York: John Wiley & Sons, Inc., 211-233.

Eisenhower, D., Mathiowetz, N. A., and Morganstein, D. (1991), "Recall Error: Sources and Bias Reduction Techniques," *in Measurement Errors in Surveys*, Eds. P. P., Biemer, R. M., Groves, L., Lyberg, N. A., Mathiowetz, and S., Sudman, New York: John Wiley & Sons, Inc., pp. 127-144.

Fisher, S., and Kydoniefs, L. (2001), "Using a Theoretical Model of Response Burden (RB) to Identify Sources of Burden in Surveys", *Paper presented at the 12th International Workshop on Household Survey Nonresponse*, Oslo, Norway.

Groves, R. M., Cialdini, R. B., and Couper, M. P. (1992), "Understanding the Decision to Participate in a Survey," *Public Opinion Quarterly*, 56, 475-495.

Haraldsen, G., and Jones, J. (2007), "Web and Paper Questionnaires Seen from the Business Respondent's Perspective," *Paper presented at the Third International Conferens for Establishments Surveys,* Montréal, Canada.

Hedlin, D., Dale, T., Haraldsen, G., and Jones, J. (2005), *Methods for Assessing Perceived Response Burden*, Eurostat.

Jones, J., Borgerson, H., Williams, G., Curzon, J., and Smith, A. (2004), "Catalysts for change: the rationale for mixed mode data collection in the UK Office for National Statistics", *Paper Presented at the European Conference on Quality and Methodology in Official Statistics,* Mainz, Germany, 24-26 May.

Schwarz, N., and Strack, F. (2004), "Wie Sie über ihr Leben nachdenken sollten (und wie nicht): Einige Einsichten aus der sozialen Urteilsbildung (in German)," *In Zum Glück, ed. S. Neiman,* Berlin: Akademie Verlag, pp. 163-182.

Singer, E., Groves, R. M., and Corning, A. D. (1999), "Differential Incentives Beliefs about Practices, Perceptions of Equity, and Effects on Survey Participation," *Public Opinion Quarterly,* 63, 251-260.

Sudman, S., Bradburn, N., and Schwarz, N. (1996), *Thinking about Answers: The Application of Cognitive Processes to Survey Methodology,* San Francisco: Jossey-Bass.

Sudman, S., Willimack, D. K., Nichols, E., and Mesenbourg, T. L. (2000), "Explanatory Research at the U.S. Census Bureau on the Survey Response Process in Large Companies," *Proceedings of the Second International Conference on Establishment Surveys:* American Statistical Association, 327-337.

Teikari, I (2002), "Evening out the Response Burden," *Internal Report, Statistics Finland.*

Thomsen, Ib, Kleven, Øyvin, Wang, J. H., and Zhang, Li-Chun (2006), "Coping with Decreasing Response Rates in Statistics Norway Recommended Practice for Reducing the Effect of Nonresponse," Reports 2006/29 Oslo: Statistics Norway.

Tourangeau, R. (1984), "Cognitive Science and Survey Methods," *In Cognitive Aspects of Survey Methodology: Building a Bridge between Disciplines,* Eds. T. Jabine et al. Washington: National Academy Press, 73-100.

Willeboordse, A. (1998b), "Minimizing Response Burden," *in Handbook on Design and Implementation of Business Surveys,* ed. A. Willeboordse. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 111-118.

Williams, D., Green, S., and Jones, J. (2008), "Measuring Respondent Burden in the UK Office for National Statistics," *Paper presented in Proceedings of Statistics Canada Symposium 2008: Data Collection: Chalenges, Achievements and New Directions,* Statistics Canada Catalogue No. 11-522-X.

Willimack, D., and Nichols, E. (2001), "Building an Alternative Response Process Model for Business Surveys," *Paper presented at AAPOR,* Montreal, Canada. Retrieved October 05, 2003 from http://www.amstat.org/sections/srms/proceedings/ at '2001'.

فصل ۱۰
روش‌های پیش‌بینی جمعیت

۱-۱۰ مقدمه

به‌طور معمول، جمعیت‌شناسان پیش‌بینی‌های جمعیتی را برای هدف‌های نظری یا پژوهشی به‌منظور محاسبه‌ی شاخص‌های جمعیتی و نیز پاسخ‌گویی به پرسش‌هایی چون تأثیر اعمال یک برنامه‌ی تنظیم خانواده بر باروری و مواردی از این دست در طول سال‌های بین دو سرشماری انجام می‌دهند.

مهم‌ترین کاربرد پیش‌بینی‌های جمعیتی، استفاده از آن‌ها در برنامه‌ریزی‌ها و آمایش سرزمین است. برنامه‌ریزان ملی، ناحیه‌ای و منطقه‌ای با هدف‌های گوناگون نیاز به آگاهی از تغییرات احتمالی در اندازه، ترکیب و توزیع جمعیت در نواحی تحت مسئولیت خود دارند. در سطح ملی، پیش‌نگری‌های جمعیتی به‌عنوان یک ورودی برای براورد هزینه‌ها و درامدهای آینده، سطح تقاضای خدمات و ... در سازمان‌های دولتی استفاده می‌شوند. برای نمونه تقاضای مقرری‌های بازنشستگی و خدمات بهداشتی با مد نظر قرار دادن اندازه و ترکیب سنی جمعیت تعیین می‌شوند. در سطح ناحیه‌ای، آگاهی از رشد احتمالی شهرک‌ها و شهرها به دلیل کوچ از روستا به شهر یا افزایش طبیعی جمعیت، برای تأمین مسکن، حمل و نقل و دیگر خدمات و تسهیلات رفاهی امری اجتناب ناپذیر است. در سطح‌های پایین‌تر، برنامه‌ریزان نیازمند براورد تقاضای امکانات عمومی، مدرسه، بیمارستان، مکان‌های تفریحی و ... هستند.

جمعیت پدیده‌ای مستقل از سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها نبوده و در مرحله‌های گوناگون برنامه‌ریزی به‌عنوان یک متغیر وابسته به ایفای نقش می‌پردازد. بنا بر این می‌توان از پیش‌نگری‌های جمعیتی برای براورد اثر احتمالی تصمیم‌ها و برنامه‌ها، تغییر و اعمال سیاست‌ها در تغییر جمعیت بهره برد.

روشن است که اهمیت اندازه و ساختار جمعیت برای اجرای برنامه‌های کشور متفاوت است. در برخی از برنامه‌ریزی‌ها، ملاحظه‌های سیاسی و اقتصادی اولویت دارد، اما در مورد مسائلی چون مستمری‌ها، مدرسه‌ها و به‌ویژه بیمارستان‌ها، واقعیت‌های جمعیتی و در نتیجه

پیشنگری‌های جمعیتی بسیار اساسی هستند. سطح تفصیل مورد نیاز نیز در پیش‌نگری‌ها به‌طور کامل متفاوت است. برای برخی هدف‌ها اطلاع از جمعیت کل کافی است. برای نمونه پیش‌نگری‌های نیروی کار به یک رده‌بندی بر حسب وضعیت استخدام و حتی شغل نیاز دارد، در حالی که برای برنامه‌ریزی در حوزه‌ی مسکن لازم است پیش‌نگری خانوارها بر حسب اندازه و نوع خانوارها و نه فقط تعداد جمعیت ارائه شود. همچنین برنامه‌ریزی درباره‌ی ساخت مدرسه در هر ناحیه به اطلاعات و پیش‌نگری‌های جمعیتی کودکان در سنین مدرسه به تفکیک سال نیاز دارد.

براوردهای استوار و دقیق برای آینده مسئله‌ای است که همه‌ی برنامه‌ریزان به آن علاقه دارند. با توجه به این‌که اقدام‌های برنامه‌ریزان تا اندازه‌ای متأثر از پیش‌بینی‌های جمعیتی است و به‌صورت تقریبی همواره به تحقق پیامدهای جمعیتی در آینده وابسته است، در چنین شرایطی بهترین کاری که از عهده‌ی جمعیت‌شناسان بر می‌آید، پیش‌بینی با استفاده از داده‌های موجود به‌همراه فرضیه‌های واقع‌گرایانه به‌گونه‌ای است که اثرهای متقابل به‌خوبی آشکار باشند. به‌عنوان نمونه بهتر است با استفاده از مجموعه‌ای از فرضیه‌های موجود، دسته‌ای از پیش‌بینی‌های متفاوت انجام شوند به‌گونه‌ای که کاربر بتواند پیش از انتخاب، تمامی پیش‌نهادها را به دقت مورد بررسی قرار دهد.

پیش‌بینی‌های جمعیتی که با استفاده از فرضیه‌های واقع‌گرایانه انجام می‌شوند، «پیش‌نگری» نامیده می‌شوند. لازم به ذکر است که پیش‌نگری‌ها به‌طور معمول فراتر از حدس‌های علمی که به روش‌های جالب توجهی ارائه می‌شوند، نیستند. چنان‌چه فرضیه‌ها نادرست باشند، پیش‌نگری‌ها نیز نادرست خواهند بود. بنا بر این پیش‌نگری‌ها برای سال‌های محدودی مناسب بوده و پس از آن به‌صورت تصاعدی بدتر شده و عدم دقت آن‌ها افزایش می‌یابد.

لازم به ذکر است که مثال‌های ارائه‌شده در بخش‌های بعدی تنها با هدف نشان دادن چگونگی محاسبات آورده شده است.

۱۰-۲ روش‌های ریاضی پیش‌بینی جمعیت

روش‌های ریاضی پیش‌بینی جمعیت[۱]، این امکان را فراهم می‌آورند تا دید کلی از روند تغییر در جمعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در فاصله‌های زمانی مختلف داشته باشیم. این روش‌ها در خصوص ساختار سنی و جنسیتی جمعیت، تحولات جمعیتی چون باروری، مرگ و کوچ و تقابل آن‌ها با یکدیگر اطلاعاتی فراهم نمی‌کنند. اگرچه روش‌های پیش‌بینی جمعیت برای هدف‌های نظری مفید هستند و به همین دلیل توسط جمعیت‌شناسان و دیگر پژوهش‌گران به کار برده می‌شوند، اما برای تهیه‌ی پیش‌نگری‌های واقعی که مورد استفاده‌ی برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران باشد، چندان مفید نیستند. این مجموعه از روش‌ها برای براوردهای جمعیت بین دو سرشماری و ارائه‌ی جمعیت در دوره‌های زمانی کوتاه در آینده استفاده می‌شوند. مبنای این روش‌ها را فن‌های درون‌یابی و برون‌یابی سری‌های زمانی از مشاهده‌ها تشکیل می‌دهند. در ادامه روش‌های مختلف ریاضی پیش‌بینی جمعیت به‌همراه پیاده‌سازی آن‌ها روی اطلاعات جمعیت کل ایران برای

[۱] توجه شود که استفاده از ابزارهای مختلف برای محاسبه‌ی نرخ رشد و جمعیت با استفاده از رابطه‌های بیان شده در این بخش به دلیل استفاده از الگوریتم‌های محاسباتی مختلف برای تابع‌های لگاریتم و نمایی، یافته‌های متفاوتی را برای جمعیت نتیجه می‌دهد.

پیش‌بینی جمعیت کل در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ هجری شمسی آمده است. تابع‌های بیان‌شده مواردی چون تابع رشد خطی، هندسی، نمایی، نمایی اصلاح‌شده، منحنی لوژستیک، گومپرتز، هیپربولیک و تابع چندجمله‌ای درجه‌ی n را شامل می‌شود.

جمعیت ایران بر اساس سرشماری‌های ده‌ساله سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵ به‌شرح جدول ۱۰-۱ است.

جدول ۱۰-۱. جمعیت ایران در دوره‌ی ۱۳۳۵-۱۳۸۵

سال	جمعیت
۱۳۳۵	۱۸/۹۵۴.۷۰۴
۱۳۴۵	۲۵.۷۸۸/۷۲۲
۱۳۵۵	۳۳/۷۰۸/۷۴۴
۱۳۶۵	۴۹.۴۴۵.۰۱۰
۱۳۷۵	۶۰.۰۵۵.۴۸۸
۱۳۸۵	۷۰.۴۹۵.۷۸۲

مرجع: نتیجه‌های سرشماری‌های ایران، ۱۳۳۵-۱۳۸۵.

۱۰-۲-۱ تابع رشد خطی

چنان‌چه رشد جمعیت از تابع خطی پیروی کند، خواهیم داشت

$$P_t = P_۰(۱ + rt)$$

که در آن،

P_t، براورد جمعیت برای سال مورد نظر t (در این‌جا جمعیت سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ مورد نظر است.)

$P_۰$، جمعیت در آخرین سرشماری (در این‌جا از نتیجه‌های سرشماری سال ۱۳۸۵ به‌عنوان آخرین سرشماری ده‌ساله استفاده شده است.)

r، نرخ رشد جمعیت و t، زمان بر حسب سال است.

برای محاسبه‌ی نرخ رشد، با در نظر گرفتن دو سرشماری متوالی، نرخ رشد متوسط در فاصله‌ی زمانی بین دو سرشماری به دست می‌آید.

$$P_t = P_{۱۳۸۵} = ۷۰,۴۹۵,۷۸۲$$

$$P_۰ = P_{۱۳۷۵} = ۶۰,۰۵۵,۴۸۸$$

$$r = \frac{P_t - P_۰}{P_۰\, t} = \frac{۷۰,۴۹۵,۷۸۲ - ۶۰,۰۵۵,۴۸۸}{۶۰,۰۵۵,۴۸۸ \times ۱۰} = ۰/۰۱۷۴$$

که در آن،

P_t، جمعیت در آخرین سرشماری (در این‌جا سرشماری سال ۱۳۸۵مورد نظر است.)

$P_۰$، جمعیت در سرشماری ماقبل آخر (در این‌جا از سرشماری سال ۱۳۷۵ به‌عنوان سرشماری ماقبل آخر استفاده شده است.) و t، فاصله‌ی بین دو سرشماری بر حسب سال است که برای فاصله‌های ۱۰ ساله، مقداری برابر با ۱۰ خواهد داشت. بر اساس نرخ رشد محاسبه‌شده در بالا پیش‌بینی جمعیت کل ایران در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ به‌صورت زیر انجام می‌شوند.

$$P_{۱۳۹۵} = P_{۱۳۸۵}(۱ + r \times ۱۰) = ۷۰,۴۹۵,۷۸۲(۱ + ۰/۱۷۴)$$
$$= ۸۲,۷۶۲,۰۴۸$$

$$P_{۱۴۰۵} = P_{۱۳۸۵}(۱ + r \times ۲۰) = P_{۱۳۹۵}(۱ + r \times ۱۰)$$
$$= ۸۲,۷۶۲,۰۴۸ \times ۱/۱۷۴$$
$$= ۹۷,۱۶۲,۶۴۴$$

۱۰-۲-۲ تابع رشد هندسی

اگر رشد جمعیت بر اساس تابع زیر باشد، خواهیم داشت

$$P_t = P_۰(۱ + r)^t$$

$$r = \exp\left\{\frac{۱}{t}\mathrm{Ln}(\frac{P_t}{P_۰})\right\} - ۱$$

که در آن نمادهای استفاده‌شده پیش از این تعریف شده‌اند. با در نظر گرفتن جمعیت سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵، نرخ رشد به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$r = \exp\left\{\frac{۱}{۱۰}\log\frac{۷۰,۴۹۵,۷۸۲}{۶۰,۰۵۵,۴۸۸}\right\} - ۱$$
$$\approx ۰/۰۱۶۲$$

حال اگر فرض کنیم که نرخ رشد به دست آمده طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۷۵، تا سال ۱۴۰۵ ثابت باشد، در این صورت داریم:

$$P_{۱۳۹۵} = P_{۱۳۸۵}(۱ + r)^{۱۰} = ۷۰,۴۹۵,۷۸۲(۱ + ۰/۰۱۶۲)^{۱۰}$$
$$= ۸۲,۷۸۵,۶۴۵$$

$$P_{۱۴۰۵} = P_{۱۳۹۵}(۱ + ۰/۰۱۶۲)^{۱۰}$$
$$= ۸۲,۷۸۵,۶۴۵ \times ۱/۱۷۴۳$$
$$= ۹۷,۲۱۸,۰۵۸$$

۱۰-۲-۳ تابع رشد نمایی

چنان‌چه رشد جمعیت از تابع نمایی پیروی کند، خواهیم داشت:

$$P_t = P_۰ e^{rt}$$

$$r = \frac{۱}{t}\left[\log_{۱۰}(\frac{P_t}{P_۰})\right]\frac{۱}{\log_{۱۰} e}$$

نمادها مشابه قبل هستند. با در نظر گرفتن جمعیت سرشماری‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ نرخ رشد متوسط به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$r = \frac{۱}{۱۰}(\log ۱/۱۷۳۸)\frac{۱}{۰/۴۳۴۳}$$
$$= \frac{۰/۰۰۶۹۶}{۰/۴۳۴۳} = ۰/۰۱۶۰۳$$

با فرض اینکه رشد جمعیت ایران طی دوره‌ی ده ساله‌ی ۱۳۸۵-۱۳۷۵ تا سال ۱۴۰۵ ثابت باقی بماند، داریم:

$$P_{۱۳۹۵} = P_{۱۳۸۵} \times e^{r\times ۱۰}$$
$$= ۷۰,۴۹۵,۷۸۲ \times e^{۰/۰۱۶۰۳\times ۱۰}$$
$$= ۷۰,۴۹۵,۷۸۲ \times ۱/۱۷۳۸۴$$
$$= ۸۲,۷۵۰,۷۶۹$$

$$P_{۱۴۰۵} = P_{۱۳۹۵} \times e^{۱۰r}$$
$$= ۸۲,۷۵۲,۱۷۸ \times ۱/۱۷۳۸۴$$
$$= ۹۷,۱۳۶,۱۶۲$$

۱۰-۲-۴ تابع نمایی اصلاح‌شده

معادله‌ی تابع نمایی اصلاح‌شده به شکل زیر است.

$$P_t = a + bc^t$$

این روش براساس پیش‌بینی پارامترهای a، b و c در مدل نمایی اصلاح‌شده استوار است. در ادامه روشی ساده برای براورد پارامترها در این مدل معرفی می‌شود. پس از برازش مدل با استفاده از آن به پیش‌بینی جمعیت پرداخته می‌شود. نکته‌ی قابل‌توجه درباره‌ی تابع یادشده این است که این تابع فقط در حالتی که تعداد مشاهده‌ها (مقطع‌های زمانی که جمعیت در آن زمان‌ها از سرشماری وجود دارد) مضرب سه باشد دارای جواب است.

فرض کنید $S_۱$، $S_۲$ و $S_۳$ به‌ترتیب جمع یک‌سوم اول، دوم و سوم مشاهده‌ها باشند. تعریف می‌کنیم

$$d_۱ = S_۲ - S_۱$$
$$d_۲ = S_۳ - S_۲$$

با در نظر گرفتن این تعریف‌ها پارامترهای a، b و c از رابطه‌های (۱۰-۱)، (۱۰-۲) و (۱۰-۳) به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$a = \frac{۱}{m}\left(S_۱ - \frac{d_۱}{C^{m-۱}}\right) \qquad (۱۰\text{-}۱)$$

$$b = \frac{d_1(C-1)}{(C^m-1)^2} \qquad (۱۰\text{-}۲)$$

$$C^m = \frac{d_2}{d_1} \qquad (۱۰\text{-}۳)$$

در اینجا m برابر با یک‌سوم کل تعداد مشاهده‌ها (تعداد سرشماری‌ها) است. به عبارت دیگر $m = \frac{n}{3}$.

در ادامه پیش‌بینی جمعیت کشور ایران به روش تابع نمایی اصلاح‌شده آمده است.

$$m = \frac{6}{3} = 2$$

$$S_1 = P_{1335} + P_{1345} = 18,954,704 + 25,788,722$$
$$= 44,743,426$$

$$S_2 = P_{1355} + P_{1365} = 33,708,744 + 49,445,010$$
$$= 83,153,754$$

$$S_3 = P_{1375} + P_{1385} = 60,055,488 + 70,495,782$$
$$= 130,551,270$$

$$d_1 = S_2 - S_1 = 38,410,328$$

$$d_2 = S_3 - S_2 = 47,397,516$$

بنا بر این داریم

$$C = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^{\frac{1}{m}} = (1/2340)^{\frac{1}{2}} = 1/110085$$

$$a = \frac{1}{2}\left(44,743,426 - \frac{38,410,328}{1/2340-1}\right)$$
$$= -5970163737/43$$

$$b = \frac{38,410,328\,(1/110085-1)}{(1/2340-1)^2}$$
$$= 77,759,238/42$$

بنا بر این منحنی برازانده شده به داده‌ها به‌صورت زیر به دست می‌آید.

$$P_t = \left(-۵۹,۷۰۱,۶۳۷/۴۳\right) + \left(۷۷,۷۵۹,۲۳۸/۴۲\right) \times \left(۱/۱۱۰۸۵\right)^t$$

اکنون برای پیش‌بینی جمعیت ایران در سال ۱۳۹۵ ابتدا t (فاصله‌ی زمانی میان اولین مشاهده سال ۱۳۳۵و سال مورد نظر که در اینجا سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ است،) محاسبه می‌شود.

$$t = \frac{۱۳۹۵ - ۱۳۳۵}{۱۰} = ۶$$

$$\begin{aligned} P_{۱۳۹۵} &= \left(-۵۹,۷۰۱,۶۳۷/۴۳\right) + \left(۷۷,۷۵۹,۲۳۸/۴۲\right) \times \left(۱/۱۱۰۸۵\right)^۶ \\ &= -۵۹,۷۰۱,۶۳۷/۴۳ + ۷۷,۷۵۹,۲۳۸/۴۲ \times ۲/۰۸۷۳۱ \\ &= ۸۶,۴۰۹,۹۰۱ \end{aligned}$$

و به همین ترتیب پیش‌بینی جمعیت سال ۱۴۰۵ ایران به‌صورت زیر به دست می‌آید.

$$t = \frac{۱۴۰۵ - ۱۳۳۵}{۱۰} = ۷$$

$$\begin{aligned} P_{۱۴۰۵} &= \left(-۵۹,۷۰۱,۶۳۷/۴۳\right) + \left(۷۷,۷۵۹,۲۳۸/۴۲\right) \times \left(۱/۱۱۰۸۵\right)^۷ \\ &= ۱۰۲,۶۰۵,۹۹۸ \end{aligned}$$

۱۰-۲-۵ منحنی لوژستیکی

معادله‌ی منحنی لوژستیکی به‌صورت تابع زیر است.

$$P_t = \frac{K}{۱ - e^{a+bt}}$$

که در آن K، a و b پارامترهای مدل هستند. این معادله با اندکی تغییر به‌صورت تابع نمایی اصلاح‌شده تبدیل می‌شود.

$$\frac{1}{P_t} = \frac{1 - e^{a+bt}}{K}$$

$$\Rightarrow Y_t = \frac{1}{K} - \frac{e^a}{K} e^{bt}$$

$$Y_t = A + BC^t$$

که در آن

$$Y_t = \frac{۱}{P_t}, \quad A = \frac{۱}{K}, \quad B = \frac{-e^a}{K} \qquad C = e^b$$

حال با استفاده از روش بیان‌شده در بالا برای پیش‌بینی جمعیت به براورد این تابع نمایی اصلاح‌شده پرداخته می‌شود.

$$Y_{۱۳۳۵} = \frac{۱}{P_{۱۳۳۵}} = \frac{۱}{۱۸,۹۵۴,۷۰۴} = ۰/۵۲۷۵۷۴ \times ۱۰^{-۷}$$

$$Y_{۱۳۴۵} = \frac{۱}{P_{۱۳۴۵}} = \frac{۱}{۲۵,۷۸۸,۷۲۲} = ۰/۳۸۷۷۶۶ \times ۱۰^{-۷}$$

$$Y_{۱۳۵۵} = \frac{۱}{P_{۱۳۵۵}} = \frac{۱}{۳۳,۷۰۸,۷۴۴} = ۰/۲۹۶۶۵۹ \times ۱۰^{-۷}$$

$$Y_{۱۳۶۵} = \frac{۱}{P_{۱۳۶۵}} = \frac{۱}{۴۹,۴۴۵,۰۱۰} = ۰/۲۰۲۲۴۵ \times ۱۰^{-۷}$$

$$Y_{۱۳۷۵} = \frac{۱}{P_{۱۳۷۵}} = \frac{۱}{۶۰,۰۵۵,۴۸۸} = ۰/۱۶۶۵۱۳ \times ۱۰^{-۷}$$

$$Y_{۱۳۸۵} = \frac{۱}{P_{۱۳۸۵}} = \frac{۱}{۷۰,۴۹۵,۷۸۲} = ۰/۱۴۱۸۵۳ \times ۱۰^{-۷}$$

بنا بر این داریم

$$m = ۲ ، \quad S_۱ = Y_{۱۳۳۵} + Y_{۱۳۴۵} = ۰/۹۱۵۳۴۰ \times ۱۰^{-۷}$$

$$S_۲ = Y_{۱۳۵۵} + Y_{۱۳۶۵} = ۰/۴۹۸۹۰۴ \times ۱۰^{-۷}$$

$$S_۳ = Y_{۱۳۷۵} + Y_{۱۳۸۵} = ۰/۳۰۸۳۶۶ \times ۱۰^{-۷}$$

$$d_۱ = S_۲ - S_۱ = -۰/۴۱۶۴۳۶ \times ۱۰^{-۷}$$

$$d_۲ = S_۳ - S_۲ = -۰/۱۹۰۵۳۸ \times ۱۰^{-۷}$$

بر اساس رابطه‌های (۱۰-۱)، (۱۰-۲) و (۱۰-۳) معرفی‌شده در قبل، خواهیم داشت

$$C^۲ = \frac{d_۲}{d_۱} = ۰/۴۵۷۵۴۷$$

$$C = ۰/۶۷۶۴۲۱$$

$$A = \frac{۱}{m}\left(S_۱ - \frac{d_۱}{C^{m} - ۱}\right)$$

$$\therefore A = \frac{۱}{۲}\left[۰/۹۱۵۳۴۰ \times ۱۰^{-۷} - \frac{\left(-۰/۴۱۶۴۳۶ \times ۱۰^{-۷}\right)}{-۰/۵۴۲۴۵۵} \right]$$

$$= ۰/۰۷۳۸۲۵ \times ۱۰^{-۷}$$

$$B = \frac{d_1(C-1)}{(C^m - 1)^2}$$

$$\therefore B = \frac{\left(-۰/۴۱۶۴۳۶ \times ۱۰^{-۷}\right)\left(-۰/۳۲۳۵۷۹\right)}{\left(-۰/۵۴۲۴۵۵\right)^۲}$$

$$= ۰/۴۵۷۹۳۳ \times ۱۰^{-۷}$$

اکنون مقدار پارامترهای منحنی لوژستیکی (K ، a و b) براساس پارامترهای تابع نمایی اصلاح‌شده‌ی برازش داده‌شده (A ، B و C) و با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند.

$$K = \frac{1}{A}$$

$$a = \frac{\log_{۱۰}^{(-B.K)}}{\log_{۱۰}^{e}} = \mathrm{Ln}(-BK)$$

$$b = \frac{\log_{۱۰}^{C}}{\log_{۱۰}^{e}} = \mathrm{Ln}C$$

بنا بر این محاسبه‌ی پارامترهای منحنی لوژستیکی به‌صورت زیر است.

$$K = \frac{۱}{\left(۰/۰۷۳۸۲۵ \times ۱۰^{-۷}\right)} = ۰/۱۳۵۴۵۵ \times ۱۰^{۹}$$

$$a = Ln\left[(-۰/۱۳۵۴۵۵ \times ۱۰^{۹}) \times (۰/۴۵۷۹۳۳ \times ۱۰^{-۷}) \right]$$

$$= Ln(-۶/۲۰۲۹۳۲)$$

$$b = Ln(۰/۶۷۶۴۲۱)$$

$$= -۰/۳۹۰۹۴۰$$

با توجه به این‌که مقدار a قابل محاسبه نیست، برازش منحنی لوژستیکی برای پیش‌بینی جمعیت ایران قابل استفاده نیست. علت اصلی مسئله این است که تفاضل‌های مرتبه‌ی اول سری معکوس

مشاهده‌ها با درصد ثابتی تغییر نمی‌کند و نرخ رشد جمعیت ایران در طول ۵۰ سال مورد بررسی یعنی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵ ثابت نبوده و با نوسان افزایش یافته است.

۶-۲-۱۰ منحنی گومپرتز

معادله‌ی منحنی گومپرتز به‌صورت $P_t = ab^{ct}$ بوده که به‌صورت تابع نمایی اصلاح‌شده نیز قابل تبدیل است. این‌کار به‌سادگی با انجام عملیات لگاریتم‌گیری از دو طرف معادله‌ی بالا انجام می‌شود.

$$\log P_t = \log ab^{ct} = \log a + \log b^{ct}$$
$$= \log a + c^t \log b$$

رابطه‌ی بالا را می‌توان با در نظر گرفتن تبدیل‌های زیر به تابع نمایی اصلاح‌شده تبدیل کرد.

$$\gamma_t = \log P_t$$
$$A = \log a$$
$$B = \log b$$
$$\gamma_t = A + BC^t$$

بنا بر این برای پیش‌بینی جمعیت با استفاده از این روش به‌صورتی که در ادامه می‌آید، عمل می‌شود. مقدارهای γ همان لگاریتم‌های جمعیت هستند.

$$\gamma_{۱۳۳۵} = \log P_{۱۳۳۵} = \log(۱۸,۹۵۴,۷۰۴) = ۷/۲۷۷۷۲$$
$$\gamma_{۱۳۴۵} = \log P_{۱۳۴۵} = \log(۲۵,۷۸۸,۷۲۲) = ۷/۴۱۱۴۳$$
$$\gamma_{۱۳۵۵} = \log P_{۱۳۵۵} = \log(۳۳,۷۰۸,۷۴۴) = ۷/۵۲۷۷۴$$
$$\gamma_{۱۳۶۵} = \log P_{۱۳۶۵} = \log(۴۹,۴۴۵,۰۱۰) = ۷/۶۹۴۱۲$$
$$\gamma_{۱۳۷۵} = \log P_{۱۳۷۵} = \log(۶۰,۰۵۵,۴۸۸) = ۷/۷۷۸۵۵$$
$$\gamma_{۱۳۸۵} = \log P_{۱۳۸۵} = \log(۷۰,۴۹۵,۷۸۲) = ۷/۸۴۸۱۶$$

$$S_۱ = ۱۴/۶۸۹۱۵, \quad S_۲ = ۱۵/۲۲۱۸۶, \quad S_۳ = ۱۵/۶۲۶۷۱$$

$$d_۱ = ۰/۵۳۲۷۱, \quad d_۲ = ۰/۴۰۴۸۵$$

$$C^۲ = \frac{d_۲}{d_۱} = \frac{۰/۴۰۴۸۵}{۰/۵۳۲۷۱} = ۰/۷۵۹۹۸۲$$
$$\therefore C = ۰/۸۷۱۷۷۰$$

$$A = \frac{۱}{۲}\left(S_۱ - \frac{d_۱}{C^۲ - ۱}\right)$$
$$= \frac{۱}{۲}\left(۱۴/۶۸۹۱۵ - \frac{۰/۵۳۲۷۱}{-۰/۲۴۰۰۱۸}\right)$$
$$= ۸/۴۵۴۳۰۵$$

$$B = \frac{d_۱(C - ۱)}{(C^۲ - ۱)^۲}$$
$$= \frac{۰/۵۳۲۷۱\,(-۰/۱۲۸۲۳)}{(-۰/۲۴۰۰۱۸)^۲}$$
$$= -۱/۱۸۵۷۴۹$$

$$a = ۱۰^{A} = ۱۰^{۸/۴۵۴۳۰۵}$$
$$= ۲/۸۴۶۴۵۹۴۴ \times ۱۰^{۸}$$

$$b = ۱۰^{B} = ۱۰^{-۱/۱۸۵۷۴۹}$$
$$= ۰/۰۶۵۲۰۱$$

بنا بر این منحنی مورد نظر برای پیش‌بینی جمعیت ایران در سال ۱۳۹۵ براساس جمعیت سال‌های ۱۳۳۵-۱۳۸۵ با استفاده از این روش به‌صورت زیر است.

$$P_t = \left(۲/۸۴۶۴۵۹۴۴ \times ۱۰^{۸}\right) + \left(۰/۰۶۵۲۰۱\right)^{(۰/۸۷۱۷۷)^t}$$

$$P_{۱۳۹۵} = \left(۲/۸۴۶۴۵۹۴۴ \times ۱۰^{۸}\right) + \left(۰/۰۶۵۲۰۱\right)^{(۰/۸۷۱۷۷)^۶}$$
$$= \left(۲/۸۴۶۴۵۹۴۴ \times ۱۰^{۸}\right) + \left(۰/۰۶۵۲۰۱\right)^{۰/۴۳۸۹۴۶}$$
$$= ۸۵,۸۶۷,۱۴۹$$

و پیش‌بینی جمعیت ایران برای سال ۱۴۰۵ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$P_{۱۴۰۵} = \left(۲/۸۴۶۴۵۹۴۴ \times ۱۰^{۸}\right) + \left(۰/۰۶۵۲۰۱\right)^{(۰/۸۷۱۷۷)^۷}$$
$$= \left(۲/۸۴۶۴۵۹۴۴ \times ۱۰^{۸}\right) + \left(۰/۰۶۵۲۰۱\right)^{۰/۳۸۲۶۶۰}$$
$$= ۱۰۰,۱۳۰,۷۵۷$$

۷-۲-۱۰ منحنی هیپربولیک

معادله‌ی منحنی هیپربولیک که گاهی منحنی انفجار نیز نامیده می‌شود به‌شکل زیر است.

$$P_t = \frac{k}{t_e - t}, \qquad t < t_e \qquad (۱۰\text{-}۴)$$

پارامترهای نامعلوم در این معادله k و t_e هستند.

با دانستن مقدارهای جمعیت اولیه (سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۷۵) k و t_e به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$P_{۱۳۷۵} = ۶۰,۰۵۵,۴۸۸ = \frac{k}{t_e - ۱۳۷۵} \qquad (۱۰\text{-}۵)$$

$$P_{۱۳۸۵} = ۷۰,۴۹۵,۷۸۲ = \frac{k}{t_e - ۱۳۸۵} \qquad (۱۰\text{-}۶)$$

و با تقسیم معادله‌ی (۱۰-۶) به (۱۰-۵) داریم:

$$\frac{۷۰,۴۹۵,۷۸۲}{۶۰,۰۵۵,۴۸۸} = \frac{t_e - ۱۳۷۵}{t_e - ۱۳۸۵}$$

$$t_e = \frac{۱۳۸۵\,(۱/۱۷۳۸) - ۱۳۷۵}{۱/۱۷۳۸ - ۱} = ۱۴۴۲/۵۳۷۴$$

و با جای‌گزینی مقدار t_e به دست آمده در معادله‌ی (۱۰-۵) مقدار k به‌صورت زیر به دست می‌آید.

$$\begin{aligned} K &= P_{۷۵}\left(t_e - ۱۳۷۵\right) \\ &= ۶۰,۰۵۵,۴۸۸\left(۱۴۴۲/۵۳۷۴ - ۱۳۷۵\right) \\ &= ۴,۰۵۵,۹۹۱,۵۱۵ \end{aligned}$$

بنا بر این معادله‌ی هیپربولیک برای پیش‌بینی جمعیت به‌صورت زیر براورد می‌شود.

$$P_t = \frac{۴,۰۵۵,۹۹۱,۵۱۵}{۱۴۴۲/۵۳۷۴ - t} \qquad (۱۰\text{-}۷)$$

و با استفاده از رابطه‌ی (۱۰-۷)، پیش‌بینی جمعیت ایران در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵به‌صورتی که در ادامه می‌آید، پیش‌بینی می‌شود.

$$\begin{aligned} P_{۱۳۹۵} &= \frac{۴,۰۵۵,۹۹۱,۵۱۵}{۱۴۴۲/۵۳۷۴ - ۱۳۹۵} \\ &= ۸۵,۳۲۲,۱۱۵ \end{aligned}$$

$$P_{۱۴۰۵} = \frac{۴,۰۵۵,۹۹۱,۵۱۵}{۱۴۴۲ / ۵۳۷۴ - ۱۴۰۵} = ۱۰۸,۰۵۲,۰۰۹$$

۱۰-۲-۸ منحنی چندجمله‌ای

این منحنی از یک تابع چند جمله‌ای از درجه‌ی n به‌شکل زیر تشکیل می‌شود.

$$P_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + ... + a_n t^n$$

برای محاسبه‌ی پارامترهای مدل از معادله‌های نرمال تعریف‌شده در زیر استفاده می‌شود.

$$\sum_{t=۰}^{k-۱} (P_t - a_۰ - a_۱ t - a_۲ t^۲ - ... - a_n t^n) = ۰ \qquad (۱۰\text{-}۸)$$

پس از حاصل‌ضرب طرفین رابطه‌ی (۱۰-۸) در مقدار t^i به ازای $i = ۱,۲,...,n$ خواهیم داشت.

$$\sum_{t=۰}^{k-۱} (P_t - a_۰ - a_۱ t - a_۲ t^۲ - ... - a_n t^n) t^i = ۰ \qquad i = ۱, ۲, ..., n$$

در این رابطه‌ها جمع روی همه‌ی مقدارهای مشاهده‌شده‌ی جمعیت که در مثال ما برابر با $k = ۶$ است، بسته می‌شود. به‌عنوان نمونه یک منحنی درجه‌ی دوم (سهمی) با مقدار $n = ۲$، معادله‌های نرمالی به‌صورت زیر خواهد داشت.

$$\sum_{t=۰}^{k-۱} (P_t - a_۰ - a_۱ t - a_۲ t^۲) = ۰$$

$$\sum_{t=۰}^{k-۱} (P_t - a_۰ - a_۱ t - a_۲ t^۲) t^۱ = ۰$$

$$\sum_{t=۰}^{k-۱} (P_t - a_۰ - a_۱ t - a_۲ t^۲) t^۲ = ۰$$

می‌توان معادله‌های بالا را به‌صورت زیر بازنویسی کرد.

$$k a_۰ + a_۱ \sum_{t=۰}^{k-۱} t + a_۲ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ = \sum_{t=۰}^{k-۱} P_t$$

$$a_۰ \sum_{t=۰}^{k-۱} t + a_۱ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ + a_۲ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ = \sum_{t=۰}^{k-۱} t\ P_t$$

$$a_۰ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ + a_۱ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ + a_۲ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۴ = \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ P_t$$

معادله‌های نرمال بالا را می‌توان به‌صورت ماتریسی و به شکل زیر بازنویسی کرد.

$$\begin{bmatrix} k & \sum_{t=۰}^{k-۱} t & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۴ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_۰ \\ a_۱ \\ a_۲ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{t=۰}^{k-۱} P_t \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t\, P_t \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲\, P_t \end{bmatrix}$$

و مقدارهای $a_۰$، $a_۱$ و $a_۲$ به‌صورت زیر به‌دست می‌آیند.

$$\begin{bmatrix} a_۰ \\ a_۱ \\ a_۲ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k & \sum_{t=۰}^{k-۱} t & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۴ \end{bmatrix}^{-۱} \begin{bmatrix} \sum_{t=۰}^{k-۱} P_t \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t\, P_t \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲\, P_t \end{bmatrix}$$

در مثال مربوط به کشور ایران داده‌های مورد نیاز برای پیش‌بینی جمعیت با استفاده از این روش در جدول ۱۰-۲ خلاصه شده‌اند.

$$\begin{bmatrix} k & \sum_{t=۰}^{k-۱} t & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ \\ \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۲ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۳ & \sum_{t=۰}^{k-۱} t^۴ \end{bmatrix}^{-۱} = \begin{bmatrix} ۶ & ۱۵ & ۵۵ \\ ۱۵ & ۵۵ & ۲۲۵ \\ ۵۵ & ۲۲۵ & ۹۷۹ \end{bmatrix}^{-۱}$$

$$= \frac{۱}{۳۹۲۰} \begin{bmatrix} ۳۲۲۰ & -۲۳۱۰ & ۳۵۰ \\ -۲۳۱۰ & ۲۸۴۹ & -۵۲۵ \\ ۳۵۰ & -۵۲۵ & ۱۰۵ \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_۰ \\ a_۱ \\ a_۲ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ۰/۸۲۱۴ & -۰/۵۸۹۲ & ۰/۰۸۹۲ \\ -۰/۵۸۹۲ & ۰/۷۲۶۷ & -۰/۱۳۳۹ \\ ۰/۰۸۹۲ & -۰/۱۳۳۹ & ۰/۰۲۶۷ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ۲۵۸,۴۴۸ \\ ۸۳۴,۲۴۲ \\ ۳,۳۲۸,۹۱۰ \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} ۱۷۶۹۲/۵۷۲۸ \\ ۸۲۲۵/۰۵۰۸ \\ ۲۳۰/۴۵۴۸ \end{bmatrix}$$

معادله‌ی دوجمله‌ای برای داده‌های جمعیتی در این مثال به‌صورت زیر براورد می‌شود.

$$P_t = ۱۷۶۹۲/۵۷۲۸ + ۸۲۲۵/۰۵۰۸\,t + ۲۳۰/۴۵۴۸\,t^{۲}$$

با استفاده از این منحنی درجه‌ی دوم پیش‌بینی، جمعیت ایران در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ بر حسب هزار نفر به‌صورتی‌که در ادامه می‌آید، پیش‌بینی می‌شود.

$$P_{۱۳۹۵} = ۱۷۶۹۲/۵۷۲۸ + ۸۲۲۵/۰۵۰۸ \times ۶ + ۲۳۰/۴۵۴۸ \times ۶^{۲}$$
$$= ۷۵,۳۳۹/۲۵۰۴$$

$$P_{۱۴۰۵} = ۱۷۶۹۲/۵۷۲۸ + ۸۲۲۵/۰۵۰۸ \times ۷ + ۲۳۰/۴۵۴۸ \times ۷^{۲}$$
$$= ۸۶,۵۶۰/۲۱۳۶$$

جدول ۱۰-۲. داده‌های مورد نیاز روش دوجمله‌ای

(t) زمان	(P_t) جمعیت در هزار	t^2	t^3	t^4	$t\,P_t$	$t^{۲}P_t$
۰	۱۸/۹۵۴	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۲۵.۷۸۹	۱	۱	۱	۲۵.۷۸۹	۲۵.۷۸۹
۲	۳۳/۷۰۹	۴	۸	۱۶	۶۷.۴۱۸	۱۳۴.۸۳۶
۳	۴۹.۴۴۵	۹	۲۷	۸۱	۱۴۸/۳۳۵	۴۴۵.۰۰۵
۴	۶۰/۰۵۵	۱۶	۶۴	۲۵۶	۲۴۰/۲۲۰	۹۶۰/۸۸۰
۵	۷۰.۴۹۶	۲۵	۱۲۵	۶۲۵	۳۵۲.۴۸۰	۱.۷۶۲.۴۰۰
کل	۲۵۸.۴۴۸	۵۵	۲۲۵	۹۷۹	۸۳۴.۲۴۲	۳/۳۲۸/۹۱۰

جدول ۱۰-۳. یافته‌های پیش‌بینی جمعیت ایران در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۴۰۵ با استفاده از روش‌های ریاضی

ردیف	روش	رابطه‌ی برازش داده‌شده	پیش‌بینی جمعیت ۱۳۹۵	پیش‌بینی جمعیت ۱۴۰۵
۱	تابع رشد خطی	$P_t = P_۰(۱ + ۰/۰۱۷۴t)$	۸۲/۷۶۲/۰۴۸	۹۵.۰۲۸/۳۱۴
۲	تابع رشد هندسی	$P_t = P_۰(۱ + ۰/۰۱۶۲)^t$	۸۲.۷۸۵.۶۴۵	۹۷/۲۱۸.۰۵۸
۳	تابع رشد نمایی	$P_t = P_۰ e^{۰/۰۱۶۰۳t}$	۸۲.۷۵۰.۷۶۹	۷۹.۱۳۶.۱۶۲
۴	تابع نمایی اصلاح‌شده	$P_t = -۵۹,۷۰۱,۶۳۷/۴۳ + (۷۷,۷۵۹,۲۳۸/۴۲) \times (۱/۱۱۰۸۵)^t$	۸۶.۴۰۹.۹۰۱	۱۰۲.۶۰۵.۹۹۸
۵	منحنی لوژستیکی	قابل محاسبه نیست.	-	-
۶	منحنی گومپرتز	$P_t = (۲/۸۴۶۴۵۹۴۴ \times ۱۰^{۸}) \times (۰/۰۶۵۲۰۱)^{(۰/۸۷۱۷۷)^t}$	۸۵.۸۶۷/۱۴۹	۱۰۰/۱۳۰/۷۵۷
۷	تابع هیپربولیک	$P_t = \frac{۴,۰۵۵,۹۹۱,۵۱۵}{۱۴۴۲/۵۳۷۴ - t}$	۸۵.۳۲۲/۱۱۵	۱۰۸/۰۵۲/۰۰۹
۸	تابع دوجمله‌ای	$P_t = ۱۷,۶۹۲/۵۷۲۸ + ۸,۲۲۵/۰۵۰۸\,t + ۲۳۰/۴۵۴۸\,t^{۲}$	۷۵.۳۳۹/۲۵۰	۸۶.۵۶۰.۲۱۴

اگر P_t، P_{t-1}، P_{t-2} و ... مقدارهای جمعیت در زمان‌های t، $t-1$، $t-2$ و ... باشند، تفاضل‌های مرتبه‌ی اول و دوم در زمان t به‌صورت زیر تعریف می‌شوند.

تفاضل مرتبه‌ی اول
$$\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$$

تفاضل مرتبه‌ی دوم
$$\Delta^2 P_t = \Delta(\Delta P_t) = \Delta(P_t - P_{t-1}) = P_t - 2P_{t-1} + P_{t-2}$$

بر اساس این تعریف‌ها، به‌منظور پیش‌بینی‌های جمعیتی، روش ریاضی مناسب با در نظر گرفتن نکته‌های زیر انتخاب می‌شود.

- اگر تفاضل مرتبه‌ی اول از سری مشاهده‌ها تقریباً ثابت باشد، مدل ریاضی تابع رشد خطی، روشی مناسب برای پیش‌بینی جمعیت است.
- اگر تفاضل‌های مرتبه‌ی دوم به‌طور تقریبی ثابت باشند، برازش منحنی درجه دوم مناسب است.
- اگر روند تفاضل‌های مرتبه‌ی اول بر حسب درصد ثابتی کاهش یابد، تابع نمایی اصلاح‌شده مدل مناسبی برای پیش‌بینی جمعیت است.
- اگر تفاضل مرتبه‌ی اول سری لگاریتم مشاهده‌ها تقریباً ثابت باشد، استفاده از منحنی نمایی برای پیش‌بینی جمعیت مناسب است.
- اگر تفاضل‌های مرتبه‌ی دوم سری لگاریتم مشاهده‌ها به‌طور تقریبی ثابت باشند، برازش منحنی لگاریتمی مناسب است.
- اگر روند تفاضل‌های مرتبه‌ی اول سری لگاریتم مشاهده‌ها بر حسب درصد ثابتی تغییر کند، از منحنی گومپرتز برای پیش‌بینی جمعیت استفاده می‌شود.
- اگر تفاضل مرتبه‌ی اول از وارون سری مشاهده‌ها برحسب درصد ثابتی تغییر کند، استفاده از منحنی لوژستیکی برای پیش‌بینی جمعیت پیش‌نهاد می‌شود.

۳-۱۰ روش مولفه‌ای نسلی

عدم استفاده از اطلاعات ساختار جمعیتی و دشواری ارائه‌ی طبقه‌بندی‌های ترکیب جمعیت پیش‌بینی شده در روش‌های ریاضی پیش‌بینی جمعیت، علت‌های اصلی عدم استقبال از این روش‌ها از سوی برنامه‌ریزان هستند. به‌عنوان نمونه، ممکن است به علت وجود فرزندان زیاد در بیست سال گذشته، هم‌اکنون تعداد زیادی از زنان وارد سال‌های باروری شده باشند. این مسئله سبب افزایشی شدید در تعداد تولدها در آینده‌ی نزدیک می‌شود. در حالی‌که چنین اطلاعاتی را نمی‌توان به‌صورت مستقیم در هیچ یک از روش‌های ریاضی به کار برد. به این ترتیب ضرورت استفاده از روش دیگری که از این‌گونه اطلاعات برای پیش‌بینی جمعیت استفاده کند به‌روشنی دیده می‌شود. چنین روشی را روش «مولفه‌ای نسلی» می‌نامند.

۱۰-۳-۱ معادله‌ی جمعیتی پایه

کالین نیول در کتاب خود با عنوان «روش‌ها و مدل‌ها در جمعیت‌شناسی» معادله‌ی جمعیت پایه را به‌صورت زیر بیان کرده است.

$$P_{t+1} = P_t + \text{تولدها} - \text{مرگ‌ها} + \text{درون‌کوچی} - \text{برون‌کوچی} \qquad (۱۰-۹)$$

اختلاف بین تولدها و مرگ‌ها «افزایش طبیعی» جمعیت نامیده می‌شود. به‌طور مشابه، از تفاوت میان تعداد درون‌کوچی‌ها و برون‌کوچی‌ها از یک ناحیه نیز «کوچ خالص» به دست می‌آید. بنا بر این رابطه‌ی (۱۰-۹) را می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد.

تغییر جمعیت = افزایش طبیعی + کوچ خالص

گاهی معادله‌ی جمعیتی پایه را «معادله‌ی موازنه» می‌نامند. بر اساس این معادله تغییر جمعیت متأثر از دو مولفه‌ی افزایش طبیعی و کوچ خالص است. با تقسیم هر یک از اجزای معادله‌ی (۱۰-۹) بر جمعیت میانه‌ی سال، رابطه برحسب میزان‌های رشد، میزان افزایش طبیعی و میزان کوچ خالص بیان می‌شود.

$$\frac{\text{تغییر جمعیت}}{\text{جمعیت میانه‌ی سال}} = \frac{\text{افزایش طبیعی}}{\text{جمعیت میانه‌ی سال}} + \frac{\text{کوچ خالص}}{\text{جمعیت میانه‌ی سال}}$$

میزان رشد = میزان افزایش طبیعی + میزان کوچ خالص

در برخی مناطق جهان، افزایش طبیعی بسیار بیش‌تر از کوچ خالص تعیین‌کننده‌ی تغییر جمعیت است. این موضوع به‌ویژه در کشورهایی که مرحله‌ی گذار جمعیتی خود را تجربه می‌کنند و دارای باروری بیش‌تری نسبت به مرگ هستند، صادق است. در مورد جمعیت کل کشورها، با توجه به این‌که کوچ از مرزهای ملی به‌طور معمول بسیار کم‌تر از کوچ میان نواحی داخلی کشورهاست چنین مدلی برقرار است. در مقابل در کشورهای پیشرفته و کوچک در حال توسعه کوچ خالص نقش بیش‌تر و مهم‌تری نسبت به افزایش طبیعی ایفا می‌کند. هنگام بررسی جمعیت در سطح‌های پایینی چون جمعیت استان‌ها، نواحی، شهرها و ... مولفه‌ی کوچ خالص اهمیت بسیاری دارد. همچنین در مورد برنامه‌ریزان و مدیرانی که داده‌های جمعیتی را به‌ویژه برای پیش‌بینی‌های جمعیتی به کار می‌برند و علاقه‌مند به اطلاعات مختص نواحی با مناطق شهری هستند، کوچ تأثیر زیادی دارد.

بیش‌تر پیش‌بینی‌های جمعیتی از مدل‌های اصولی هستند. به این معنی که بر اساس یک جمعیت پایه‌ی ثابت و مجموعه‌ای از فرضیه‌های مشخص شکل می‌گیرند. در جمعیت‌شناختی این مدل‌ها بر مبنای مفهوم «هم‌سالی مصنوعی» ساخته می‌شوند. در چنین مدل‌هایی همه‌ی عامل‌ها به جز یکی مانند ساختار سنی، باروری، مرگ و کوچ، ثابت و به‌طور معمول صفر در نظر گرفته می‌شوند. بنا بر این شاخص‌های محاسبه‌شده توسط آن‌ها به‌صورت دقیق تنها یکی از عامل‌ها را توصیف می‌کند.

۲-۳-۱۰ معرفی روش پیش‌بینی مولفه‌ای نسلی

روش پیش‌بینی مولفه‌ای نسلی گسترش معادله‌ی پایه‌ی جمعیتی معرفی‌شده در قبل است. پیش از استفاده از این روش تعیین سه مولفه ضروری است. جمعیت پایه‌ای که به‌عنوان نقطه‌ی آغازین پیش‌بینی‌ها در نظر گرفته می‌شود، مجموعه‌ای از فرضیه‌ها درباره‌ی چگونگی تغییر رویدادهای جمعیتی در طول دوره‌ی زمانی تحت پوشش پیش‌بینی به‌همراه انتخاب روشی برای اعمال فرض‌ها به جمعیت پایه به‌منظور دستیابی به جمعیت در زمان مورد نظر از ملزومات استفاده از این روش هستند. سطح جزئیات مورد نیاز در پیش‌بینی نهایی، فرض‌های لازم درباره‌ی باروری و مرگ را معین می‌کنند. با توجه به این‌که پیش‌بینی به شیوه‌ی مولفه‌ای در بیشتر موارد شامل یک تقسیم‌بندی جمعیتی بر حسب گروه‌های سنی خواهد بود، کم‌ترین شاخص‌های مورد نیاز نماگرهای سن‌ویژه هستند. روش مولفه‌ای برای پیش‌بینی جمعیت از معادله‌ی ساده‌ای پیروی می‌کند. معلوم و در دسترس بودن اجزای این معادله، پیش‌بینی جمعیت را به‌سادگی میسر می‌سازد. جمعیت سال پایه، بر حسب سن و جنسیت، میزان‌های باروری و مرگ، امید به زندگی در بدو تولد و میزان‌های کوچندگی مولفه‌های تشکیل‌دهنده‌ی این معادله هستند. بهترین منبع برای داده‌های سال پایه سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن هستند که جمعیت را بر حسب گروه‌های سنی منظم پنج‌ساله از ۰-۴ سالگی تا آخرین گروه سنی برای مردان و زنان ارائه می‌دهند. بنا بر این سال پایه به‌طور معمول سالی در نظر گرفته می‌شود که نزدیک‌ترین سرشماری در آن اجرا شده باشد. به این ترتیب از میان چهار مولفه‌ی بالا، جمعیت پایه به تفکیک گروه‌های سنی و جنسیتی در دسترس بوده و سایر عامل‌های جمعیتی با استفاده از روش‌های مستقیم و غیرمستقیم براورد می‌شوند.

روش‌های محاسبه‌ی شاخص‌های جمعیتی و میزان‌های مختلف در علم جمعیت‌شناسی به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند. چنان‌چه در شرایط ایده‌آل، آمار و اطلاعات لازم برای شاخص‌سازی در دسترس باشند و هیچ‌گونه محدودیتی در آن‌ها وجود نداشته باشد، شاخص‌های جمعیتی با استفاده از روش‌های مستقیم براورد می‌شوند. اما در صورتی که برخی از اطلاعات لازم برای محاسبه‌ی این نماگرها وجود نداشته باشند یا به‌صورت ناقص در دسترس باشند، به‌منظور استنباط ویژگی‌های جمعیتی از فن‌های غیرمستقیمی که به همین منظور ابداع شده‌اند؛ استفاده می‌شود. در این روش‌ها نخست اطلاعات لازم برای محاسبه‌ی شاخص مورد نظر با استفاده از روشی فراهم شده، سپس به محاسبه‌ی میزان‌ها پرداخته می‌شود.

پس از تعیین جمعیت پایه و تنظیم آن به تفکیک گروه‌های سنی و جنسیتی، گام بعد براورد مقدارهای امید به زندگی در بدو تولد به تفکیک جنسیت و سپس تعیین ضریب‌های احتمال بقا با استفاده از آن مقدارها در دوره‌های زمانی مورد نظر پیش‌بینی جمعیت است. پس از محاسبه‌ی احتمال‌های بقا به تفکیک جنسیت و گروه‌های سنی، جمعیت گروه سنی بالاتر با استفاده از حاصل‌ضرب احتمال بقای هر گروه سنی در اندازه‌ی جمعیت همان گروه سنی به دست می‌آید. احتمال بقای هر گروه سنی بیان‌گر شانس زنده‌ماندن هر فرد از یک گروه سنی در یک دوره‌ی زمانی مشخص است. فرض کنید شانس مرگ یک فرد از گروه سنی خاصی در ۵ سال آینده برابر با ۵ درصد باشد. بنا بر این از بین ۱۰۰۰ نفر جمعیت آن گروه سنی، به‌طور متوسط، ۹۵ درصد جمعیت (۹۵۰ نفر) زنده مانده و به گروه سنی بالاتر وارد می‌شوند و ۵۰ نفر نیز می‌میرند.

حاصل‌ضرب جمعیت گروه سنی ۰-۴ ساله در یک سال از پیش تعیین شده چون x در احتمال بقای همان گروه سنی، جمعیت گروه سنی ۵-۹ ساله را در پنج سال بعد (سال $x + ۵$) نتیجه می‌دهد. به این ترتیب، به غیر از افراد ۰-۴ ساله‌ای که در طول این پنج سال (فاصله‌ی بین سال‌های x و $x + ۵$) به دنیا آمده‌اند، جمعیت همه‌ی افراد در گروه‌های سنی پنج‌ساله‌ی بعدی براورد می‌شود. توجه شود که گروه سنی آخر دو مولفه دارد. یکی افرادی هستند که در گروه سنی بودند و زنده مانده‌اند، دیگری آن‌هایی هستند که از گروه سنی پایین‌تر به این گروه سنی بالاتر راه یافته‌اند. برای براورد تعداد جمعیت گروه سنی ۰-۴ ساله، تعداد کل تولدها در طول پنج سال مورد نظر به تفکیک جنسیت محاسبه شده و حاصل در احتمال بقای مربوط به هر جنسیت ضرب می‌شود. بنا بر این جمعیت ۰-۴ ساله‌ی هر جنسیت به‌صورتی که در ادامه آمده است، به دست می‌آید.

آ) تعداد تولدهای زنده در طول یک سال (n_B)

ب) تعداد تولدها در طول یک دوره‌ی پنج‌ساله

$$۵ \times n_B = \sum_{i=۱}^{۵} n_{Bi}$$

که در آن n_{Bi} (در صورت معلوم بودن) تعداد تولدهای زنده در سال iام از دوره‌ی پنج‌ساله است.

پ) تعداد متولدین دختر

$$۵ \times n_B \times ۰/۴۸۸ = ۵ \times n_{Bf}$$

که در آن n_{Bf} تعداد دختر‌های زنده متولدشده در طول سال است.

ت) تعداد متولدین پسر

$$۵ \times n_B \times ۰/۵۱۲ = ۵ \times n_{Bm}$$

که در آن n_{Bm} تعداد پسر‌های زنده متولدشده در طول سال است.

ث) جمعیت ۰-۴ ساله‌ی دختر (پسر)

$$۵ \times n_{Bf} \times {}_{۲/۵}P_f \ \left(۵ \times n_{Bm} \times {}_{۲/۵}P_m\right)$$

که در آن ${}_{۲/۵}P_f$ $\left({}_{۲/۵}P_m\right)$، احتمال بقا تا ۲/۵ سال بعد از تولد و ۲/۵ سال قبل از ۴ سالگی مربوط به جنسیت دختر (پسر) است.

برای محاسبه‌ی تعداد تولدهای زنده در طول یک دوره‌ی پنج‌ساله با توجه به اطلاعاتی که در دسترس هستند، روش‌های گوناگونی وجود دارد.

آ) اگر میزان‌های باروری سن‌ویژه در دسترس باشند، در این صورت میزان‌های سن‌ویژه در جمعیت زنان همسردار در همان گروه سنی ضرب می‌شوند. حاصل‌جمع این

حاصل‌ضرب‌ها تعداد تولدهای زنده را به دست می‌دهد. این عمل یک بار روی جمعیت آغاز دوره‌ی مورد بررسی و بار دیگر برای جمعیت پایان دوره انجام می‌شود. میانگین این دو عدد تعداد تولدهای سالانه در میانه‌ی دوره‌ی مورد نظر خواهد بود. حاصل‌ضرب این رقم در عدد ۵ (طول دوره) تعداد تولدهای یک دوره‌ی پنج‌ساله را نتیجه می‌دهد.

ب) اگر اطلاعی درباره‌ی میزان‌های باروری سن‌ویژه موجود نباشد، در چنین شرایطی حاصل‌ضرب میزان باروری عمومی در تعداد زنان گروه سنی باروری (۱۵-۴۹ ساله)، برابر با تعداد تولدهای زنده در یک مقطع زمانی است. این عملیات را یک بار در آغاز دوره و بار دیگر در انتهای دوره انجام داده و میانگین دو عدد حاصل به‌عنوان تعداد تولدهای زنده در میانه‌ی دوره‌ی مورد بررسی در نظر گرفته می‌شود. مشابه قبل برای دستیابی به تعداد تولدها در طول یک دوره‌ی پنج‌ساله رقم به دست آمده برای یک سال در عدد ۵ ضرب می‌شود.

پ) اگر میزان باروری کل معلوم باشد، این حالت مشابه مورد ب) است. لازم به یاداوری است که میزان باروری کل برای بیش‌تر منطقه‌ها محاسبه می‌شود و به‌سادگی در دسترس است.

برای وارد کردن اثر مولفه‌ی کوچندگی، باید ترکیب سنی و جنسیتی کوچنده‌ها و چگونگی تغییر آن در طول دوره‌ی پیش‌بینی براورد شود. برای پیش‌بینی تعداد کوچندگان، مشابه یک جمعیت با الگوهای باروری و مرگ مختص به خود، رفتار می‌شود. سپس با فرض یکسانی ویژگی‌های جمعیتی کوچندگان در طول یک دوره (برای نمونه ۵ ساله) با جمعیت مورد بررسی تعداد پیش‌بینی‌شده‌ی کوچنده‌ها نظیر به نظیر در هر گروه سنی جنسیتی به جمعیت غیر کوچنده‌ی پیش‌بینی‌شده در قبل اضافه شده و جمعیت هر گروه سنی به دست می‌آید. جمع جمعیت همه‌ی گروه‌های سنی، جمعیت کل هر جنسیت و جمع جمعیت‌های مربوط به هر دو گروه جنسیتی، جمعیت کل را در پایان یک دوره‌ی پنج‌ساله به دست می‌دهد. می‌توان با تکرار این روش برای سایر دوره‌ها نیز به پیش‌بینی جمعیت پرداخت.

به‌عنوان نمونه پیش‌بینی جمعیت زنان ایران در سال ۱۳۹۵ شمسی برای یک دوره‌ی پنج‌ساله را در نظر بگیرید. با توجه به این‌که جمعیت پایه به گروه‌های سنی پنج‌ساله تفکیک شده است، پیش‌بینی پنج‌ساله دوره‌ی مناسبی است. با تعیین جمعیت به‌دست آمده از سرشماری سال ۱۳۹۰ شمسی ایران به‌عنوان جمعیت پایه، فرایند پیش‌بینی آغاز می‌شود. لازم به ذکر است که در این‌جا کوچ خالص در هر گروه سنی برابر با صفر فرض شده است. در این مثال براورد میزان‌های باروری سن‌ویژه‌ی جنسیتی سال ۱۳۹۰ ایران استفاده شده و فرض بر ثابت ماندن آن‌ها در طول دوره‌ی پنج‌ساله‌ی پیش‌بینی است. برای فرضیه‌های مربوط به مرگ می‌توان با استفاده از داده‌های سال ۱۳۹۰ ایران یک جدول عمر تهیه کرد. البته جدول‌های عمر مدل نیز نسبتاً مناسب هستند چرا که تغییرات در مرگ را می‌توان توسط تغییرات در پارامترهای مدل یا سطح‌های آن تعیین نمود. در این‌جا سطر ۳۹ از جدول عمر مدل عمومی سازمان ملل به‌کار رفته است. بر اساس این مدل، امید به زندگی زنان در بدو تولد برابر با ۷۳ سال است. تابع جدول

عمر مورد استفاده نسبت بازماندگی (P [۲]) است که احتمال زنده ماندن از یک گروه سنی به گروه سنی دیگر را بیان می‌کند و به‌سادگی از تقسیم دو مقدار متوالی ${}_nL_x$ [۳] به دست می‌آید.

$$P = \frac{{}_5L_{x+5}}{{}_5L_x}$$

به‌عنوان نمونه، احتمال زنده‌ماندن هر فرد از گروه سنی ۵-۹ ساله تا گروه سنی ۱۵-۱۹ ساله برابر است با:

$$P = \frac{{}_5L_{15}}{{}_5L_{5}}$$

برای به دست آوردن جمعیت هر گروه سنی در سال ۱۳۹۵ کافی است که جمعیت پایه‌ی مربوط به سال ۱۳۹۰ شمسی هر گروه سنی در نسبت‌های بازماندگی متناظر با آن گروه سنی ضرب شوند. البته باید در نظر داشت که حاصل به گروه سنی بعدی (یک سطر پایین‌تر) تعلق دارد. بنا بر این در سطر دوم، نسبت ۰/۹۹۳۰ از افراد گروه سنی ۰-۴ ساله تا گروه سنی ۵-۹ ساله زنده می‌مانند. در نتیجه تعداد ۳.۵۱۲.۷۹۳ = ۰/۹۹۳۰ × ۳.۵۳۷.۵۵۶ نفر زنده در سطر ۵-۹ ساله مربوط به سال ۱۳۹۵ وارد می‌شوند. این عمل برای همه‌ی گروه‌های سنی تکرار شده تا جمعیت سال ۱۳۹۵ شمسی به تفکیک گروه‌های سنی پنج‌ساله به دست آید.

جمعیت گروه سنی بالاتر از ۸۰ سال در سال ۱۳۹۵ ترکیبی از زنده‌های گروه سنی ۷۵-۷۹ ساله در سال ۱۳۹۰ (۲۶۷/۲۱۲ = ۰/۶۸۹۱ × ۳۸۷/۷۶۹) و گروه سنی ۸۰ ساله و بیش‌تر در سال ۱۳۹۰ (۱۴۵.۰۰۲= ۰/۴۵۸۱× ۳۱۶.۵۲۹) نفر است.

نگاهی به جدول ۱۰-۴ نشان می‌دهد که برای گروه سنی ۰-۴ ساله در سال ۱۳۹۵ شمسی پیش‌بینی انجام نشده است. برای دستیابی به این رقم ابتدا با استفاده از فرضیه‌های باروری تعداد متولدین در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ براورد می‌شود و با توجه به این‌که تعدادی از آن‌ها قبل از سال ۱۳۹۵ خواهند مرد، تعداد زنده‌های آن‌ها محاسبه می‌شود.

براورد تعداد متولدین دختر در جدول ۱۰-۵ آمده است. به این منظور ابتدا میانگین تعداد زنان در گروه سنی باروری (۱۵-۴۹ ساله) در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۵ شمسی به‌صورت میانگین حسابی عددهای جمعیت سال ۱۳۹۰ و پیش‌بینی حاصل در جدول ۱۰-۴، به دست می‌آید. سپس با استفاده از میزان‌های باروری سن‌ویژه‌ی جنسیتی زنان، تعداد دختران متولدشده در یک سال محاسبه می‌شود. ضرب این رقم در عدد ۵، تعداد متولدین دختر در طول دوره‌ی پنج‌ساله از ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ را در هر گروه سنی زنان به دست می‌دهد. جمع این تعداد برابر با جمعیت دختران متولدشده در طول دوره‌ی پنج‌ساله‌ی مورد نظر است (۳.۲۰۳.۹۷۲ نفر دختر).

---

[۲] متأسفانه نماد استانداردی برای این حالت وجود ندارد، هر چند که به‌طور معمول با S یا P نشان داده می‌شود. شریاک و زیگل (۱۹۷۶) نماد S را استفاده کرده‌اند.

[۳] تعداد کل نفرسال‌هایی است که افراد در بین سنین x تا $x+n$ زندگی کرده‌اند.

با توجه به این‌که همه‌ی این دخترها تا سال ۱۳۹۵ زنده نمی‌مانند، با استفاده از نسبت بازماندگی یا احتمال زنده ماندن متولدین یک دوره‌ی پنج‌ساله از زمان تولد تا گروه سنی ۰-۴ ساله از جدول عمر مدل عمومی سازمان ملل، این رقم تعدیل می‌شود. نسبت یادشده برابر با ۰/۹۶۳۰ است. بنا بر این جمعیت زنان ۰-۴ ساله در سال ۱۳۹۵ برابر است با:

نفر ۳.۰۸۵.۴۲۵ = ۰/۹۶۳۰ × ۳.۲۰۳.۹۷۲

با توجه به رابطه‌ی محاسباتی میزان‌های باروری سن‌ویژه، حاصل‌ضرب این‌میزان‌ها در تعداد زنان هر گروه سنی برابر با تعداد تولدهای زنده‌ی ثبت‌شده از زنان همان گروه سنی است. به این معنی که متولدین هر دو جنس را به دست می‌دهد. بنا بر این در صورت استفاده از میزان‌های باروری سن‌ویژه‌ی جنسیتی و تکرار عمل بیان‌شده در بالا تعداد تولدهای دختر (پسر) از زنان هر گروه سنی به دست می‌آید. با در نظر گرفتن این مطلب که احتمال دخترزایی در حالت طبیعی برابر با ۰/۴۱۸ است، حاصل تقسیم تعداد متولدین دختر بر این نسبت تعداد کل متولدین هر دو جنس را در فاصله‌ی پنج سال (از ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵) به دست می‌دهد.

نفر ۷.۶۶۵.۰۰۴ = ۰/۴۱۸ × ۳.۲۰۳.۹۷۲

به همین ترتیب با استفاده از میزان‌های سن‌ویژه‌ی جنسیتی تعداد متولدین پسر محاسبه می‌شوند (جدول ۱۰-۷). برای پیش‌بینی جمعیت مردان در سال ۱۳۹۵ شمسی مشابه قبل با استفاده از سطر ۳۷ از جدول عمر مدل عمومی سازمان ملل که امید به زندگی در بدو تولد را برای مردان برابر با ۷۱ سال در نظر گرفته است، نسبت‌های بازماندگی متناظر با هر گروه سنی پنج‌ساله به دست می‌آیند. با تکرار مرحله‌های پیش‌گفته جمعیت مردان به تفکیک گروه‌های سنی پنج‌ساله در سال ۱۳۹۵ نیز محاسبه می‌شود (جدول ۱۰-۶). بنا بر این حاصل‌جمع عددهای ستون چهارم از جدول‌های ۱۰-۴ و ۱۰-۶، به ترتیب جمعیت زنان و مردان را در سال ۱۳۹۵ شمسی به دست می‌دهد. از جمع این دو رقم جمعیت کل در سال ۱۳۹۵ شمسی برابر با ۷۹.۹۸۱.۱۹۶ نفر خواهد بود.

جدول ۱۰-۴. پیش‌بینی مولفه‌ای جمعیت بر اساس الگوی مرگ زنان ایران در سال ۱۳۹۵ شمسی

گروه سنی	جمعیت ۱۳۹۰	${}_5P_x^*$	جمعیت ۱۳۹۵
متولدین ۱۳۹۰-۱۳۹۵	۳.۲۰۳.۹۷۲	۰/۹۶۳۰	-
۰-۴	۳.۵۳۷.۵۵۶	۰/۹۹۳۰	**۳.۰۸۵.۴۲۵**
۵-۹	۲.۶۴۶.۱۳۵	۰/۹۹۷۸	۳.۵۱۲.۷۹۲
۱۰-۱۴	۱۵.۰۴۸.۳۵۷	۰/۹۹۸۰	۲.۶۴۰.۳۱۴
۱۵-۱۹	۳.۲۵۷.۵۳۴	۰/۹۹۷۲	۱۵.۰۱۸/۲۶۰
۲۰-۲۴	۴.۲۶۲.۳۸۷	۰/۹۹۶۳	۳.۲۴۸.۴۱۳
۲۵-۲۹	۴.۴۷۱.۲۴۱	۰/۹۹۵۲	۴.۲۴۶.۶۱۶
۳۰-۳۴	۳.۵۳۷.۶۹۲	۰/۹۹۳۵	۴.۴۴۹.۷۷۹
۳۵-۳۹	۲.۶۸۹.۶۸۵	۰/۹۹۰۷	۳.۵۱۴.۶۹۷
۴۰-۴۴	۲.۳۷۹.۱۷۵	۰/۹۸۶۲	۲.۶۶۴.۶۷۱

۴۵-۴۹	۱.۹۷۱.۵۹۸	۰/۹۷۹۰	۲/۳۴۶.۳۴۲
۵۰-۵۴	۱.۶۸۴.۲۹۱	۰/۹۶۷۴	۱/۹۳۰/۱۹۴
۵۵-۵۹	۱.۳۱۵.۲۱۶	۰/۹۴۸۴	۱.۶۲۹.۳۸۳
۶۰-۶۴	۹۰۶.۱۱۵	۰/۹۱۶۷	۱/۲۴۷/۳۵۱
۶۵-۶۹	۶۶۶.۶۷۶	۰/۸۶۶۱	۸۳۰.۶۳۶
۷۰-۷۴	۴۸۴.۸۴۷	۰/۷۹۴۹	۵۷۷.۴۰۸
۷۵-۷۹	۳۸۷.۷۶۹	۰/۶۸۹۱	۳۸۵.۴۰۵
۸۰ ساله و بیش‌تر	۳۱۶.۵۲۹	۰/۴۵۸۱	**۴۱۲/۲۱۴**

* سطر ۳۹ جدول عمر مدل عمومی سازمان ملل برای زنان، گروه‌های سنی ۵ ساله

جدول ۱۰-۵. پیش‌بینی مولفه‌ای متولدین دختر بر اساس باروری زنان ایران در سال ۱۳۹۰ شمسی (هزار نفر)

گروه سنی	میزان سن‌ویژه‌ی جنسیتی*	جمعیت زنان ۱۳۹۰	جمعیت زنان ۱۳۹۵	میانگین جمعیت ۱۳۹۵-۱۳۹۰	پیش‌بینی متولدین دختر
۱۵-۱۹	۰/۰۱۶۳	۳.۲۵۷/۵۳	۱۵.۰۱۸/۲۶	۹.۱۳۷/۹۰	۱۴۶/۶۶
۲۰-۲۴	۰/۰۴۰۹	۴.۲۶۲/۳۹	۳.۲۴۸/۴۱	۳.۷۵۵/۴۰	۱۵۳/۷۵
۲۵-۲۹	۰/۰۴۶۷	۴.۴۷۱/۲۴	۴.۲۴۶/۶۲	۴.۳۵۸/۹۳	۲۰۳/۳۶
۳۰-۳۴	۰/۰۳۸۷	۳.۵۳۷/۶۹	۴.۴۴۹/۷۸	۳.۹۹۳/۷۴	۱۵۴/۶۳
۳۵-۳۹	۰/۰۲۱۳	۲.۶۸۹/۶۸	۳.۵۱۴/۷۰	۳.۱۰۲/۱۹	۶۶/۲۱
۴۰-۴۴	۰/۰۰۵۴	۲.۳۷۹/۱۸	۲.۶۶۴/۶۷	۲.۵۲۱/۹۲	۱۳/۵۲
۴۵-۴۹	۰/۰۰۰۵	۱.۹۷۱/۶۰	۲.۳۴۶/۳۴	۲.۱۵۸/۹۷	۱/۰۵

*مرجع: دفتر آمار و اطلاعات جمعیتی و مهاجرت سازمان ثبت احوال کشور (۱۳۹۱). *سالنامه‌ی آماری سازمان ثبت احوال کشور ۱۳۹۰*.

هر چند پیش‌بینی انجام‌شده در این مثال بسیار ساده شده است، اما مبانی اصلی روش ترکیبی (مولفه‌ای نسلی) را به‌خوبی نشان داده است. روشن است که در پیش‌بینی گروه‌های سنی متولدشده قبل از سال پایه، تنها فرض‌های لازم درباره‌ی مرگ هستند، در حالی که برای گروه‌های سنی متولد پس از سال پایه، علاوه بر مرگ الگوی باروری نیز باید در نظر گرفته شود.

جدول ۱۰-۶. پیش‌بینی مولفه‌ای جمعیت بر اساس الگوی مرگ مردان ایران در سال ۱۳۹۵ شمسی

گروه سنی	جمعیت ۱۳۹۰	$_5P_x^*$	جمعیت ۱۳۹۵
متولدین ۱۳۹۰-۱۳۹۵	۳.۳۸۲.۰۹۱	۰/۹۶۶۷	-
۰-۴	۳.۷۴۰.۵۶۱	۰/۹۹۴۳	**۳.۲۶۹.۴۶۷**
۵-۹	۲.۷۸۵.۳۳۳	۰/۹۹۷۸	۳.۷۱۹.۲۴۰
۱۰-۱۴	۲.۸۱۱.۵۶۹	۰/۹۹۷۶	۲.۷۷۹.۲۰۵
۱۵-۱۹	۳.۴۲۶.۵۳۸	۰/۹۹۶۲	۲.۸۰۴.۸۲۱
۲۰-۲۴	۴.۴۱۳.۳۹۸	۰/۹۹۵۱	۳.۴۱۳.۵۱۷
۲۵-۲۹	۴.۴۷۶.۸۸۴	۰/۹۹۴۳	۴.۳۹۱.۷۷۲
۳۰-۳۴	۳.۶۳۰.۰۵۹	۰/۹۹۲۶	۴.۴۵۱.۳۶۶
۳۵-۳۹	۲.۸۰۹.۸۸۲	۰/۹۸۹۲	۳.۶۰۳.۱۹۷
۴۰-۴۴	۲.۴۷۷.۵۴۰	۰/۹۸۳۳	۲.۷۷۹.۵۳۵
۴۵-۴۹	۲.۰۳۸.۶۶۸	۰/۹۷۲۹	۲.۴۳۶.۱۶۵
۵۰-۵۴	۱.۷۳۳.۲۰۹	۰/۹۵۵۹	۱.۹۸۳.۴۲۰
۵۵-۵۹	۱.۳۱۳.۱۵۹	۰/۹۲۸۸	۱.۶۵۶.۷۷۴
۶۰-۶۴	۸۴۷.۷۰۱	۰/۸۸۶۲	۱.۲۱۹.۶۶۲
۶۵-۶۹	۶۳۴.۷۹۰	۰/۸۳۰۵	۷۵۱.۲۳۳
۷۰-۷۴	۵۰۲.۷۲۷	۰/۷۵۱۷	۵۲۷.۱۹۳

۷۵-۷۹	۴۲۱.۹۵۱	۰/۶۴۶۵	۳۷۷.۹۰۰
۸۰ ساله و بیش‌تر	۳۳۱.۵۶۲	۰/۴۴۲۴	**۴۱۹.۴۷۴**

جدول ۱۰-۷. پیش‌بینی مولفه‌ای متولدین پسر بر اساس باروری زنان ایران در سال ۱۳۹۰ (هزار نفر)

گروه سنی	میزان سن‌ویژه‌ی جنسیتی*	جمعیت زنان ۱۳۹۰	جمعیت زنان ۱۳۹۵	میانگین جمعیت ۱۳۹۰-۱۳۹۵	پیش‌بینی متولدین پسر
۱۵-۱۹	۰/۰۱۷۲	۳.۲۵۷/۵۳	۲.۹۶۶/۵۷	۲.۹۶۶/۵۷	۵۰/۹۱
۲۰-۲۴	۰/۰۴۳۱	۴.۲۶۲/۳۹	۳.۷۵۵/۴۰	۳.۷۵۵/۴۰	۱۶۱/۸۶
۲۵-۲۹	۰/۰۴۹۱	۴.۴۷۱/۲۴	۴.۳۵۸/۹۳	۴.۳۵۸/۹۳	۲۱۴/۲۴
۳۰-۳۴	۰/۰۴۱۱	۳.۵۳۷/۶۹	۳.۹۹۳/۷۴	۳.۹۹۳/۷۴	۱۶۴/۲۹
۳۵-۳۹	۰/۰۲۲۵	۲.۶۸۹/۶۹	۳.۱۰۲/۱۹	۳.۱۰۲/۱۹	۶۹/۸۸
۴۰-۴۴	۰/۰۰۵۶	۲.۳۷۹/۱۸	۲.۵۲۱/۹۲	۲.۵۲۱/۹۲	۱۴/۱۹
۴۵-۴۹	۰/۰۰۰۵	۱.۹۷۱/۶۰	۲.۱۵۸/۹۷	۲.۱۵۸/۹۷	۱/۰۵

*مرجع: دفتر آمار و اطلاعات جمعیتی و مهاجرت سازمان ثبت احوال کشور (۱۳۹۱). *سالنامه‌ی آماری سازمان ثبت احوال کشور ۱۳۹۰*.

با توجه به این‌که مرگ کم‌تر تحت تأثیر تحولات جمعیتی قرار می‌گیرد، براورد جمعیت زنان گروه سنی ۴۰-۴۴ ساله برای سال ۱۴۲۰ همین گروه سنی با دقت خوبی براورد می‌شود، چرا که آن‌ها پیش از سال ۱۳۹۰ شمسی متولد شده‌اند. اما براورد زنان گروه سنی ۱۵-۱۹ ساله برای سال ۱۴۲۰، به دلیل این‌که در فاصله‌ی سال‌های ۱۴۰۰-۱۴۰۵ متولد شده‌اند، دقت کم‌تری دارد.

در ادامه مولفه‌های سازنده‌ی معادله‌ی جمعیتی پایه برای پیش‌بینی جمعیت به روش مولفه‌ای نسلی و برخی شاخص‌های متناظر با هر یک بحث شده‌اند.

ماهیت ساده و تکرارپذیر این روش، آن را به شیوه‌ای مناسب برای استفاده از رایانه تبدیل کرده است. در حقیقت بدون استفاده از رایانه روش نام‌برده نه تنها برای پیش‌بینی جمعیت کل، بلکه برای انجام پیش‌بینی در ساده‌ترین تقسیم‌بندی و کوتاه‌ترین زمان پیش‌بینی زمان‌بر و خسته‌کننده است. به این منظور نرم‌افزارهای بسیاری تهیه شدند که برخی از آن‌ها رایگان هستند. یکی از این نرم‌افزارها، برنامه‌ایست به نام People، که از آن برای پیش‌بینی‌های در سطح ملی و پایین‌تر از آن استفاده می‌شود. این نرم‌افزار در وهله‌ی نخست برای استفاده‌ی کشورهای در حال توسعه، توسط واحد برنامه‌ریزی اقتصادی، کوالامپور مالزی با سرمایه‌گذاری اداره‌ی توسعه‌ی خارجی دولت انگلستان و کمک‌های اضافی دولت مالزی تهیه شده است. نرم‌افزار People به‌راحتی با واژه‌پرداز، پایگاه داده‌ها، صفحه‌گسترده‌ها و نرم‌افزار WORKERS، برنامه‌ای که برای پیش‌بینی‌های نیروی کار تهیه شده، ارتباط برقرار می‌کند. نسخه‌ی ۰/۳ آن علاوه‌بر پیش‌بینی برای دوره‌های پنج‌ساله، امکان پیش‌بینی برای سال‌های مجزای تقویمی را فراهم آورده است.

سیستم مدل‌سازی سیاست‌گذاری اسپکتروم، دربرگیرنده‌ی سه مدل رایانه‌ای DemProj، FamPlan و Rapid است. استفاده‌ی همزمان از این مدل‌ها، که از قابلیت‌های برنامه‌ی اسپکتروم است، امکان انجام پیش‌بینی‌های جمعیتی در سطح ملّی و منطقه‌ای، بررسی نیازهای خدمات تنظیم خانواده برای دست‌یابی به هدف‌های جمعیت‌شناختی و بهداشتی و نیز بررسی تأثیرات اقتصادی - اجتماعی باروری بالا و رشد سریع جمعیت را فراهم می‌کند. مدل جمعیت‌شناختی اسپکتروم که با عنوان DemProj شناخته شده است برای نخستین بار در سال

۱۹۸۰ به بازار عرضه شد. برنامه‌ای رایانه‌ای برای انجام پیش‌بینی‌های جمعیتی در سطح ملی و منطقه‌ای است. این برنامه مستلزم اطلاعاتی درباره‌ی شمار افراد بر حسب سن و جنس در سال پایه، و همین‌طور داده‌های سال جاری و فرضیه‌هایی درباره‌ی آینده‌ی میزان باروری کل، توزیع سنی باروری، امید زندگی در بدو تولد بر حسب جنس، مناسب‌ترین مدل جدول عمر و حجم و الگوی مهاجرت بین‌المللی است. این اطلاعات برای پیش‌بینی حجم جمعیت در یک دوره‌ی زمانی ۱۵۰ ساله استفاده می‌شود. چنانچه تمایل داشته باشیم می‌توانیم از پیش‌بینی برای براورد اندازه‌ی جمعیت شهری و روستایی نیز استفاده کنیم.

۱۰-۳-۲-۱ باروری

نخستین گروه از نماگرهای جمعیتی که معرف سطح و الگوی باروری جمعیت هستند، میزان‌های باروری هستند. میزان‌های باروری برای براورد تعداد فرزندانی که زنان یک جامعه‌ی معین در طول دوره‌ی زمانی مشخصی خواهند داشت، اندازه‌گیری می‌شوند. نرخ عمومی باروری، نرخ خام تولد، میزان باروری کل و میزان باروری سن‌ویژه از مهم‌ترین این شاخص‌ها هستند. لازم به ذکر است که نرم‌افزار PAS[۴] امکان تبدیل شاخص‌های باروری به یکدیگر را فراهم می‌کند.

شاخص نرخ عمومی باروری عبارت است از تقسیم تعداد تولدهای زنده در طول یک سال بر جمعیت میانه‌ی سال زنان در سن باروری (۱۵ تا ۴۹ ساله) همان سال که در عدد ۱۰۰۰ ضرب می‌شود.

$$GFR = \frac{n_B}{Pop_{f_{۱۵}^{۴۹}}} \times ۱۰۰۰$$

که در آن n_B تعداد تولدهای زنده‌ی ثبت‌شده در سال و جامعه‌ی معین و $Pop_{f_{15}^{49}}$ جمعیت میانه‌ی سال زنان در گروه سنی ۱۵-۴۹ ساله در همان سال و جامعه است. نرخ عمومی باروری بیان می‌کند از هر ۱۰۰۰ زنی که در دوره‌ی سنی باروری هستند، در طول یک سال چه تعداد بچه‌ی زنده به دنیا آمده است. نرخ خام تولد، حاصل تقسیم تعداد تولدهای زنده در طول یک سال بر جمعیت میانه‌ی همان سال است که به ازای ۱۰۰۰ نفر از جمعیت بیان می‌شود.

$$CBR = \frac{n_B}{Pop.} \times ۱۰۰۰$$

که در آن n_B تعداد تولدهای زنده در طول یک سال و $Pop.$ جمعیت میانه‌ی همان سال است. این شاخص نشان می‌دهد به ازای هر ۱۰۰۰ نفر از جمعیت چه تعداد تولد زنده در طول یک سال در جامعه‌ی مورد بررسی صورت گرفته است.

میزان باروری سن‌ویژه $(ASFR)$ حاصل تقسیم تعداد تولدها در زنان x ساله بر کل جمعیت زنان دارای همسر x ساله است. نکته‌ی مهم درباره‌ی محاسبه‌ی میزان‌ها این است که

[۴] این نرم‌افزار مشتمل بر ۴۵ صفحه‌ی گسترده‌ی طرّاحی شده در محیط Excel برای انجام تحلیل‌های جمعیتی است. از این نرم‌افزار برای محاسبه‌ی برخی از شاخص‌های مربوط به ارزیابی آمارهای جمعیتی مثل شاخص‌های نسبت سنّی، نسبت جنسی، نسبت بازماندگان، شاخص وپیل، مایرز، و ... و یا ترسیم هرم‌های سنّی جمعیت استفاده می‌شود.

جمعیتی که در مخرج کسر قرار داده می‌شود، جمعیت در معرض رویداد تولدهای صورت کسر باشد.

$$ASFR_x = \frac{n_{Bx}}{Pop_{fx}} \times ۱۰۰۰$$

که در آن Pop_{fx}، جمعیت میانه سال زنان همسردار در گروه سنی x و n_{Bx} تعداد تولدهای زنده در زنان همان گروه سنی x است.

میزان باروری کل (TFR) به‌سادگی از جمع $ASFR$ها محاسبه می‌شود. با توجه به این‌که به‌طور معمول هر $ASFR$ به یک دوره‌ی پنج‌ساله مربوط می‌شود، با در نظر گرفتن آن به‌عنوان میانگین میزان‌ها برای هر یک از این پنج سال، برای محاسبه‌ی TFR باید میزان پنج‌ساله را در عدد پنج ضرب کرد. همچنین میزان باروری کل برای هر یک زن بیان می‌شود در حالی‌که $ASFR$ها به ازای هر ۱۰۰۰زن محاسبه می‌شوند. در این صورت محاسبه‌ی TFR با استفاده از تقسیم جمع $ASFR$های پنج‌ساله حاصل بر عدد ۱۰۰۰ حاصل می‌شود.

$$TFR = \frac{\sum_x ASFR_x}{۱۰۰۰} \times ۵$$

این شاخص بیان می‌کند یک زن در صورتی‌که تا سن ۵۰ سالگی زنده باشد و در طول دوره‌ی باروری خود از الگوی فرزندآوری همان سال پیروی کند، چه تعداد فرزند خواهد داشت. به عبارت دیگر، میزان باروری کل، بیانگر متوسط تعداد کودکان زنده متولدشده از یک زن واقع در سن باروری در طول یک سال است. با ضرب‌کردن این میزان در تعداد سال‌های باروری، تعداد کودکانی که یک زن از ابتدای دوره‌ی باروری تا انتهای آن به دنیا می‌آورد، به‌صورت تقریبی براورد می‌شود. طول دوره‌ی باروری برای زنان، زمانی برابر با ۳۰ یا ۳۵ سال است. اگر طول دوره‌ی باروری برابر با ۳۰ سال در نظر گرفته شود، میزان باروری کل از روی باروری‌های سن‌ویژه‌ی پنج‌ساله با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$TFR = \frac{\sum_{x=۱}^{۶} ASFR_x}{۱۰۰۰} \times ۵$$

چنان‌چه طول دوره‌ی باروری برابر با ۳۵ سال باشد، حد بالای نماد جمع عدد ۷ خواهد بود، که در آن $ASFR_x$ میزان باروری سن‌ویژه برای دوره‌های زمانی پنج‌ساله است. اگر شاخص میزان باروری سن‌ویژه به ازای هر تک سال در طول دوره‌ی باروری موجود باشد، میزان باروری کل از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$TFR = \sum_{x=۱۵}^{۵۰} ASFR_x$$

در کشورهای در حال توسعه همچون ایران، تعداد تولدها در معرض خطاهایی چون دیرثبتی، کم‌ثبتی، گزارش نادرست و سایر خطاها هستند، به همین علت استفاده از روش‌های غیرمستقیم براورد شاخص‌های جمعیتی با خطای کم‌تری همراه هستند. روش‌های غیرمستقیم گوناگونی برای

محاسبه‌ی شاخص‌های جمعیتی وجود دارند. در اینجا روش بازماندگی وارون به اختصار بیان می‌شود.

برای براورد تعداد تولدها با استفاده از روش غیرمستقیم بازماندگی وارون، تعداد جمعیت در سنین تکی یا گروه‌های سنی پنج‌ساله در سنین زیر ۱۰ سال (۰-۴ یا ۵-۹ ساله) بر احتمال بقا (نسبت بازماندگی) تقسیم می‌شود. به دلیل مواردی چون کم‌شماری و جا به جا گزارش شدن سن در توزیع سن‌های تکی به‌ویژه در گروه‌های سنی نوزادان، بهتر است از گروه سنی پنج‌ساله‌ی دوم یعنی ۵-۹ساله استفاده شود. به این ترتیب با دانستن تعداد تولدها در سال سرشماری و تقسیم آن بر تعداد زنان در سن باروری، میزان باروری عمومی و تقسیم آن بر زنان ازدواج‌کرده‌ی در سن باروری، میزان باروری زناشویی به دست می‌آید (میرزایی، ۱۳۸۱).

گام بعدی پس از محاسبه‌ی میزان‌های باروری سال پایه، ارائه‌ی این میزان‌ها برای سال‌های آتی دوره‌ی پیش‌بینی با توجه به روندهای احتمالی باروری در جمعیت است. از آن‌جا که باروری به شدت تحت تأثیر عامل‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و خواست اشخاص است، براورد روند باروری از میزان‌های مرگ پیچیدگی بیش‌تری دارد.

۲-۲-۳-۱۰ مرگ

در دهه‌های اخیر کاهش مرگ علت اصلی شتاب رشد جمعیت در جهان بوده است. بسیاری از کشورهایی که در گذشته با کاهش سریع مرگ مواجه بودند، در آینده روند ملایم کاهشی میزان‌های مرگ را تجربه خواهند کرد. این امر سبب می‌شود تأثیر این میزان‌ها بر تغییرات جمعیتی کم‌تر از گذشته باشد. نرخ خام مرگ، میزان مرگ کودکان زیر یک سال و امید به زندگی در بدو تولد از جمله نماگرهای مهم در این خصوص هستند.

نرخ خام مرگ عبارت است از تعداد مرگ‌های ثبت شده در طول یک سال تقسیم بر جمعیت میانه‌ی همان سال که در عدد ۱۰۰۰ ضرب می‌شود.

$$CDR = \frac{n_D}{Pop.} \times ۱۰۰۰$$

که در آن n_D بیان‌گر تعداد مرگ‌های به ثبت رسیده در طول سال است. این میزان بیان می‌کند به ازای هر ۱۰۰۰ نفر از جمعیت مورد بررسی چه تعداد مرگ به ثبت می‌رسد.

شاخص نرخ مرگ سن‌ویژه عبارت است از تعداد مرگ‌های ثبت‌شده‌ی سن یا گروه سنی خاصی در یک سال و جامعه‌ی معین تقسیم بر جمعیت میانه‌ی همان سن یا گروه سنی در همان جامعه و سال که در عدد ۱۰۰۰ ضرب می‌شود.

$$ASMR = \frac{n_{Dx}}{Pop_x} \times ۱۰۰۰$$

که در آن n_{Dx} تعداد مرگ‌های ثبت‌شده‌ی برای گروه سنی x در سال و جامعه‌ی معین و Pop_x، جمعیت میانه‌ی سال همان گروه سنی است. شاخص نرخ مرگ سن‌ویژه نشان می‌دهد به ازای هر هزار نفر جمعیت در سن یا گروه سنی مشخص در یک‌سال و جامعه‌ی معین چه تعداد مرگ برای همان سن یا گروه سنی در همان سال و جامعه ثبت شده است.

شاخص نرخ مرگ و میر کودکان زیر یکسال عبارت است از حاصل تقسیم تعداد مرگ‌های ثبت‌شده برای کودکان زیر یکسال در یک سال و جامعه‌ی معین بر تعداد کل تولدهای زنده‌ی ثبت‌شده در همان سال و جامعه که در عدد ۱۰۰۰ ضرب می‌شود.

$$IMR = \frac{{}_{۱}n_{.D}}{n_B} \times ۱۰۰۰$$

که در آن ${}_{۱}n_{.D}$ تعداد مرگ‌های زیر یک سال ثبت شده و n_B تعداد کل تولدهای زنده در همان سال است. این میزان نشان می‌دهد به ازای هر هزار تولد زنده‌ی ثبت‌شده چه تعداد مرگ زیر یکسال ثبت شده است.

امید به زندگی در بدو تولد یکی از مهم‌ترین نماگرهای مرگ است که بر تحولات جمعیتی اثر می‌گذارد. این شاخص برابر با متوسط تعداد سال‌هایی است که شخص در هنگام تولد انتظار دارد در آینده با توجه به الگوی مرگ ویژه‌ی آن جامعه زنده بماند. در مواردی که مرگ ثابت باشد، این شاخص و نرخ‌های مرگ سن‌ویژه را می‌توان از روی یک جدول عمر مدل چون جدول عمر طراحی‌شده توسط سازمان ملل و کول و دمنی استخراج کرد.

جدول عمر یکی از مهم‌ترین ابزارهای شناخت سطح مرگ و وسیله‌ای برای محاسبه‌ی بسیاری از شاخص‌ها و سنجه‌های مرگ است. محاسبه‌ی جدول عمر به اطلاعات محدود ولی دقیق نیاز دارد. جدول عمر بر اساس توزیع افراد یک نسل واقعی یا فرضی بر حسب سن درست تدوین می‌شود و ستون‌های مختلفی دارد که رقم‌های برخی از ستون‌ها با استفاده از رقم‌های ستون‌های دیگر در رابطه با سن محاسبه می‌شود. این جدول با توجه به اینکه ستون سن بر اساس سن‌های تکی متوالی یا گروه‌های سنی به فاصله‌های معین (۵ یا ۱۰ ساله) تکمیل شده باشد، جدول عمر کامل یا جدول عمر خلاصه نامیده می‌شود (زنجانی، ۱۳۸۴).

جدول‌های عمر مدل، از هر نظر با جدول عمر معمولی یا واقعی یکی هستند، جز این‌که به زمان یا مکان خاصی تعلق ندارند. در مثال هندوستان، جدول عمری مدل ناحیه‌ای پرینستون که به نام مؤلفان آن، کویل و دمنی، نیز شناخته می‌شود؛ به کار رفته است. این جدول بر اساس یک نتیجه‌گیری از الگوهای مرگ مشاهده‌شده در تعدادی جدول عمر واقعی به دست آمده است و توزیع سنی جمعیت را در سطح‌های مختلف باروری و مرگ به دست می‌دهد. در این جدول امید به زندگی در بدو تولد برای زنان ۲۰ سال تا ۸۰ سال در نظر گرفته شده است. جدول عمر کویل و دمنی شامل ۲۵ سطح برای برای هر جنسیت است.

۳-۲-۳-۱۰ کوچ

از دیگر مولفه‌های موثر بر تغییر جمعیت میزان‌های درون‌کوچی و برون‌کوچی هستند. تحرک مکانی افراد در محدوده‌ی مرزهای سیاسی یک کشور، کوچ داخلی نامیده می‌شود. در سال‌های اخیر کوچ افراد از روستا به شهر که سبب گسترش چشمگیر شهرها و افزایش شهرنشینی شده است، مسئله‌ای است که در پیش‌بینی جمعیت باید مد نظر قرار بگیرد. با توجه به اینکه روند کوچ تابعی از وضعیت اجتماعی، سیاسی و اقتصادی منطقه‌ی کوچنده‌فرست و کوچنده‌پذیر است، آینده‌نگری درباره‌ی کوچ پیچیدگی بیش‌تری نسبت به سایر تحولات جمعیتی چون باروری و مرگ دارد. استفاده از روش‌های مستقیم براورد میزان کوچ با در نظر گرفتن این مطلب که

بیش‌تر کوچ‌های داخلی ثبت رسمی نمی‌شوند، مستلزم بهره‌مندی از داده‌های با کیفیت بالا و قابل اعتماد در این خصوص هستند. نظام آمارهای ثبتی و سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن منبع‌های مناسبی برای دسترسی به اطلاعات محل اقامت اشخاص هستند. در سرشماری‌ها محل تولد و محل اقامت قبلی و فعلی و مدت اقامت کوچنده‌ها بر حسب نوع محل سکونت (شهر، آبادی و یا خارج از کشور) مورد پرسش قرار می‌گیرد. بنا بر این می‌توان تحرک مکانی افراد و خانوارها را مشخص کرد.

چنان‌چه اطلاعات پیرامون تعداد کوچنده‌های واردشده بر حسب محل اقامت قبلی و تعداد کوچنده‌های خارج‌شده بر حسب محل اقامت کنونی از منبعی چون داده‌های سرشماری یا آمارهای ثبتی در دسترس باشد، میزان خالص کوچ به روش مستقیم از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{میزان خالص کوچ} = \frac{\text{کوچنده‌های خارج شده} - \text{کوچنده‌های وارد شده}}{\text{جمعیت میانه‌ی سال}} \times ۱۰۰۰$$

درصورتی‌که اطلاعات دقیقی درباره‌ی کوچ موجود نباشند، با استفاده از تفاضل میزان رشد طبیعی جمعیت و جمعیت اضافه‌شده به یک ناحیه بین دو مقطع زمانی، تعداد کوچنده‌های درون‌کوچی به آن ناحیه به دست می‌آید.

$$\text{تعداد کوچنده‌های درون‌کوچی} = (P_{t+n} - P_t) - \left(B_{t,t+n} - D_{t,t+n}\right)$$

که در آن P_t و P_{t+n} به ترتیب، جمعیت در ابتدا و انتهای دوره‌ی n ساله هستند، $B_{t,t+n}$ و $D_{t,t+n}$ نیز به ترتیب تعداد تولدها و مرگ‌ها در طول دوره‌ی n ساله هستند. از تقسیم تفاوت تولدها و مرگ‌ها بر جمعیت کل میزان رشد طبیعی به دست می‌آید.

برای براورد تعداد کوچنده‌ها بر حسب گروه‌های سنی، جمعیت پایه‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه در هر گروه سنی بر ضریب‌های احتمال بقا تقسیم شده و سپس در جنسیت و سن مربوط ضرب می‌شود. با در نظر گرفتن این مطلب که ضریب‌های احتمال بقا مربوط به گروه‌های سنی پنج‌ساله است، با این روش جمعیت یک گروه سنی بالاتر در سال انتهای دوره به دست می‌آید. جمعیت گروه سنی ۰-۴ ساله با استفاده از الگوی باروری و روند تغییرات محاسبه می‌شود. در انتها نیز تفاوت جمعیت مورد انتظار با جمعیت مشاهده شده در سال انتهای دوره، تعداد کوچنده‌های هر گروه سنی را به دست می‌دهد.

کوچ‌های بین‌المللی نوع دیگری از کوچ است که به‌صورت حرکت مردم در میان مرزهای سیاسی کشورها تعریف می‌شود. آمارهای ثبتی برای براورد تعداد این‌گونه کوچ‌ها کامل نیست. در مقابل با توجه به این‌که در سرشماری‌ها اطلاعات در محل اقامت اشخاص گردآوری می‌شوند، به این شیوه اطلاعات درباره‌ی کوچنده‌های خارجی به‌سادگی و به‌طور مستقیم حاصل می‌شود. البته به‌طور معمول کوچنده‌های خارجی تأثیر زیادی بر تحولات جمعیتی بسیاری از کشورها ندارند.

۱۰-۴ خلاصه‌ی فصل

شمار زیادی از کشورها در طول چند دهه‌ی گذشته بیش از پیش اهمیت جمعیت و باروری را به‌عنوان عاملی کلیدی در توسعه‌ی اقتصادی و اجتماعی دریافته‌اند. هم‌اکنون بیش‌تر کشورهای در

حال توسعه دارای برنامه‌ها و سیاست‌های جمعیتی هستند و در برنامه‌های توسعه‌ی ملّی‌شان به عامل جمعیت توجّه ویژه دارند. پیش‌بینی جمعیت یکی از نیازهای اصلی برنامه‌های توسعه‌ی ملی و کالبدی است. در شرایط کنونی کم‌تر طرح توسعه‌ای را می‌توان یافت که در آن نیاز به پیش‌بینی جمعیت نباشد.

در این فصل، ضرورت بررسی جمعیت و روند تحولات آن از منظر تأثیرپذیری و تأثیرگذاری بر سیاست‌ها به‌همراه پیش‌بینی جمعیت به‌عنوان یک موضوع مهم در امر برنامه‌ریزی در سطوح ملی و منطقه‌ای بیان شده است. علاوه‌بر این، روش‌های پیش‌بینی جمعیت شامل مجموعه‌ی روش‌های ریاضی و روش متداول ترکیبی (مولفه‌ای نسلی) به‌همراه نمونه‌هایی برای درک بهتر از مسئله و معرفی میزان‌های باروری و مرگ از دیگر مطالب مورد بحث در این فصل هستند.

تمرین

۱. تفاوت پیش‌بینی و پیش‌نگری جمعیت چیست؟
۲. انواع روش‌های ریاضی پیش‌بینی جمعیت را نام برده و به‌دلخواه یکی را با ذکر مثال شرح دهید.
۳. استفاده از تابع نمایی اصلاح‌شده چه زمانی مناسب است؟
۴. معادله‌ی جمعیت کالین نیول را نوشته و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن را توصیف کنید.
۵. با استفاده از تابع نمایی، جمعیت مردان ۱۵-۲۴ ساله استان تهران را در سال ۱۳۹۷ براورد کنید.
۶. فرض کنید تعداد متولدین در سال ۱۳۹۶ در استان تهران برابر با ۱۵.۰۰۰ نفر باشد. چنان‌چه در همین زمان و مکان تعداد زنان برابر با ۲۰۰.۰۰۰ نفر باشد، میزان باروری عمومی را محاسبه کنید.
۷. برای براورد تعداد جمعیت فعال در سال ۱۳۹۷ در کل کشور چه روشی را پیش‌نهاد می‌کنید. با پیاده‌سازی روش پیش‌نهادی خود تعداد جمعیت فعال در استان تهران را براورد کنید.
۸. با دانستن میزان باروری عمومی و سن‌ویژه تعداد متولدین چگونه محاسبه می‌شود؟
۹. برای براورد جمعیت با استفاده از روش مولفه‌ای نسلی دانستن چه اطلاعاتی ضروری است؟

مرجع‌ها

زنجانی، حبیب ا... (۱۳۸۴)، *تحلیل جمعیت شناختی*. انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، صص. ۹۱-۱۰۹.

میرزایی، محمد (۱۳۸۱)، *گفتاری در باب جمعیت‌شناسی کاربردی*. موسّسه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

Shryock, H. S., and Seigel, J. S. (1976), *The Methods and Materials of Demography*, Abridged ed., New York: Academia Press.

فصل ۱۱
رده‌بندی‌ها و استانداردهای آماری

۱-۱۱ مقدمه

در فصل‌های قبلی کتاب، به روش‌های مختلف تولید آمارهای رسمی و کاربردهای آن‌ها اشاره شد. آمارهای رسمی وقتی قابل استفاده خواهند بود که تولید آن‌ها برمبنای تعریف‌ها، مفهوم‌ها و روش‌های استاندارد صورت گرفته باشد. استاندارد بودن تعریف‌ها و روش‌های تولید آمار علاوه بر تضمین کیفیت قابل قبول آمارها، امکان مقایسه‌های زمانی و مکانی را در سطح ملی و بین‌المللی فراهم می‌کند. استفاده از رده‌بندی‌های استاندارد نیز قابلیت استفاده از آمارها را افزایش داده و مقایسه‌پذیری ملی و بین‌المللی شاخص‌های حاصل از آن‌ها را امکان‌پذیر می‌کند.

در این فصل ضمن تعریف استانداردهای آماری و رده‌بندی‌های استاندارد، به برخی از استانداردها و رده‌بندی‌های استاندارد بین‌المللی اشاره می‌شود.

۲-۱۱ استانداردهای آماری

مطابق اصل نهم از اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی، سازمان‌های آماری ملی در هر کشور باید از مفهوم‌ها، رده‌بندی‌ها و روش‌هایی که سازگاری و کارایی نظام‌های آماری را در تمام سطح‌های رسمی ارتقا می‌بخشند، استفاده کنند. پیش‌تر نیز اشاره شد که عمل‌کرد هر نظام آماری ملی باید تابع قانون آمار و شیوه‌نامه‌ها، استانداردهای اجرایی مشخص و تعریف‌های یکسان باشد. وجود ساز و کارهایی برای ایجاد هماهنگی در تولید داده‌های آماری بین رکن‌های نظام آماری از ویژگی‌های یک نظام آماری کارا محسوب می‌شود.

به مجموعه‌ای از قاعده‌ها، دستورالعمل‌ها و راهکارهای هماهنگ‌ساز در خصوص تولید آمارهای رسمی، استانداردهای آماری گفته می‌شود. استانداردهای آماری در دو حوزه‌ی ملی و بین‌المللی تعریف می‌شوند. به کارگیری استانداردهای ملی باعث تولید آمارهایی هماهنگ، مقایسه‌پذیر و قابل استفاده در درون یک نظام آماری می‌شود. به دلیل اهمیت فراوان مقایسه‌های

منطقـه‌ای و بین‌المللـی در ارتباطهـای بـین کشـورها، برخـورداری از اسـتانداردهای بین‌المللـی می‌تواند در تبادل‌های اطلاعاتی اقتصادی، جذب توریست و... اهمیت داشته باشد. هر کشور با چنین مقایسه‌هایی می‌تواند جایگاه خود را در بین کشورهای دیگر تعیین کند که این امر از بعد مادی و معنوی (غرور ملی) قابل توجه است. استانداردهای آماری در واقع برای کل فرایند تولید و انتشار آمارهای رسمی قاعده‌هایی ارائه می‌کند که همه‌ی تولیدکنندگان آمارهای رسمی درون یک نظام آماری باید از آن تبعیت کنند. به‌کارگیری استانداردهای آماری به‌ویژه در تولید آمارهایی که در فاصله‌های زمانی مشخص (سری‌های زمانی) تولید می‌شوند، اهمیت فراوانی دارد. اثرهای مهم استفاده از استانداردهای آماری عبارت اند از:

- افزایش کیفیت تولیدهای آماری،
- ارائه‌ی تصویری روشن از اقتصاد و جامعه،
- کاهش هزینه‌ها، و
- افزایش شفافیت در تولید آمارهای رسمی.

برخی از موضوع‌هایی که استانداردهای آماری برای آن‌ها قاعده و راهنما ارائه می‌کند عبارتند از:

- تعریف واژه‌ها، اصطلاح‌ها و مفهوم‌های به‌کار گرفته شده،
- تعریف متغیرهای مورد نظر،
- رده‌بندی‌ها و نظام کدگذاری متغیرها،
- واحدهای آماری، واحدهای آمارگیری،
- زمان آماری و زمان آمارگیری،
- روش و ابزار اندازه‌گیری،
- روش‌های پاکسازی داده‌ها (ویرایش و جانهی)، و
- روش‌های تهیه گزارش‌های آماری، انتشار و اطلاع‌رسانی داده‌های آماری.

برای مثال نرخ بیکاری را به‌عنوان یکی از مهمترین شاخص‌های ساخته شده از آمارهای رسمی هر کشور در نظر بگیرید. این‌که به چه کسی بیکار گفته می‌شود، نرخ بیکاری چگونه تعریف می‌شود، روش‌های گردآوری داده‌ها برای برآورد نرخ بیکاری در محدوده‌های جغرافیایی متفاوت، زمان آمارگیری و زمان مرجع، همگی موضوعاتی هستند که ضرورت استفاده از استانداردهای آماری برای آن‌ها وجود دارد. در صورتی که تولیدکنندگان مختلف این نرخ، از استاندارد روشن و مشخصی استفاده نکنند، مقایسه و بررسی هم‌زمان نرخ‌های حاصل غیرممکن یا دشوار خواهد شد. برای مثال ممکن است سازمان‌ها یا نهادهای دولتی یا پژوهشی مختلف، با توجه به نوع کاربرد خود، از تعریف‌های متفاوتی استفاده کنند (که خیلی هم دور از انتظار نیست)، در این صورت بدیهی است که برآورد نرخ‌های بیکاری حاصل از تلاش این نهادها متفاوت و محل بحث و مناقشه باشند. این موضوع در مقایسه‌های بین‌المللی جدی‌تر و محتمل‌تر است.

تبعیت از تعریف‌های استاندارد ملی و بین‌المللی در قالب استانداردهای آماری نیز می‌تواند مقایسه‌پذیری و جمع‌پذیری آمارها را تضمین کند. برای مثال طبق تعریف استاندارد، فرد بیکار کسی است که علاوه بر قرار داشتن در سن فعالیت، باید در هفته مرجع بدون کار بوده، جویای

کار باشد و توانایی انجام کار را داشته باشد. حال اگر سازمان دیگری شرط جستجوی کار را از شرایط فرد بیکار در نظر نگیرد، نرخ بیکاری حاصل از دو منبع با هم قابل مقایسه نخواهد بود.

در اینجا لازم است نکته‌ی مهمی را یادآور شویم، همان گونه که اشاره شد، استانداردهای آماری مجموعه‌ای از قاعده‌ها هستند. گرچه وجه شاخص این قاعده‌ها هماهنگ‌ساز بودن آن‌هاست ولی باید توجه داشت که تبعیت از یک استاندارد آماری به مفهوم یکسان بودن نیست. برای مثال دو نهاد مختلف در یک کشور می‌توانند برای براورد یک شاخص آماری از یک طرح آمارگیری استاندارد استفاده کنند بدون این‌که روش نمونه‌گیری این دو طرح مشابه باشد. کیفیت نتیجه‌های این دو طرح نیز می‌تواند از نظر کیفی در سطح استانداردهای موجود قرار گیرند در حالی که ممکن است از نظر مقدار براوردها یا سایر نتیجه‌ها یکسان نباشند.

تهیه‌ی استانداردهای آماری از وظایف سازمان‌های آماری ملی کشورها است. این سازمان‌ها با توجه به ملاحظه‌های ملی و بین‌المللی استانداردهایی را برای تولید آمارهای رسمی تهیه می‌کنند. با توجه به شرایط حاکم بر نظام آماری هر کشور و منبع‌ها و محدودیت‌ها، برخی از قاعده‌های استانداردهای آماری، اجباری و برخی دیگر توصیه‌ای و اختیاری در نظر گرفته می‌شوند. به‌طور معمول استانداردهای بین‌المللی که با همکاری کشورهای مختلف تهیه می‌شوند، مبنایی برای تهیه‌ی استانداردهای ملی هستند. در واقع استانداردهای ملی به نوعی بومی شده‌ی استانداردهای بین‌المللی هستند. به‌طور کلی در تدوین استانداردهای ملی (به‌ویژه در بخش تعریف‌ها، مفهوم‌ها و رده‌بندی‌ها) ضمن رعایت قاعده‌های بین‌المللی، نیازهای آماری ملی نیز در نظر گرفته می‌شود. برای مثال فرد شاغل طبق تعریف بین‌المللی به فردی اطلاق می‌شود که در هفته‌ی مرجع حداقل یک ساعت کار با مزد انجام داده باشد. در صورتی که این تعریف برای مسئولان بخش اشتغال کشوری مناسب نباشد، امکان مشخص‌سازی فرد شاغل با تعداد ساعت کار متفاوتی مانند ۴۴ ساعت در هفته نیز در طرح آمارگیری مربوط فراهم شده است. به این ترتیب می‌توان نرخ اشتغال را بر مبنای استاندارد بین‌المللی و نیازهای ملی ارائه کرد.

در ایران مطالعه‌ها و فعالیت‌هایی به منظور تدوین استانداردهای آماری توسط مرکز آمار ایران صورت گرفته است که یکی از نتیجه‌های آن، مجموعه‌ی «استانداردهای آماری برای استفاده در نظام آماری کشور» است. این مجموعه در سال ۱۳۸۷ به منظور ارائه‌ی قاعده‌های استاندارد مورد نیاز در تولید آمار رسمی در نظام آماری کشور تدوین شده است. در این مجموعه قاعده‌ها و الگوهای استاندارد برای اجزای مختلف یک طرح آمارگیری، مانند طراحی پرسش‌نامه، تعریف‌ها و مفهوم‌ها، تعیین روش نمونه‌گیری و ...، ارائه شده است. مجموعه‌ی دیگری نیز توسط مرکز آمار ایران تحت عنوان «استانداردهای طرح‌های آمارگیری-اصول کلی» تهیه شده است که در سال ۱۳۸۸ به‌عنوان استاندارد ملی شماره‌ی ۱۰۳۱۴ ایران توسط موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تصویب شده است. علاوه بر این مجموعه‌ای به نام «تعاریف و مفاهیم استاندارد آماری برای استفاده در طرح‌ها و گزارش‌های آماری» به چاپ رسیده که ویرایش سوم آن مربوط به سال ۱۳۹۳ است.

به کارگیری استانداردهای آماری برای منبع‌های ثبتی دشواری‌های خاص خود را دارد چرا که داده‌های حاصل از این منبع‌ها از ثبت‌های اداری یا اجرایی تولید می‌شوند. از آن‌جا که به‌طور معمول داده‌های ثبتی به منظور استفاده‌های آماری تولید نمی‌شوند، تولید آن‌ها بر اساس تعریف‌هایی که توسط سازمان متولی ثبت اداری تعیین شده‌اند، صورت می‌گیرد، بنا بر این وقتی در تولید آمارهای ثبتی از تعریف‌های غیراستاندارد استفاده شود، از آن‌ها نمی‌توان استفاده‌های

آماری کرد. هماهنگسازی دستگاه‌های اجرایی هر کشور و تبعیت همه‌ی دستگاه‌ها از استانداردهای آماری می‌تواند یکی از چالش‌های مهم نظام آماری ملی هر کشور به حساب آید.

اصول کلی استانداردهای آماری ملی ایران شامل استانداردهایی برای ۲۷ موضوع در قالب ۵ مرحله از فرایند تولید آمارهای رسمی شامل برنامه‌ریزی، طراحی آمارگیری، گرداوری و پردازش داده‌ها، انتشار و اطلاع‌رسانی و مستندسازی است که در موضوع‌های اصلی، استانداردها الزامی و در برخی موضوع‌ها مانند ارزیابی کیفیت چارچوب آمارگیری، تشویقی هستند.

برای مثال به یکی از استانداردهای مهم در خصوص انتشار داده‌ها اشاره می‌شود. صندوق بین‌المللی پول (IMF) در سال ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ دو استاندارد در زمینه‌ی انتشار داده‌ها تهیه و ارائه کرد. این دو استاندارد عبارتند از نظام انتشار داده‌های خاص (SDDS)[۱] شامل قاعده‌هایی در خصوص انتشار داده‌هایی نظیر نرخ تورم، آمارهای مالی، شاخص‌های قیمت و ... و نظام انتشار داده‌های عمومی (GDDS)[۲] شامل قاعده‌هایی در خصوص داده‌هایی نظیر شاخص‌های جمعیتی، آموزشی و ... . مرکز آمار ایران بر مبنای این دو استاندارد، استانداردهایی تدوین و در دو بخش، یکی برای اجرا در مرکز آمار ایران و یک مجموعه برای اجرا در دستگاه‌های اجرایی کشور ارائه کرده است. استانداردهای GDDS و SDDS مورد بازنگری قرار گرفته‌اند و استانداردهایی به نام e-GDDS و SDDS Plus ارائه شده‌اند. به منظور آشنایی بیشتر با نوعی از استانداردهای آماری، ماده‌های ۶، ۷ و ۸ آیین‌نامه‌ی اجرایی استانداردهای تولید و انتشار داده‌ها در دستگاه‌های کشور که توسط مرکز آمار ایران تهیه و ابلاغ شده است، در ادامه آورده شده‌اند.

ماده ۶- دستگاه‌های اجرایی موظفند بر اساس تناوب مشخص شده در ستون تناوب و حداکثر تا مدت زمان مندرج در ستون ما قبل آخر (به‌هنگامی) آمار مربوط به جدول‌های پیوست ۲ و ۳ را منتشر نمایند.

تبصره ۱- در صورتی که در حال حاضر انتشار نتایج بر اساس زمان‌های فوق امکان‌پذیر نباشد، دستگاه‌های اجرایی موظفند، طی یک برنامه زمانی ۲ ساله زمان‌های انتشار مندرج در جدول‌های پیوست ۲ و ۳ را محقق نمایند. همچنین این دستگاه‌ها موظفند برنامه زمانی کاهش زمان انتشار را حداکثر ظرف مدت ۲ ماه و گزارش‌های پیشرفت در این زمینه را هر ۶ ماه یک بار به مرکز آمار ایران ارائه نمایند.

تبصره ۲- تائید و انتشار آمار تولید شده در جدول‌های پیوست ۲ و ۳ توسط دستگاه‌های اجرایی، بر عهده مرکز آمار ایران است.

ماده ۷- به منظور حفاظت از آمار و سلامت نتایج آنها قبل از انتشار، دستگاه‌های اجرایی موظفند فهرستی از اسامی افراد و مقام‌های مسئولی که قبل از انتشار آمار مندرج در جدول‌های پیوست ۲ و ۳ آن را در اختیار دارند، تهیه و به مرکز آمار ایران ارائه نمایند. این افراد مجازند در مدت زمان مشخص (حداکثر یک هفته) قبل از زمان انتشار و دسترسی توسط عموم، به این آمار دسترسی داشته باشند.

ماده ۸- دستگاه‌های اجرایی موظفند هرگونه تغییر در روش‌های تولید آمار مانند تغییر تعاریف و مفاهیم، طبقه‌بندی و روش محاسبه و براورد را قبل از تولید آمار به مرکز آمار ایران اعلام نمایند. به منظور افزایش مقایسه‌پذیری و حفظ سری زمانی اقلام آماری، دستگاه‌های اجرایی مجاز به تغییر تعاریف

---

[۱] Special Data Dissemination System

[۲] General Data Dissemination System

استاندارد واژه‌های اقلام آماری ابلاغی از سوی مرکز آمار ایران در طی یک دوره زمانی ۵ ساله نیستند.
تبصره: تغییر تعاریف و مفاهیم به دلیل اصلاح قوانین کشوری و ملی (قوانین مصوب مجلس شورای اسلامی) از این قاعده مستثنی است.

سازمان‌های بین‌المللی آماری استانداردهای مختلفی را در زمینه‌های مختلف فرایند تولید آمارهای رسمی تهیه و ارائه کرده‌اند. استانداردهای بین‌المللی به‌طور معمول در سه رده‌ی تعریف‌ها و مفهوم‌ها، رده‌بندی‌ها، و روش‌ها و دستورالعمل‌ها تقسیم شده‌اند به‌طور مثال نظام آمارهای بهداشت مجموعه‌ی استانداردی در رده‌ی تعریف‌ها و مفهوم‌ها است که توسط سازمان توسعه و همکارهای اقتصادی (OECD)[۳] با همکاری اداره‌ی آمار اتحادیه‌ی اروپا و سازمان بهداشت جهانی تهیه شده است. با توجه به گستردگی و اهمیت فراوان استانداردهای مربوط به رده‌بندی‌ها در تولید آمارهای رسمی، در بخش بعد توضیح بیش‌تری در این خصوص ارائه خواهد شد.

۳-۱۱ رده‌بندی‌های آماری

همان‌گونه که اشاره شد، رده‌بندی‌های آماری در واقع جزئی از استانداردهای آماری محسوب می‌شوند. با توجه به گستردگی اندازه‌گیری متغیرهای کیفی و رده‌بندی در فرایند تولید آمارهای رسمی، بدیهی است که استفاده از رده‌بندی‌های استاندارد نقش بسیار مهمی در هماهنگ‌سازی آمارهای ملی و بین‌المللی داشته باشد. به‌عنوان مثال در یک آمارگیری اقتصادی، یکی از مهم‌ترین متغیرهای مورد اندازه‌گیری، رشته فعالیت اقتصادی است. در اینجا لازم است با شیوه‌ای مناسب اندازه‌های مختلف رشته فعالیت اقتصادی رده‌بندی و کدگذاری شوند تا امکان تولید جدول‌های مناسب و آمارهای مورد نیاز فراهم شود. این موضوع در خصوص متغیرهایی نظیر نام محصول تولیدی یا عرضه شده، شغل، تحصیلات، وضعیت زناشویی و ... نیز به چشم می‌خورد. استفاده از رده‌بندی‌های غیر استاندارد موجب ناهماهنگی و مقایسه‌ناپذیری آمارها می‌شود.

رده‌بندی در واقع انتساب هر مقدار اندازه‌گیری شده‌ی یک متغیر کیفی یا کمی به یک رده است. رده‌ها باید جامع و به‌طور متقابل مستقل باشند. برای مثال فرض کنید محصول تولیدی یک کارگاه، جوراب است. در این‌صورت باید محصول جوراب در یک رده با یک کد مستقل قرار گیرد. کد این محصول در رده‌بندی استاندارد محوری محصول (CPC)[۴] برابر ۲۸۲۱۰ تعیین شده است. بنا بر این در همه‌ی طرح‌های آمارگیری یا منبع‌های ثبتی با موضوع مرتبط اگر از همین رده‌بندی استفاده شود، رده یا کد این محصول یکسان بوده و اطلاعات متناظر با آن قابل مقایسه هستند. همچنین امکان مقایسه در طی زمان نیز حاصل خواهد شد. البته باید توجه داشت که در این مثال ممکن است با انواع مختلفی از جوراب رو به رو شویم که می‌توانند در رده‌های متفاوتی قرار گیرند.

بدیهی است که تولیدکنندگان آمار بسته به هدف‌ها و نیازهای خود اقدام به اجرای طرح آمارگیری یا ایجاد نظام آمارهای ثبتی می‌کنند به همین دلیل الزام همه‌ی تولیدکنندگان به استفاده از

---

[۳] The Organisation for Economic Co-operation and Development
[۴] Central product classification

رده‌بندی‌های استاندارد، به‌طور معمول عملی نیست. در این گونه موردها تعیین رابطه و تناظر بین رده‌بندی استفاده شده و رده‌بندی استاندارد پیش‌نهاد می‌شود. در این صورت هم از رده‌بندی‌های مطابق با هدف‌های خاص یک سازمان استفاده می‌شود و هم قابلیت تبدیل نتیجه‌ها مطابق با رده‌بندی‌های استاندارد متناظر حاصل می‌شود.

رده‌بندی‌های استاندارد در سطح ملی به‌طور معمول از بومی‌سازی رده‌بندی‌های استاندارد بین‌المللی حاصل می‌شوند. استانداردهای بین‌المللی اغلب با مشارکت کشورهای مختلف توسط سازمان‌های آماری بین‌المللی نظیر بخش آمار سازمان ملل متحد تدوین می‌شوند. به‌کارگیری این استانداردها در سطح ملی علاوه بر ترجمه، نیاز به تطابق آن با وضعیت کشور دارد. برای مثال در رده‌بندی استاندارد رشته فعالیت‌های اقتصادی ممکن است برخی از فعالیت‌ها در یک کشور وجود نداشته یا رسمی و قانونی نباشند. همچنین ممکن است برخی از فعالیت‌های خاص در یک کشور در نسخه‌ی بین‌المللی لحاظ نشده باشند. لازم به ذکر است که بومی‌سازی رده‌بندی‌ها نباید تغییری در چارچوب کلی رده‌بندی‌ها ایجاد کند و همچنان باید هماهنگی‌های بین‌المللی رعایت شده باشد.

هم‌زمان با تغییرهای اقتصادی و اجتماعی و ظهور کسب و کارها، محصول‌ها و مفهوم‌های جدید، روزامدسازی رده‌بندی‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. این کار توسط سازمان متولی آمار در دوره‌های زمانی مشخص انجام می‌شود. نسخه‌های به‌روز شده همواره هماهنگی‌های لازم را با نسخه‌های قبلی دارا هستند. تغییرها و رابطه‌ی رده‌بندی‌های جدید و قدیم به‌طور روشن در متن رده‌بندی جدید ارائه می‌شود.

در ادامه‌ی این فصل به برخی از رده‌بندی‌های مهم بین‌المللی اشاره می‌شود.

۱-۳-۱۱ رده‌بندی استاندارد رشته فعالیت‌های اقتصادی (ISIC)[۵]

این رده‌بندی از مهم‌ترین و پرکاربردترین رده‌بندی‌های استاندارد بین‌المللی است و استفاده از آن در موسسه‌های آماری ملی و سایر سازمان‌های تولیدکننده‌ی آمارهای رسمی گسترش یافته است. این رده‌بندی با مدیریت بخش آمار سازمان ملل متحد تهیه شده و آخرین ویرایش آن تحت عنوان ISIC Rev.۴ در سال ۲۰۰۸ میلادی ارائه شده است. دامنه‌ی کاربرد این رده‌بندی شامل همه‌ی فعالیت‌های اقتصادی در چارچوب نظام حساب‌های ملی (SNA)[۶] سال ۲۰۰۸ است. این رده‌بندی از ۲۱ بخش تشکیل شده است و هر بخش از تعدادی قسمت با کدهای دو رقمی و هر قسمت نیز از تعدادی گروه با کد سه رقمی تشکیل شده است. آخرین سطح رده‌بندی نیز رده است که با کد چهار رقمی نشان داده می‌شود. از این استاندارد در آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی مرکز آمار ایران استفاده می‌شود. به‌طور مثال ساختار رده‌بندی ISIC برای فعالیت تولید صنعتی فرش و گلیم در جدول ۱۱-۱ آمده است.

جدول ۱۱-۱. نمونه‌ای از کدهای رده‌بندی ISIC

شرح	کد	سطح رده‌بندی
تولید صنعتی	C	بخش

[۵] International Standard Industrial Classification
[۶] System of National Accounts

تولید صنعتی منسوجات	۱۳	قسمت
تولید صنعتی سایر منسوجات	۱۳۹	گروه
تولید صنعتی فرش و گلیم	۱۳۹۳	رده

جدول ۱۱-۲ عنوان بخش‌های مختلف ISIC Ver.4 را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱-۲. رده‌بندی ISIC رشته فعالیت‌های اقتصادی، ۲۰۰۸

شرح	قسمت‌ها	بخش
کشاورزی، جنگلداری و ماهی‌گیری	۰۱-۰۳	A
استخراج معدن	۰۵-۰۹	B
تولید صنعتی (ساخت)	۱۰-۳۳	C
تامین برق، گاز، بخار و تهویه‌ی هوا	۳۵	D
آب‌رسانی؛ مدیریت پس‌ماند، فاضلاب و فعالیت‌های تصفیه	۳۶-۳۹	E

جدول ۱۱-۲. رده‌بندی ISIC رشته فعالیت‌های اقتصادی، ۲۰۰۸ (ادامه)

ساختمان	۴۱-۴۳	F
عمده‌فروشی و خرده‌فروشی، تعمیر وسیله‌های نقلیه‌ی موتوری و موتورسیکلت	۴۵-۴۷	G
حمل و نقل و انبارداری	۴۹-۵۳	H
فعالیت‌های خدماتی مربوط به تأمین جا و غذا	۵۵-۵۶	I
اطلاعات و ارتباطات	۵۸-۶۳	J
فعالیت‌های مالی و بیمه	۶۴-۶۶	K
فعالیت‌های املاک و مستغلات	۶۸	L
فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و فنی	۶۹-۷۵	M
فعالیت‌های اداری و خدمت‌های پشتیبانی	۷۷-۸۲	N
اداره‌ی امور عمومی و دفاع؛ تأمین اجتماعی اجباری	۸۴	O
آموزش	۸۵	P
فعالیت‌های مربوط به سلامت انسان و مددکاری اجتماعی	۸۶-۸۸	Q
هنر، سرگرمی و تفریح	۹۰-۹۳	R
سایر فعالیت‌های خدماتی	۹۴-۹۶	S
فعالیت‌های خانوارها به‌عنوان کارفرما؛ فعالیت‌های تفکیک ناپذیر؛ تولید کالاها و خدمت‌ها توسط خانوارهای معمولی برای استفاده‌ی خود	۹۷-۹۸	T
فعالیت‌های سازمان‌ها و هیئت‌های برون‌مرزی	۹۹	U

جدول ۱۱-۳. بخش‌های اصلی رده‌بندی CPC، ۲۰۱۳

شرح	بخش
محصول‌های کشاورزی، جنگل‌داری و ماهی‌گیری	۰
کانه‌ها و کانی‌ها؛ برق، گاز و آب	۱
محصول‌های غذایی، نوشیدنی‌ها و تنباکو؛ منسوجات، پوشاک و محصول‌های چرمی	۲
سایر محصول‌های قابل حمل به جز محصول‌های فلزی، ماشین‌آلات و تجهیزات	۳
محصول‌های فلزی، ماشین‌آلات و تجهیزات	۴
سازه‌ها و خدمت‌های ساختمانی	۵
خدمت‌های تجاری توزیعی؛ خدمت‌های ارائه‌ی جا، غذا و نوشیدنی؛ خدمت‌های حمل و نقل؛ خدمت‌های توزیع برق، گاز و آب	۶
خدمت‌های مالی و امور مرتبط؛ خدمت‌های املاک؛ خدمت‌های کرایه و اجاره	۷
خدمت‌های کسب و کار و تولید	۸
خدمت‌های اجتماعی و شخصی	۹

برای مثال رده‌بندی خدمت‌های تولید مبل از بخش خدمت‌های کسب و کار و تولید به‌عنوان یک محصول، بر مبنای CPC Ver. 2.1 در جدول ۱۱-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۱-۴. نمونه‌ای از رده‌بندی محصول خدمت‌های تولید مبل در رده‌بندی CPC، ۲۰۱۳

شرح	کد	سطح رده‌بندی
خدمت‌های کسب و کار و تولید	۸	بخش
خدمت‌های تولیدی بر روی داده‌های فیزیکی متعلق به دیگر واحدها	۸۸	قسمت
سایر خدمت‌های تولیدی	۸۸۹	گروه
سایر خدمت‌های تولیدی	۸۸۹۰	رده
خدمت‌های تولید مبل	۸۸۹۰۱	زیر رده

۱۱-۳-۳ رده‌بندی مصرف فردی بر حسب هدف (COICOP)[۷]

رده‌بندی COICOP به منظور رده‌بندی انواع هزینه‌های مصرف فردی تدوین شده است. مصرف‌های فردی به سه دسته‌ی مصرف فردی در خانوار، مصرف به ازای فرد توسط دولت و مصرف به ازای فرد توسط موسسات غیرانتفاعی در خدمت خانوارها (بیشتر سازمان‌های مردم‌نهاد) تقسیم می‌شود. به‌طور مثال هزینه‌های مصرفی یک سازمان مردم‌نهاد برای آموزش افراد، بخشی از مصارف فردی موسسات غیرانتفاعی در خدمت مردم محسوب می‌شود و پرداخت یارانه‌ی دارو توسط دولت از مصرف‌های فردی دولت است. در خصوص مصرف‌های خانوار نیز می‌توان به خرید نان، گوشت یا هزینه‌های تفریحی و آموزشی هر خانوار اشاره کرد.

رده‌بندی COICOP توسط سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD) تهیه شده و آخرین نسخه‌ی آن مربوط به سال ۲۰۰۰ است. این رده‌بندی از سه سطح تشکیل شده است و دارای چهارده بخش با کد دو رقمی است. دوازده بخش مربوط به مصرف‌های فردی در خانوار و دو بخش دیگر مربوط به مصرف‌های فردی دولت و موسسات غیرانتفاعی در خدمت مردم است. هر بخش شامل تعدادی قسمت با کدهای سه رقمی و هر قسمت نیز از رده‌هایی با کدهای ۴ رقمی تشکیل شده است. مرکز آمار ایران از این رده‌بندی در آمارگیری از هزینه و درامد خانوار استفاده می‌کند. چارچوب بخش‌های این رده‌بندی در جدول ۱۱-۵ آمده است.

جدول ۱۱-۵. بخش‌های رده‌بندی COICOP، ۲۰۰۰

شرح	بخش
خوراکی و نوشیدنی‌های غیرالکلی	۰۱
نوشابه‌های الکلی، دخانیات و مواد مخدر	۰۲
پوشاک و کفش	۰۳
مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها	۰۴
مبلمان، لوازم خانگی و نگهداری آن‌ها	۰۵
بهداشت و درمان	۰۶

[۷] Classification of Individual Consumption According to Purpose

بخش	شرح
۰۷	حمل و نقل
۰۸	ارتباطات
۰۹	تفریح و فرهنگ
۱۰	آموزش
۱۱	هتل و رستوران
۱۲	کالاها و خدمت‌های متفرقه
۱۳	هزینه مصرف فردی موسسات غیرانتفاعی در خدمت مردم
۱۴	هزینه مصرف فردی دولت

۴-۳-۱۱ رده‌بندی استاندارد بین‌المللی شغل‌ها (ISCO)[8]

رده‌بندی استاندارد بین‌المللی شغل‌ها توسط سازمان بین‌المللی کار تدوین و توسعه یافته است. این رده‌بندی ابزار مناسبی برای رده‌بندی و گروه‌بندی شغل‌های مختلف بر اساس وظیفه‌ها و فعالیت‌های هر شغل است. ایسکو (ISCO) نه تنها مبنای گزارش‌دهی بین‌المللی آمارهای مرتبط با شغل است بلکه الگویی برای تهیه‌ی رده‌بندی‌های ملی در زمینه‌ی شغل به حساب می‌آید. آخرین نسخه‌ی این رده‌بندی در سال ۲۰۰۸ ارائه شده است که ISCO-08 نامیده می‌شود.
رده‌بندی ISCO-08 دارای ساختاری چهار رقمی و چهارسطحی شامل ۱۰ گروه اصلی، ۴۳ زیرگروه اصلی، ۱۳۰ گروه فرعی و ۴۳۶ گروه واحد است. جدول ۱۱-۶ ده گروه اصلی این رده‌بندی و تعداد سطح‌های بعدی هر گروه اصلی را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱-۶. گروه‌های اصلی رده‌بندی ISCO-08، ۲۰۰۸

کد گروه اصلی	شرح	تعداد زیرگروه‌های اصلی	تعداد گروه‌های فرعی	تعداد گروه‌های واحد
۱	مدیران	۴	۱۱	۳۱
۲	متخصصان	۶	۲۷	۹۲
۳	تکنسین‌ها و کمک‌متخصصان	۵	۲۰	۸۴
۴	کارکنان پشتیبانی دفتری	۴	۸	۲۹
۵	کارکنان ارائه‌ی خدمت و کارکنان فروش	۴	۱۳	۴۰
۶	کارکنان ماهر کشاورزی، جنگل‌داری و ماهی‌گیری	۳	۹	۱۸
۷	صنعتگران و کارکنان حرفه‌های مرتبط	۵	۱۴	۶۶
۸	متصدیان ماشین‌آلات و دستگاه‌ها و مونتاژکاران	۳	۱۴	۴۰
۹	کارکنان شغل‌های ساده	۶	۱۱	۳۳
۰	شغل‌های نیروهای مسلح	۳	۳	۳

[8] International Standard Classification of Occupations

به‌عنوان مثال شغل مدیریت منابع انسانی در گروه اصلی ۱ (مدیران)، زیرگروه اصلی ۲ (مدیران اجرایی و بازرگانی)، گروه فرعی ۱ (مدیران اداری و خدمت‌های کسب و کار) و در نهایت در گروه واحد ۲ (مدیران منابع انسانی) رده‌بندی می‌شود و کد ISCO-08 متناظر با آن برابر ۱۲۱۲ است. مرکز آمار ایران از این طبقه‌بندی برای طرح آمارگیری از نیروی کار خود استفاده می‌کند.

۵-۳-۱۱ رده‌بندی استاندارد سطح‌های آموزشی و رشته‌های تحصیلی (ISCED)[9]

رده‌بندی ایسکو (ISCED) به منظور تسهیل در ارائه‌ی گزارش‌های آماری ملی و بین‌المللی در حوزه‌ی آموزش توسط بخش آمار یونسکو (سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد) تهیه شده است. آخرین نسخه‌ی این رده‌بندی در سال ۲۰۱۱ با بازنگری روی نسخه‌ی سال ۱۹۹۷ تدوین شده است. در این رده‌بندی دو نوع رده‌بندی یکی برای سطح‌های آموزشی و یکی برای رشته‌های تحصیلی ارائه شده است. البته همزمان با بازنگری این رده‌بندی، از سوی کارشناسان کشورهای همکار، پیش‌نهاد تدوین یک رده‌بندی مستقل در حوزه‌ی آموزش و رشته‌های تحصیلی مطرح و این پیشنهاد منجر به تدوین رده‌بندی ISCED-F [10]در سال ۲۰۱۳ شد. جدول ۱۱-۷ سطح‌های اول آموزشی را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱-۷. سطح‌های اصلی آموزشی در رده‌بندی ISCED، ۲۰۱۱

کد سطح	شرح
۰	آموزش دوران کودکی و پیش از ابتدایی
۱	دوره‌ی ابتدایی
۲	دوره‌ی اول متوسطه
۳	دوره‌ی دوم متوسطه یا معادل آن
۴	دیپلم متوسطه یا معادل آن
۵	کاردانی یا معادل آن
۶	کارشناسی یا معادل آن
۷	کارشناسی ارشد یا معادل آن
۸	دکتری یا معادل آن

در ایران سطح ۹ نیز برای لحاظ کردن سایر سطح‌های آموزشی مانند تحصیلات غیررسمی یا تحصیلات علوم دینی سایر ادیان در نظر گرفته شده است. به‌عنوان مثالی از این رده‌بندی، اگر در سرشماری عمومی نفوس و مسکن میزان تحصیلات یکی از اعضای خانوار، پزشکی عمومی ثبت شده باشد، کد معادل این سطح آموزشی بر اساس رده‌بندی ISCED عبارت است از ۷۴۰۲. جدول ۱۱-۸ سطح اول رده‌بندی رشته‌های تحصیلی را بر اساس ISCED-F نشان می‌دهد.

جدول ۱۱-۸. سطح‌های اصلی آموزشی در رده‌بندی ISCED-F، ۲۰۱۳

کد سطح ۱	شرح	کد سطح ۲	شرح

[9] International Standard Classification of Education
[10] ISCED Fields of Education and Training

کد سطح ۱	شرح	کد سطح ۲	شرح
۰۰	برنامه‌های عمومی و مهارت‌ها	۰۰۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با برنامه‌های عمومی و مهارت‌ها
		۰۰۱	برنامه‌های پایه‌ای و مهارت‌ها
		۰۰۲	سواد خواندن و نوشتن و شمارش
		۰۰۳	مهارت‌ها و پیشرفت‌های فردی
		۰۰۹	رشته‌های مرتبط با هنر و علوم انسانی که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۰۱	علوم تربیتی	۰۱۱	علوم تربیتی
		۰۱۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با علوم تربیتی

جدول ۱۱-۸. سطح‌های اصلی آموزشی در رده‌بندی ISCED-F، ۲۰۱۳ (ادامه)

۰۲	هنر و علوم انسانی	۰۲۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با هنر و علوم انسانی
		۰۲۱	هنر
		۰۲۲	علوم انسانی به جز زبان
		۰۲۳	زبان
		۰۲۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با هنر و علوم انسانی
		۰۲۹	رشته‌های مرتبط با هنر و علوم انسانی که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۰۳	علوم اجتماعی، روزنامه‌نگاری و اطلاع‌رسانی	۰۳۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با علوم اجتماعی، روزنامه‌نگاری و اطلاع‌رسانی
		۰۳۱	علوم اجتماعی و رفتاری
		۰۳۲	روزنامه‌نگاری و اطلاع‌رسانی
		۰۳۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با علوم اجتماعی، روزنامه‌نگاری و اطلاع‌رسانی
		۰۳۹	رشته‌های مرتبط با علوم اجتماعی، روزنامه‌نگاری و اطلاع‌رسانی که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۰۴	بازرگانی، علوم اداری و حقوق	۰۴۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با بازرگانی، علوم اداری و حقوق
		۰۴۱	بازرگانی و علوم اداری
		۰۴۲	حقوق
		۰۴۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با بازرگانی، علوم اداری و حقوق
		۰۴۹	رشته‌های مرتبط با بازرگانی، علوم اداری و حقوق که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۰۵	علوم تجربی، ریاضی و آمار	۰۵۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با علوم تجربی، ریاضی و آمار
		۰۵۱	علوم زیستی و رشته‌های مرتبط
		۰۵۲	محیط زیست
		۰۵۳	علوم فیزیک
		۰۵۴	ریاضی و آمار
		۰۵۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با علوم تجربی، ریاضی و آمار
		۰۵۹	رشته‌های مرتبط با علوم تجربی، ریاضی و آمار که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۰۶	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۰۶۱	فناوری اطلاعات و ارتباطات
		۰۶۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با مهندسی، تولید و ساختمان

جدول ۱۱-۸. سطح‌های اصلی آموزشی در رده‌بندی ISCED-F، ۲۰۱۳ (ادامه)

۰۷	مهندسی، تولید و ساختمان	۰۷۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با مهندسی، تولید و ساختمان
		۰۷۱	مهندسی
		۰۷۲	تولید و فراوری
		۰۷۳	معماری و ساختمان
		۰۷۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با مهندسی، تولید و ساختمان
		۰۷۹	رشته‌های مرتبط با مهندسی، تولید و ساختمان که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۰۸	کشاورزی، جنگل‌داری، ماهی‌گیری و دامپزشکی	۰۸۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با کشاورزی، جنگل‌داری، ماهی‌گیری و دامپزشکی
		۰۸۱	کشاورزی
		۰۸۲	جنگل‌داری
		۰۸۳	ماهی‌گیری
		۰۸۴	دامپزشکی
		۰۸۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با کشاورزی، جنگل‌داری، ماهی‌گیری و دامپزشکی
		۰۸۹	رشته‌های مرتبط با کشاورزی، جنگل‌داری، ماهی‌گیری و دامپزشکی که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۰۹	سلامت	۰۹۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با سلامت و رفاه
		۰۹۱	سلامت
		۰۹۲	رفاه
		۰۹۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با سلامت و رفاه
		۰۹۹	رشته‌های مرتبط با سلامت و رفاه که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۱۰	خدمت‌ها	۱۰۰	رشته‌های تعیین‌ناپذیر مرتبط با خدمت‌ها
		۱۰۱	خدمت‌های فردی
		۱۰۲	بهداشت و خدمت‌های سلامت شغلی
		۱۰۳	خدمت‌های امنیتی
		۱۰۴	خدمت‌های حمل و نقل
		۱۰۸	برنامه‌ها و مهارت‌های میان رشته‌ای مرتبط با خدمت‌ها
		۱۰۹	رشته‌های مرتبط با خدمت‌ها که در جای دیگر طبقه‌بندی نشده‌اند
۹۹	نامعلوم	۹۹۹	نامعلوم

به‌عنوان مثالی از این رده‌بندی، کد رده‌ی رشته‌ی تحصیلی آمار برابر ۰۵۴۲ تعیین شده است. همان‌گونه که در جدول ۱۱-۸ دیده می‌شود این رده‌بندی همه‌ی رشته‌های تحصیلی اعم از رشته‌های تحصیلی استاندارد بین‌المللی یا رشته‌های خاص در یک کشور را در برمی‌گیرد. اگر یک رشته‌ی تحصیلی در هیچ یک از رده‌های دهگانه قرار نگیرد این رشته‌ی تحصیلی در رده‌ی ۹۹ قرار داده می‌شود. در صورتی که با توجه به تعریف و مشخصات یک رشته‌ی تحصیلی، بتوان آن را در یکی از سطح‌های دهگانه قرار داد ولی تشخیص رده‌ی جزئی‌تر امکان‌پذیر نباشد، آن را در رده‌ی تعیین ناپذیر (کد ۰ در سطح ۲) قرار می‌دهند.

همان‌طور که اشاره شد، از این رده‌بندی در سرشماری عمومی نفوس و مسکن، آمارگیری نیروی کار و هر آمارگیری خانواری که درباره‌ی رشته‌ی تحصیلی و سطح تحصیلات پرسش شود؛ استفاده می‌شود.

۱۱-۴ خلاصه‌ی فصل

استاندارد بودن روش‌های تولید آمار و به‌کارگیری تعریف‌ها، مفهوم‌ها و رده‌بندی‌های استاندارد علاوه بر افزایش کیفیت آمارهای تولید شده، امکان مقایسه‌های زمانی و مکانی در سطح ملی و بین‌المللی را فراهم می‌کنند. مطابق اصل نهم از اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی، سازمان‌های آماری ملی در هر کشور باید از مفهوم‌ها، رده‌بندی‌ها و روش‌هایی که سازگاری و کارایی نظام‌های آماری را در تمام سطح‌های رسمی ارتقا می‌بخشند، استفاده کنند. به مجموعه‌ای از قاعده‌ها، دستورالعمل‌ها و راهکارهای هماهنگ‌ساز در خصوص تولید آمارهای رسمی، استانداردهای آماری گفته می‌شود. استفاده از استانداردهای آماری می‌تواند منجر به افزایش کیفیت تولیدهای آماری، کاهش هزینه‌ها و افزایش شفافیت در تولید آمارهای رسمی شود.

استانداردهای آماری برای موضوع‌هایی نظیر تعریف واژه‌ها، اصطلاح‌ها و مفهوم‌های به‌کار گرفته شده، رده‌بندی‌ها و نظام کدگذاری متغیرها، واحدهای آماری، واحدهای آمارگیری، روش‌های تهیه‌ی گزارش‌های آماری، انتشار و اطلاع‌رسانی داده‌های آماری، قاعده و راهنما ارائه می‌کنند. تهیه‌ی استانداردهای آماری از وظایف سازمان‌های آماری ملی کشورها است. این سازمان‌ها با توجه به ملاحظه‌های ملی و بین‌المللی استانداردهایی را برای تولید آمارهای رسمی در کشور تهیه می‌کنند. با توجه به شرایط حاکم بر نظام آماری هر کشور و منبع‌ها و محدودیت‌ها، برخی از قاعده‌های استانداردهای آماری، اجباری و برخی دیگر توصیه‌ای و اختیاری در نظر گرفته می‌شوند.

رده‌بندی‌های آماری جزئی از استانداردهای آماری محسوب می‌شوند. با توجه به گستردگی اندازه‌گیری متغیرهای کیفی و رده‌بندی در فرایند تولید آمارهای رسمی، بدیهی است که استفاده از رده‌بندی‌های استاندارد نقش بسیار مهمی در هماهنگ‌سازی آمارهای ملی و بین‌المللی داشته باشد. رده‌بندی در واقع انتساب هر مقدار اندازه‌گیری شده‌ی یک متغیر کیفی یا کمی به یک رده است. رده‌ها باید جامع و به‌طور متقابل مستقل باشند. رده‌بندی‌های استاندارد در سطح ملی به‌طور معمول از بومی‌سازی رده‌های استاندارد بین‌المللی حاصل می‌شوند. از رده‌بندی‌های مهم استاندارد شده در سطح بین‌المللی می‌توان به رده‌بندی‌های استاندارد رشته فعالیت‌های اقتصادی (ISIC)، رده‌بندی محوری محصول (CPC)، رده‌بندی مصرف فردی بر حسب هدف (COICOP)، رده‌بندی استاندارد بین‌المللی شغل‌ها (ISCO) و رده‌بندی سطح‌های آموزشی و رشته‌های تحصیلی (ISCED) اشاره کرد.

تمرین

۱. به‌کارگیری استانداردهای آماری چه تاثیری در کیفیت آمارهای رسمی تولید شده دارد؟

۲. چرا استفاده از رده‌بندی‌های استاندارد ضرورت دارد؟

۳. ساختار رده‌بندی استاندارد رشته فعالیت‌های اقتصادی چیست؟

۴. برای رده‌بندی محصول‌ها و خدمت‌ها از چه رده‌بندی استفاده می‌شود؟

۵. پرداخت یارانه‌ی نان توسط دولت چه نوع هزینه‌ی مصرفی محسوب می‌شود و در قالب چه رده‌بندی قرار می‌گیرد؟

۶. سطح تحصیلی حوزوی در چه کدی از رده‌بندی ایسکد قرار می‌گیرد.

۷. تفاوت رده‌ی ۹۹ در رده‌بندی ایسکد-اف و کد ۰ در سطح ۲ این رده‌بندی چیست؟

۸. کدام‌یک از اصل‌های بنیادین آمارهای رسمی به استفاده از استانداردهای آماری اشاره شده است؟

۹. چرا رعایت استانداردهای آماری بین‌المللی اهمیت دارد؟

۱۰. چرا به‌کارگیری برخی از استانداردهای آمارهای رسمی اجباری نیستند؟

مرجع‌ها

مرکز آمار ایران (۱۳۸۸)، *استاندارد طرح‌های آمارگیری-اصول کلی*.

مرکز آمار ایران (۱۳۸۷)، *استانداردهای طرح‌های آمارگیری برای استفاده در نظام آماری کشور*.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۳)، *تعاریف و مفاهیم استاندارد آماری برای استفاده در طرح‌ها و گزارش‌های آماری*.

Hoffmann, E., and Chamie, M. (1997), *Standard Statistical Classification: Basic Principles*, New York: Statistical Commission, Thirtieth Session.

United Nations Statistics Division website:
https://unstats.un.org/unsd/class/default.asp.

فصل ۱۲
حساب‌های ملی

۱-۱۲مقدمه

یکی از مهم‌ترین کاربردهای آمارهای رسمی و شاید بتوان گفت مهم‌ترین کاربرد آن‌ها، تولید آماره‌ها و شاخص‌هایی است که تصویرگر اقتصاد یک کشور در یک بازه‌ی زمانی به‌طور مثال سه ماهه، شش ماهه، یا سالانه هستند. این تصویر ابزاری مناسب برای پایش فعالیت‌های اقتصادی در اختیار مسئولان و فعالان اقتصادی قرار می‌دهد. شاخص‌های مختلفی برای اندازه‌گیری فعالیت‌های اقتصادی وجود دارد که از مهمترین آن‌ها می‌توان به محصول ناخالص داخلی (GDP)، رشد اقتصادی و نرخ تورم اشاره کرد. به مجموعه‌ی آمارها و شاخص‌های اقتصادی هر کشور، حساب‌های ملی گفته می‌شود. به منظور یکپارچه‌سازی، سازگاری و مقایسه‌پذیری آمارهای اقتصادی کشورها، نظامی تحت عنوان نظام حساب‌های ملی (SNA) توسط بخش آمار سازمان ملل متحد توصیه شده است که در حال حاضر تقریبا توسط همه‌ی کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. آخرین نگارش نظام حساب‌های ملی توسط این نهاد بین‌المللی، تا زمان چاپ این کتاب، در سال ۲۰۰۸ ارائه شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۴).

نظام حساب‌های ملی مجموعه‌ای شامل یک نظام آماری گسترده و فراگیر است که به ارائه‌ی نظام‌مند براورد شاخص‌های اقتصاد کلان مرتبط با درامد و ثروت هر کشور کمک می‌کند. به عبارت دیگر این نظام مجموعه‌ای استاندارد از توصیه‌های مورد توافق در سطح بین‌المللی است که چگونگی اندازه‌گیری فعالیت‌های اقتصادی طبق پیمان‌های دقیق حسابداری را بیان می‌کند. اقتصاد کلان با هم‌افزودهایی از محصول، درامد، مصرف، نیروی کار، سرمایه‌گذاری تجاری، عرضه‌ی پول و جمع ثروت سر و کار دارد. حساب‌های ملی در واقع ارائه‌ی نظام‌مند ارزش پولی این اطلاعات و سایر اطلاعات مرتبط با درامد و ثروت ملی است. نظام حساب‌های ملی همچنین در بر گیرنده‌ی ترازنامه‌ها و جدول‌هایی بر مبنای مفهوم‌ها، تعریف‌ها، رده‌بندی‌ها و قاعده‌های حسابداری مورد توافق است.

نظام حساب‌های ملی، چارچوبی برای هماهنگی آماره‌ها است به این معنی که در درجه‌ی اول باعث استفاده از تعریف‌ها، استانداردها و رده‌بندی‌های سازگار و یکسان در تولید آماره‌ها

می‌شود و در درجه‌ی دوم سازگاری داده‌های برداشت شده از منابع مختلف نظیر طرح‌های آمارگیری کارگاهی، آمارگیری‌های خانواری و منابع ثبتی را تا حد زیادی تضمین می‌کند. در واقع به منظور به‌کارگیری نظام حساب‌های ملی در یک کشور، استفاده از تعریف‌ها، استانداردها و رده‌بندی‌های استاندارد (موضوع فصل ۱۱ این کتاب) و همچنین روش‌های آماری استاندارد برای گرداوری داده‌ها ضروری است.

نظام حساب‌های ملی دارای چهار ویژگی انعطاف‌پذیری، شفافیت، هماهنگی و جامعیت است. شاخص‌های اقتصادی کشور بر مبنای نظام حساب‌های ملی بسیار متنوع و گسترده هستند و از این رو اجرای کامل نظام حساب‌های ملی کار دشواری است و همه‌ی کشورها توان اجرای کامل آن را ندارند. به همین دلیل شش مرحله در اجرای کامل این نظام پیش‌بینی شده است که هر کشور بر مبنای توانایی‌ها و محدودیت‌های خود اقدام به اجرای این مرحله‌ها می‌کنند. این شش مرحله عبارت‌اند از:

۱. محاسبه‌ی محصول ناخالص داخلی بر اساس سه روش تولید و هزینه و درامد به قیمت‌های جاری و ثابت به تفکیک اجزا،
۲. مرحله‌ی ۱ به‌علاوه‌ی اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه درامد ناخالص ملی و نیز سایر مبادله‌ها با دنیای خارج،
۳. مرحله‌ی ۲ به‌علاوه‌ی تهیه‌ی حساب تولید برای بخش‌های نهادی و نیز تهیه‌ی حساب تولید تا حساب مالی برای بخش نهادی دولت،
۴. مرحله‌ی ۳ به‌علاوه‌ی تهیه‌ی حساب‌های توزیع اولیه و ثانویه درامد و نیز تهیه‌ی حساب مصرف درامد برای اقتصاد ملی و بخش‌های نهادی،
۵. مرحله‌ی ۴ به‌علاوه‌ی تهیه‌ی حساب سرمایه و حساب مالی برای اقتصاد ملی و بخش‌های نهادی، و
۶. مرحله‌ی ۵ به‌علاوه‌ی تهیه‌ی سایر حساب‌ها و حساب ترازنامه برای اقتصاد ملی و بخش‌های نهادی.

تهیه‌ی حساب‌های ملی بر اساس چارچوب نظام حساب‌های ملی، از پیچیده‌ترین و دشوارترین وظایف مرکزهای آماری ملی[۱] کشورها است. با توجه به این که حساب‌های ملی از مهم‌ترین آمارهای رسمی هر کشور محسوب می‌شوند و آشنایی با آن‌ها برای آمارشناسان عرصه‌ی آمار رسمی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، در این فصل سعی شده است صرفا خلاصه‌ای از مفهوم‌های مرتبط ارائه شده و آشنایی ابتدایی با موضوع حساب‌های ملی صورت گیرد. برای مطالعه‌ی بیش‌تر و جزئی‌تر موضوع حساب‌های ملی که نیاز به دانش بیش‌تری از علم اقتصاد دارد، می‌توان به منبع‌های معرفی شده مراجعه کرد.

مطالب این فصل متکی بر حساب‌های ملی مورد استفاده‌ی بخش آمار سازمان ملل (UNSD)، موسسه‌ی آماری آسیا و اقیانوسیه (SIAP)، و دفتر انتشارات اتحادیه اروپا است.

[۱] در تعداد محدودی از کشورها بانک مرکزی وظیفه‌ی تهیه‌ی حساب‌های ملی را بر عهده دارد.

۱۲-۲ مفهوم‌ها و متغیرهای پایه‌ای حساب‌های ملی

در این بخش سعی شده است برخی مفهوم‌های ابتدایی در نظام حساب‌های ملی به همراه برخی متغیرها و عنصرهای کلیدی معرفی شوند. با توجه به گستردگی مفهوم‌ها و تخصصی بودن آن‌ها و ملاحظه‌ی محدودیت‌های این کتاب، مراجعه به منبع‌های معرفی شده برای علاقه‌مندان راه‌گشا خواهد بود.

۱۲-۲-۱ عرضه و مصرف

معادله‌ی اصلی در یک اقتصاد، لزوم برابری کل عرضه‌ی کالاها و خدمت‌ها با کل مصرف‌ها است. می‌توان گفت که عرضه، ارزش کالا و خدمت‌هایی است که تولیدکنندگان حاضرند در قیمت‌های مختلف در اختیار مصرف‌کنندگان قرار دهند. ارزش پولی کالا و خدمت‌هایی که از سوی افراد خریداری و تهیه می‌شود، مصرف نامیده می‌شود. وقتی تجارت خارجی را در این معادله در نظر بگیریم، آن‌گاه کل عرضه‌ی کالاها و خدمت‌ها شامل ستانده‌ی تولیدهای داخلی و واردات خواهد شد.

ستانده، ارزش کالاها و خدمت‌هایی است که در یک واحد تولید شده و برای استفاده در خارج از آن واحد در دسترس قرار می‌گیرد.

مصرف‌ها نیز در برگیرنده‌ی مصرف میانی، مصرف نهایی، تشکیل سرمایه‌ی ناخالص و صادرات خواهند بود. مصرف میانی یا مصرف واسطه شامل کالاها و خدمت‌هایی است که در فرایند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد (به استثنای مصرف دارایی‌های ثابت) و به همین ترتیب مصرف نهایی شامل کالاها و خدمت‌هایی است که مورد بهره‌برداری مصرف کننده‌ی نهایی قرار می‌گیرد. با این فرض‌ها برابری زیر به دست می‌آید:

صادرات + تشکیل سرمایه‌ی ناخالص + مصرف نهایی + مصرف میانی = واردات + ستانده (۱۲-۱)

برابری (۱۲-۱) را می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

واردات – صادرات + تشکیل سرمایه‌ی ناخالص + مصرف نهایی = مصرف میانی – ستانده (۱۲-۲)

در اینجا مفهوم ارزش افزوده مطرح می‌شود. ارزش افزوده یک کمیت اقتصادی مهم است که به دو صورت خالص و ناخالص تعریف می‌شود. ارزش افزوده‌ی ناخالص برابر با ستانده منهای مصرف میانی است و ارزش افزوده‌ی خالص از تفاوت ارزش افزوده‌ی ناخالص و مصرف سرمایه‌ی ثابت به دست می‌آید. ارزش افزوده در واقع ارزشی است که حین فرایند تولید به ارزش کالاهای واسطه‌ای افزوده می‌شود. با در نظر گرفتن تعریف ارزش افزوده‌ی ناخالص، برابری (۱۲-۲) به‌صورت زیر قابل بازنویسی است:

= ارزش افزوده‌ی ناخالص

واردات – صادرات + تشکیل سرمایه‌ی ناخالص + مصرف‌نهایی (۱۲-۳)

در اینجا باید توجه داشت که مقدار مصرف نهایی، مصرف میانی و تشکیل سرمایه‌ی ناخالص، طرف راست برابری (۱۲-۱) از دید مصرف کننده یا خریدار در نظر گرفته می‌شود و بنا بر این

باید دو مقدار مالیات و یارانه را نیز در نظر گرفت. مالیات باعث افزایش و یارانه باعث کاهش میزان پرداختی مصرف‌کننده می‌شود. به همین ترتیب سمت چپ برابری (۱۲-۱) نیز از جنبه‌ی تولیدکننده مورد نظر قرار می‌گیرد و بنا بر این مالیات باید به میزان ستانده افزوده و یارانه باید از آن کسر شود. به این ترتیب با در نظر گرفتن مالیات و یارانه، برابری (۱۲-۱) به‌صورت زیر بازنویسی می‌شود:

= مصرف میانی - یارانه - مالیات + ستانده
واردات - صادرات + تشکیل سرمایه‌ی ناخالص + مصرف نهایی (۱۲-۴)

۱۲-۲-۲ محصول ناخالص داخلی (GDP)

در سمت چپ برابری (۱۲-۴) ارزش همه‌ی کالاها و خدمت‌های تولید شده در یک بازه‌ی زمانی (ستانده) منهای کالاها و خدمت‌هایی که حین فرایند تولید در همان بازه‌ی زمانی به مصرف رسیده‌اند (مصرف میانی)، به دست می‌آید. سمت چپ برابری (۱۲-۴) را محصول ناخالص داخلی می‌گویند. محصول ناخالص داخلی یکی از مقیاس‌های اندازه‌گیری در اقتصاد است که در بر گیرنده‌ی جمع ارزش کالا و خدمت‌های نهایی است که در طی یک دوره‌ی معین، به‌طور معمول یک سال، در یک کشور تولید می‌شود. منظور از کالا و خدمت‌های نهایی در این تعریف، کالا و خدمت‌هایی است که در انتهای زنجیر تولید قرار گرفته‌اند و خود آن‌ها برای تولید و خدمت‌های دیگر خریداری نمی‌شوند.

محصول ناخالص داخلی را می‌توان از طریق مقدار ستانده و مصرف میانی و هم‌افزایی آن‌ها در بخش‌های مختلف صنعتی یک اقتصاد به دست آورد. به این روش، محاسبه‌ی GDP به وسیله‌ی «رویکرد تولید» گفته می‌شود.

مصرف میانی – یارانه – مالیات + ستانده = محصول ناخالص داخلی (۱۲-۵)

اگر در برابری (۱۲-۵) به جای ستانده منهای مصرف میانی، ارزش افزوده‌ی ناخالص را جای‌گزین کنیم، آن‌گاه برابری (۱۲-۶) به دست می‌آید.

یارانه – مالیات + ارزش افزوده‌ی ناخالص = محصول ناخالص داخلی (۱۲-۶)

از سوی دیگر اگر به سمت راست برابری (۱۲-۴) توجه کنیم، می‌توانیم محصول ناخالص داخلی را به‌صورت ارزش همه‌ی کالاها و خدمت‌های در دسترس مصرف کنندگان نهایی داخلی و صادرات در نظر بگیریم. این روش را محاسبه‌ی محصول ناخالص داخلی با «رویکرد هزینه» می‌نامند. به این ترتیب داریم:

= محصول ناخالص داخلی

واردات – صادرات + تشکیل سرمایه‌ی ناخالص + مصرف نهایی (۱۲-۷)

درامد حاصل از فرایند تولید نه تنها در اختیار مالکان داده‌های (آورده‌های) استفاده شده در تولید قرار خواهد گرفت بلکه به صاحبان سرمایه و دولت نیز تعلق خواهد داشت.

برابری دیگری که در اقتصاد در نظر گرفته می‌شود این است که ارزش این درامدها برابر محصول ناخالص داخلی است. بنا بر این محصول ناخالص داخلی را می‌توان به‌صورت جمع

جبران خدمت کارکنان، مالیات منهای یارانه و مازاد ناخالص عملیاتی/درامد مختلط محاسبه کرد. این روش، محاسبه‌ی محصول ناخالص داخلی با «رویکرد درامد» نامیده می‌شود.

پس از کسر جمع جبران خدمت‌های کارکنان و خالص مالیات بر تولید از ارزش افزوده، آنچه باقی می‌ماند مازاد عملیاتی نامیده می‌شود. این کمیت درمورد فعالیت‌هایی که توسط خانوار انجام می‌شود و در آن به‌جای به‌کارگیری کارکنان با مزد، اعضای خانوار به‌عنوان کارکنان بدون مزد به کار مشغول می‌شوند، درامد مختلط نامیده می‌شود زیرا در آن جبران خدمات و درامد کارفرمایی(درامد ناشی از سرمایه) غیر قابل تفکیک است.

۳-۲-۱۲ درامد ناخالص ملی (GNI)

محصول ناخالص داخلی به‌عنوان تولید همه‌ی افراد مقیم داخل مرزهای یک کشور تعریف می‌شود که به‌طور دقیق معادل همه‌ی فعالیت‌های تولیدی افراد مقیم یک کشور نیست. برخی از فعالیت‌های تولیدی ممکن است خارج از مرزهای یک کشور انجام شود. به‌طور مثال نیروی کاری که به‌طور موقت یا فصلی در خارج از کشور کار می‌کنند. همچنین برخی تولیدهای داخل یک کشور ممکن است توسط نیروی کار خارجی (فصلی یا موقت) صورت گرفته باشد. مشارکت نیروی انسانی از طریق جبران خدمت‌های پرداختی مورد محاسبه قرار می‌گیرد. علاوه بر این ممکن است بخشی از درامدهای اولیه حاصل در کشور به افراد غیرمقیم مانند صاحبان سهام یا وام دهندگان غیرمقیم تعلق پیدا کند. به همین ترتیب بخشی از درامدهای اولیه‌ی حاصل در خارج از کشور ممکن است به افراد مقیم داخل کشور متعلق باشد. بنا بر این درامد ناخالص ملی درامدی را که صرفا مربوط به افراد مقیم یک کشور باشد، اندازه‌گیری می‌کند. با این تعریف، درامد ناخالص ملی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

= درامد ناخالص ملی

جبران خدمات و درامد مربوط دریافتی از خارج + محصول ناخالص داخلی

جبران خدمات کارکنان و درامد داده شده به خارج – (۸-۱۲)

برخی از درامدهای ملی قابل دسترسی نیستند چرا که بخشی از آن‌ها بدون دریافت ما به ازا از کشور خارج می‌شوند. به‌طور مثال پولی که برای هزینه‌ی وابستگان ساکن در یک کشور خارجی انتقال داده می‌شود. به این گونه انتقال‌ها، انتقال جاری گفته می‌شود و با در نظر گرفتن آن‌ها، مفهوم درامد قابل تصرف ناخالص ملی، به شکل زیر تعریف می‌شود:

= درامد قابل تصرف ناخالص ملی

انتقال‌های جاری به خارج – انتقال‌های جاری از خارج + درامد ناخالص ملی (۹-۱۲)

درامد قابل تصرف ناخالص ملی در واقع درامد قابل خرج و پس‌انداز است. بنا بر این:

پس‌انداز ناخالص + هزینه‌ی مصرف نهایی = درامد قابل تصرف ناخالص ملی (۱۰-۱۲)

۱۲-۲-۴ پس‌انداز ناخالص، تشکیل سرمایه‌ی ناخالص و وام‌دهی خالص

پس‌انداز ناخالص، تفاضل بین درامد قابل تصرف ناخالص ملی و مصرف نهایی است. پس‌انداز ناخالص به همراه انتقال‌های سرمایه‌ی خالص (انتقال‌های سرمایه‌ی قابل دریافت منهای انتقال‌های سرمایه قابل پرداخت) از خارج، منبع‌های سرمایه‌گذاری در دارایی‌های غیرمالی را فراهم می‌کند که تشکیل سرمایه‌ی ناخالص نامیده می‌شود.

حاصل جمع پس‌انداز ناخالص و انتقال‌های سرمایه‌ی خالص از خارج، منهای تشکیل سرمایه‌ی ناخالص، مقدار وام‌دهی خالص یا وام‌گیری خالص را نشان می‌دهد. اگر مقدار حاصل مثبت باشد، وام‌دهی خالص و در صورت منفی بودن وام‌گیری خالص خواهد بود. این موضوع به‌صورت علامت "+" و "-" در کنار عبارت وام‌دهی خالص یا وام‌گیری خالص نشان داده می‌شود.

مصرف نهایی – درامد قابل تصرف ناخالص ملی = پس‌انداز ناخالص (۱۲-۱۱)

= وام‌دهی خالص(-)/وام‌گیری خالص(+)

تشکیل سرمایه‌ی ناخالص-انتقال‌های سرمایه‌ی خالص از خارج + پس‌انداز ناخالص (۱۲-۱۲)

وام‌دهی/وام‌گیری خالص در تراکنش‌های دارایی‌ها و بدهی‌های مالی با خارج، تحت تاثیر قرار می‌گیرند. برابری (۱۲-۱۳) را در نظر بگیرید.

= وام‌دهی خالص(-)/وام‌گیری خالص(+)

خالص بدهی‌ها - خالص حصول دارایی‌های مالی (۱۲-۱۳)

۱۲-۲-۵ تغییرهای ارزش خالص

ارزش خالص (ارزش ویژه) در یک اقتصاد از تفاضل دارایی‌های غیر مالی و دارایی‌های مالی و جمع بدهی‌ها به‌دست می‌آید. این مقدار به‌عنوان اندازه‌ای برای ثروت خالص یک کشور محسوب می‌شود. تغییر در ارزش خالص نیز تغییر در ثروت خالص را اندازه‌گیری می‌کند و برابر با تفاضل تغییر در کل ارزش دارایی‌ها و تغییر در کل ارزش بدهی‌ها است. در کنار تغییرهای ارزش خالص به دلیل تغییرهای قیمت‌ها که ارزش دارایی‌ها و بدهی‌ها را تغییر می‌دهند و رخدادهای طبیعی مانند کشف جدید منبع‌های طبیعی یا کاهش برخی منبع‌های طبیعی، تغییر در ارزش خالص به دلیل فعالیت‌ها و تراکنش‌های اقتصادی از جمع پس‌انداز ناخالص و انتقال‌های سرمایه‌ی خالص از خارج محاسبه می‌شود. این مقدار آخر باید برابر با تفاضل تشکیل سرمایه‌ی ناخالص و مصرف سرمایه‌ی ثابت، به اضافه‌ی خالص وام‌دهی یا وام‌گیری از خارج باشد.

۱۲-۳ مقدمه‌ای بر چارچوب حسابداری حساب‌های ملی

۱۲-۳-۱ اصل‌های پایه‌ای حسابداری حساب‌های ملی

حساب‌های ملی بر چهار اصل پایه‌ای حسابداری زیر استوار است:

آ) همه‌ی تراکنش‌ها نه بر پایه‌ی نقدی (دریافت شده و پرداخت شده) بلکه بر پایه‌ی تعهدی ثبت می‌شوند (قابل دریافت و قابل پرداخت)،

ب) منبع‌ها (قابل دریافت‌ها) در سمت راست و مصرف‌ها (قابل پرداخت‌ها) در سمت چپ حساب‌ها ثبت می‌شوند،
پ) حساب با استفاده از قلم ترازگر که به‌طور معمول آخرین قلم در سمت مصرف‌ها است، بسته می‌شود، و
ت) قلم ترازگر به‌طور معمول اولین قلم در سمت منبع‌های حساب بعدی است.

۱۲-۳-۲ توالی حساب‌ها برای کل اقتصاد

توالی حساب‌ها برای کل اقتصاد با حساب‌های تولید شروع می‌شود و با حساب توزیع اولیه‌ی درامد، حساب توزیع ثانویه‌ی درامد، حساب مصرف درامد، حساب سرمایه و حساب مالی ادامه پیدا کرده، به ترازنامه ختم می‌شود. ترازنامه، اطلاعاتی در زمینه‌ی کل دارایی‌های ثابت، کل دارایی‌های مالی و کل بدهی‌های مالی به تفکیک نوع دارایی‌ها و بدهی‌ها در ابتدا و انتهای بازه‌ی زمانی مورد نظر ارائه می‌کند. ترازنامه در دوره‌ی حسابداری مورد نظر تحت تاثیر سه نوع تغییر قرار دارد:
آ) تغییرهای ناشی از تراکنش‌ها،
ب) تغییرها در میزان دارایی‌ها به دلیل ایجاد و افزایش یا نابودی و کاهش دارایی‌ها، و
پ) تغییرهای ناشی از تغییر قیمت‌ها.
جدول ۱۲-۱ به‌عنوان مثال دنباله‌ی ساده‌ای از حساب‌های اقتصاد داخلی را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲-۱. دنباله‌ای ساده از حساب‌های اقتصاد داخلی

	شرح حساب	منبع‌ها	مصرف‌ها
	حساب تولید		
	ستانده‌ی کالاها و خدمت‌ها	۱۰۰	
-	مصرف میانی		۴۰
=	**ارزش افزوده‌ی ناخالص/محصول ناخالص داخلی**		**۶۰**
	حساب توزیع اولیه‌ی درامد		
	ارزش افزوده‌ی ناخالص/محصول ناخالص داخلی	۶۰	
+	جبران خدمات کارکنان و درامد قابل دریافت از خارج	۴	
-	جبران خدمات کارکنان و درامد قابل پرداخت به خارج		۱
=	**درامد ناخالص ملی**		**۶۳**
	حساب توزیع ثانویه‌ی درامد		
	درامد ناخالص ملی	۶۳	
+	انتقال‌های جاری قابل دریافت از خارج	۱	
-	انتقال‌های جاری قابل پرداخت به خارج		۲
=	**درامد قابل تصرف ناخالص**		**۶۲**
	حساب مصرف درامد		
	درامد قابل تصرف ناخالص	۶۲	
-	مصرف نهایی		۴۰
=	**پس‌انداز ناخالص**		**۲۲**
	حساب سرمایه		
	پس‌انداز ناخالص	۲۲	
-	تشکیل سرمایه‌ی ناخالص		۱۵
+	انتقال‌های سرمایه از خارج	۱	
-	انتقال‌های سرمایه به خارج		۱
=	**خالص وام‌دهی به خارج**		**۷**
	حساب مالی	**تغییر در بدهی‌ها**	**تغییر در دارایی‌ها**
	خالص حصول دارایی‌های مالی		
	پول		۳

	شرح حساب	منبع‌ها	مصرف‌ها
+	وام‌ها		۴
-	خالص بدهی‌ها	۰	
=	**خالص وام‌دهی به خارج**	۷	
	تغییر ترازنامه ناشی از تراکنش‌ها	**بدهی‌ها**	**دارایی‌ها**
	دارایی‌های غیرمالی		
	تشکیل سرمایه‌ی ناخالص		۱۵
+	مصرف سرمایه‌ی ثابت		-۱
+	دارایی‌های مالی/بدهی‌های مالی	۰	۷
=	**ارزش خالص**	۲۱	

۳-۳-۱۲ حساب دنیای خارج

حساب دنیای خارج شامل تراکنش‌ها و تعاملات اقتصادی اقتصاد یک کشور با سایر کشورها است. به‌طور مثال سرمایه‌گذاری یک کشور یا فرد خارجی در اقتصاد یک کشور یا وجود نیروی کار خارجی در کشور. باید توجه داشته باشیم که تراکنش‌های بین یک کشور و دنیای خارج دو بار ثبت می‌شود یک بار به‌صورت قابل دریافت در حساب اقتصاد داخلی و یک بار به‌صورت قابل پرداخت در حساب دنیای خارج یا برعکس. قلم واردات در حساب اقتصاد داخلی در واقع صادرات حساب دنیای خارج محسوب می‌شود و به همین ترتیب صادرات حساب داخلی به‌عنوان واردات در حساب دنیای خارج ثبت می‌شود. از آنجایی که حساب دنیای خارج قرینه‌ی اقتصاد داخلی است، بنا بر این وام‌دهی خالص اقتصاد داخلی، وام‌گیری خالص حساب دنیای خارج خواهد بود و بر عکس. جدول ۱۲-۲ مثالی ساده از حساب دنیای خارج است. داده‌های این جدول ادامه‌ی جدول ۱۲-۱ هستند.

جدول ۱۲-۲. مثالی از حساب دنیای خارج

	شرح	**منبع‌ها**	**مصرف‌ها**
	واردات	۱۰	
-	صادرات		۱۵
-	جبران خدمت‌های کارکنان و درامد قابل دریافت از دنیای خارج		۴
+	جبران خدمت‌های کارکنان و درامد قابل پرداخت به دنیای خارج	۱	
-	انتقال‌های جاری قابل دریافت از دنیای خارج		۱
+	انتقال‌های جاری قابل پرداخت به دنیای خارج	۲	
-	انتقال‌های سرمایه از دنیای خارج		۱
+	انتقال‌های سرمایه به دنیای خارج	۱	
=	**وام‌گیری خالص دنیای خارج**		**-۷**
	حساب‌های مالی	**بدهی‌ها**	**دارایی‌ها**
	تغییرهای دارایی‌های مالی		۰
-	تغییرهای بدهی‌های مالی	۷	
	پول	۳	
	وام	۴	
	وام‌گیری خالص دنیای خارج	**-۷**	

۱۲-۳-۴ حساب کالاها و خدمت‌ها

حساب کالاها و خدمت‌ها، کل عرضه و کل مصرف‌های کالاها و خدمت‌ها را شامل می‌شود. این حساب به خودی خود تراز است و عامل ترازگر ندارد. به جدول ۱۲-۳ توجه کنید. داده‌های این جدول نیز ادامه‌ی مثال قبلی در جدول‌های ۱۲-۱ و ۱۲-۲ است.

جدول ۱۲-۳. حساب کالاها و خدمت‌ها

	شرح	منبع‌ها	مصرف‌ها
	ستانده‌ی کالاها و خدمت‌ها	۱۰۰	
	واردات کالاها و خدمت‌ها	۱۰	
	مصرف‌های میانی		۴۰
	مصرف‌های نهایی		۴۰
	تشکیل سرمایه‌ی ناخالص		۱۵
	صادرات کالاها و خدمت‌ها		۱۵
	کل	۱۱۰	۱۱۰

همان‌گونه که در جدول ۱۲-۳ ملاحظه می‌شود، جمع هر دو ستون مصرف‌ها و منبع‌ها با هم برابر است.

۱۲-۴ نمایش تصویری رابطه‌های مفهوم‌های پایه‌ای

همانگونه که اشاره شد، ارزش افزوده از کم کردن مصرف میانی از ستانده به دست می‌آید. این برابری را می‌توانیم به‌صورت زیر بازنویسی کنیم:

مصرف میانی + ارزش افزوده‌ی ناخالص = ستانده (۱۲-۱۴)

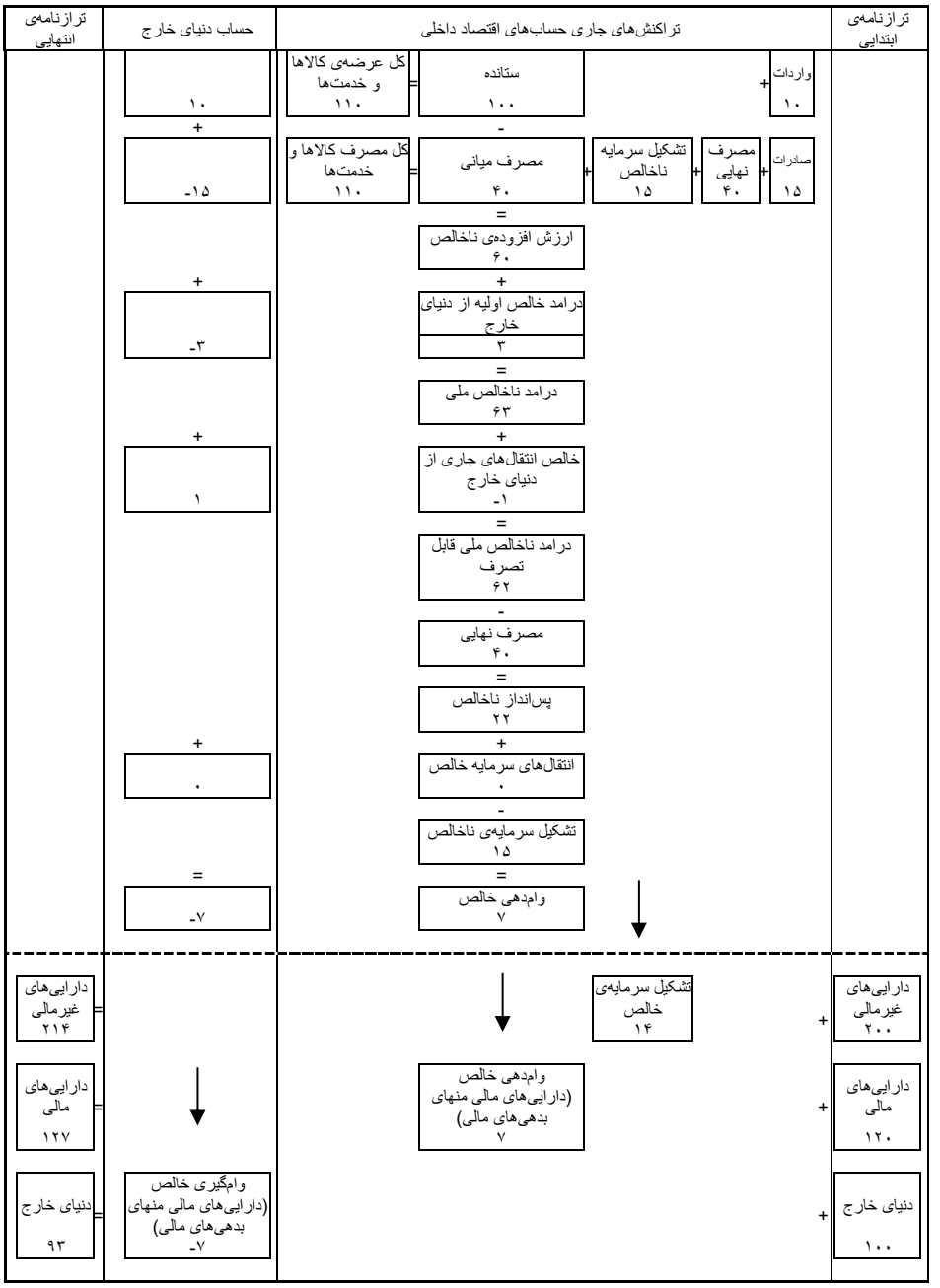
همچنین برابری (۱۲-۲) را نیز می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد تا مقدار ستانده از آن حاصل شود:

= ستانده

(واردات – صادرات) + تشکیل سرمایه‌ی ناخالص + مصرف نهایی + مصرف میانی (۱۲-۱۵)

در شکل ۱۲-۱ تراکنش‌های جاری بین اقتصاد داخلی، دنیای خارج و ترازنامه‌ها نشان داده شده است. در این شکل، تشکیل سرمایه‌ی خالص برابر با تشکیل سرمایه‌ی ناخالص منهای مصرف سرمایه‌ی ثابت است. واژه‌ی خالص به‌طور کلی به تفاضل قابل دریافت به قابل پرداخت اشاره دارد. برای مثال، درامد اولیه‌ی خالص برابر درامد اولیه منهای درامد اولیه‌ی قابل پرداخت است. در شکل ۱۲-۱ رابطه‌ی بین کل عرضه و کل مصرف کالاها و خدمت‌ها و ترازنامه‌ها به‌صورت افقی و تراکنش‌های جاری اقتصاد داخلی و حساب دنیای خارج نیز به‌صورت عمودی نشان داده شده است. توجه داشته باشید که اعداد داخل این شکل همگی از مثال‌های قبلی در جدول‌های ۱۲-۱، ۱۲-۲ و ۱۲-۳ هستند.

ترازنامه‌ی ابتدایی	تراکنش‌های جاری حساب‌های اقتصاد داخلی	حساب دنیای خارج	ترازنامه‌ی انتهایی


ترازنامه‌ی ابتدایی
تراکنش‌های جاری حساب‌های اقتصاد داخلی
حساب دنیای خارج
ترازنامه‌ی انتهایی
واردات ۱۰
ستانده ۱۰۰
کل عرضه‌ی کالاها و خدمت‌ها ۱۱۰
۱۰
صادرات ۱۵
مصرف نهایی ۴۰
تشکیل سرمایه ناخالص ۱۵
مصرف میانی ۴۰
کل مصرف کالاها و خدمت‌ها ۱۱۰
-۱۵
ارزش افزوده‌ی ناخالص ۶۰
درامد خالص اولیه از دنیای خارج ۳
-۳
درامد ناخالص ملی ۶۳
خالص انتقال‌های جاری از دنیای خارج -۱
۱
درامد ناخالص ملی قابل تصرف ۶۲
مصرف نهایی ۴۰
پس‌انداز ناخالص ۲۲
انتقال‌های سرمایه خالص ۰
۰
تشکیل سرمایه‌ی ناخالص ۱۵
وام‌دهی خالص ۷
-۷
دارایی‌های غیرمالی ۲۰۰
تشکیل سرمایه‌ی خالص ۱۴
دارایی‌های غیرمالی ۲۱۴
دارایی‌های مالی ۱۲۰
وام‌دهی خالص (دارایی‌های مالی منهای بدهی‌های مالی) ۷
دارایی‌های مالی ۱۲۷
دنیای خارج ۱۰۰
وام‌گیری خالص (دارایی‌های مالی منهای بدهی‌های مالی) -۷
دنیای خارج ۹۳

شکل ۱۲-۱. دنباله‌ی حساب‌ها و رابطه‌ی بین مفهوم‌های پایه‌ای حساب‌های ملی

۱۲-۵ کاربردهای نماگرهای حساب‌های ملی

سری‌های زمانی حساب‌های ملی مهم‌ترین داده‌ها برای بررسی و ارزیابی سیاست‌های اقتصادی دولت و همچنین مدل‌سازی‌های اقتصادی به منظور پیش‌بینی رشد و توسعه‌ی اقتصادی را فراهم می‌کند. بر مبنای اطلاعات جدول‌های عرضه و مصرف که در نظام حساب‌های ملی تهیه می‌شوند، جدولی تحت عنوان جدول داده-ستانده ساخته می‌شود. این جدول دادگان خوبی را برای تحلیل بهره‌وری در سطح‌های جزئی محصول و صنعت در اختیار پژوهش‌گران قرار می‌دهد. علاوه بر ابزارهای اقتصادی ایجاد شده نظیرجدول‌های داده-ستانده، نماگرهای محاسبه شده در قالب نظام حساب‌های ملی به تنهایی نیز برای پایش عملکرد کلی اقتصاد یک کشور و نقاط قوت و ضعف آن مفید و قابل استفاده هستند. گرچه در برخی موردها، نماگرهای تکمیل کننده‌ای که به‌طور مثال از آمارهای بودجه دولت به دست می‌آیند، نیز مورد نیازند.

برخی از نماگرهای آشنا برای پایش اقتصاد، نرخ واقعی رشد محصول ناخالص داخلی، مصرف نهایی و تشکیل سرمایه‌ی ناخالص، نرخ پس‌انداز (GDP/پس‌انداز)، نرخ سرمایه‌گذاری (GDP/تشکیل سرمایه‌ی ناخالص) و GDP/کسری بودجه دولت هستند. این نماگرها را می‌توان به‌طور مستقیم از داده‌های حساب‌های ملی استخراج کرد.این نماگرها نه تنها نمایان‌گر عملکرد اقتصاد یک کشور در زمان‌های مختلف هستند بلکه مبنایی برای مقایسه‌های بین‌المللی فراهم می‌کنند. مقایسه‌ی نماگرهای حاصل از حساب‌های ملی یا مقدارهای حاصل از دانش و تجربه کشورهای توسعه‌یافته، برای تحلیل اقتصاد کشور بسیار مفید هستند. به‌طور مثال تجربه نشان داده است که برای دستیابی به نرخ رشد قابل قبول، باید نرخ سرمایه‌گذاری حداقل معادل ۲۵ درصد محصول ناخالص داخلی باشد.

برخی نماگرها از ترکیب برخی قلم‌ها در حساب‌های ملی به‌دست می‌آیند. به‌عنوان مثال پرداخت بدهی صادرات (شامل اصل و بهره) به‌عنوان شاخصی برای قابلیت پرداخت بدهی در نظر گرفته می‌شود. این نماگر به‌طور مستقیم از سیستم حساب‌های ملی حاصل نمی‌شود.

حساب‌های ملی تنها منبع تولید نماگرهای اقتصادی نیست. نماگرهای حاصل از آمارهای خاص نیز نماگرهای بسیار مهمی به شمار می‌آیند. در بین آماره‌های پولی و بانکی، چند نسبت وجود دارند که به دقت پایش می‌شوند. به‌عنوان مثال نرخ تغییر عرضه‌ی پول به‌عنوان نماگری برای پایش چشم‌انداز تورم در کشور به کار می‌رود.

در جدول ۱۲-۴ نماگرهای کلی اقتصادی به یازده گروه تقسیم شده و فهرست آن‌ها همراه با کاربرد ارائه شده است.

جدول ۱۲-۴. برخی نماگرهای عملکرد اقتصادی و کاربرد آن‌ها

نماگر	کاربرد
گروه ۱: سطح عمومی اقتصاد	
GDPی سرانه	سطح توسعه‌ی اقتصادی یک کشور در مقایسه با سایر کشورها
نرخ رشد GDP (رشد اقتصادی)	عملکرد اقتصاد
گروه ۲: بهره‌وری و هزینه‌ی نیروی کار	
ارزش افزوده‌ی ناخالص به ازای نفر ساعت	بهره‌وری نیروی کار
جبران خدمت‌های کارکنان به ازای میزان ساعت کار	هزینه‌ی نیروی کار
گروه ۳: توزیع درامد	
ارزش افزوده‌ی ناخالص/جبران خدمت‌های کارکنان	سهم درامد کارکنان از GDP
ارزش افزوده‌ی ناخالص/مازاد عملیاتی	سهم درامد حاصل از سرمایه از GDP

نماگر	کاربرد
گروه ۴: سرمایه‌گذاری	
GDP/تشکیل سرمایه‌ی ثابت ناخالص	سهم سرمایه‌گذاری در کالاهای سرمایه‌ای از GDP
GDP/دارایی‌های ثابت تولید شده ناخالص	نسبتی که برای برآورد کالاهای سرمایه‌ای تولیدی مورد نیاز برای رسیدن به رشد مشخصی از GDP
تغییر در GDP/تشکیل سرمایه‌ی ثابت ناخالص	تخمینی برای نسبت سرمایه به GDP که فقط برای سال‌هایی که دارای رشد مثبت پایدار هستند، به‌کار می‌رود.
ستانده بر حسب نوع صنعت/دارایی‌های ثابت ناخالص	برنامه‌ریزی برای توسعه‌ی صنعت‌ها
گروه ۵: پس‌انداز	
GDP/پس‌انداز	نرخ پس‌انداز مردم
تشکیل سرمایه‌ی ثابت ناخالص/پس‌انداز	تأمین سرمایه‌ی داخلی
کل پس‌انداز/پس‌انداز یک بخش نهادی	مشارکت هر بخش نهادی در کل پس‌انداز
درامد قابل تصرف خانوارها/پس‌انداز خانوارها	نرخ پس‌انداز خانوارها

جدول ۱۲-۴. برخی نماگرهای عملکرد اقتصادی و کاربرد آن‌ها (ادامه)

گروه ۶: عملکرد دولت	
GDP/کسری دولت	نرخ کسری دولت
هزینه‌ی عملیاتی/درامد عملیاتی	اگر این نماگر کم‌تر از یک باشد، سیاست‌های بودجه‌ریزی دولت باید به‌صورت جدی بازنگری شود.
کل هزینه‌ها/تشکیل سرمایه‌ی ثابت	سهم سرمایه‌گذاری در کالاهای سرمایه‌ای از کل هزینه‌ها
کل هزینه‌ها/پرداخت بهره	نماگر فشار پرداخت دین‌ها روی هزینه‌های دولت
GDP/مالیات‌ها	تلاش دولت یا بار مالیات
تراز درامد اولیه شرکتی/مالیات‌های شرکتی	تلاش دولت یا بار مالیاتی روی شرکت‌ها
درامد ناخالص ملی خانوار/مالیات‌های درامد فردی	سهم دولت از درامد خانوارها
گروه ۷: عملکرد بانکداری	
نسبت وام ناکارامد (به‌صورت وام بازپرداخت نشده در سه ماه اخیر تعریف می‌شود)	امکان پرداخت نشدن دین‌ها
دارایی‌ها/بدهی‌ها	سلامت بانک
گروه ۸: عملکرد تجارت خارجی	
GDP/واردات، نرخ رشد واردات	وابستگی به واردات
GDP/صادرات، نرخ رشد صادرات	تلاش برای صادرات
GDP/(صادرات + واردات)	میزان فضای باز اقتصادی
GDP/(صادرات - واردات)	شکاف صادرات و واردات
گروه ۹: تراز پرداخت‌ها	
GDP/کسری حساب جاری خارجی	توانایی واردات و حفظ رشد اقتصادی (مقدار بالای ۳ درصد به منزله‌ی هشدار جدی است)
صادرات/پرداخت دین (اصل + بهره)	توانایی برقراری دین‌های خارجی (مقدار مورد انتظار کم‌تر از ۳۰ درصد است)
گروه ۱۰: مبادله‌ی خارجی	
اندوخته‌ی مبادله‌ی خارجی	توانایی تامین مالی واردات و جلوگیری از بحران‌های مبادله‌های خارجی
گروه ۱۱: قیمت‌ها	
شاخص قیمت تولیدکننده، شاخص قیمت مصرف‌کننده، شاخص قیمت واردات، و شاخص قیمت صادرات	محاسبه‌ی نرخ تورم و
نرخ بهره	
نرخ‌های مبادله‌ی خارجی	محاسبه‌ی حساب‌های ملی
شاخص قیمت بورس سهام	
شاخص نرخ دستمزد	

۱۲-۶ جدول داده-ستانده

جدول داده-ستانده به‌عنوان یکی از ابزارهای قوی به منظور انجام تحلیل‌های اقتصادی، امکان بررسی سیاست‌ها و راهکارهای اقتصادی و اثرهای آن‌ها در پیشرفت و توسعه کشور را به سیاست‌گذاران و تصمیم‌سازان کشور می‌دهد. تهیه‌ی جدول‌های داده-ستانده کاری بسیار دشوار و

پرهزینه است و به همین دلیل اغلب در بازه‌های زمانی ۵ یا ۱۰ ساله انجام می‌شود. تهیه‌ی جدول داده-ستانده مستقل از حساب‌های ملی نیز امکان‌پذیر است ولی از سال ۱۹۶۸ این موضوع در نظام حساب‌های ملی گنجانده شده است.

جدول داده-ستانده به‌طور کلی از سه دسته جدول تشکیل می‌شود:

۱. جدول‌های اصلی
- جدول عرضه
- جدول مصرف

۲. جدول‌های پشتیبانی
- جدول حاشیه‌ی بازرگانی و حمل و نقل
- جدول مالیات و یارانه
- جدول واردات میانی
- جدول تشکیل سرمایه ناخالص

۳. جدول تحلیلی
- جدول متقارن

۱-۶-۱۲ جدول‌های اصلی

۱-۱-۶-۱۲جدول عرضه

جدول عرضه، اطلاعاتی درباره منشا تهیه‌ی کالاها و خدمت‌ها ارائه می‌دهد، سطرهای این جدول را فعالیت‌های اقتصادی و ستون‌های آن‌را محصول‌ها تشکیل می‌دهند. در این جدول همواره تعداد محصول‌ها از تعداد فعالیت‌ها بیش‌تر است. جدول عرضه، ماتریس ساخت، ماتریس ستانده یا ماتریس منبع‌ها نیز نامیده می‌شود.

۲-۱-۶-۱۲جدول مصرف

جدول مصرف، اطلاعاتی در زمینه‌ی مصرف محصول‌ها و خدمت‌ها و ساختار هزینه‌ی رشته فعالیت‌ها ارائه می‌دهد. این جدول نیز همانند جدول عرضه به‌صورت محصول در فعالیت است. این جدول با عنوان ماتریس جذب، ماتریس تقاضا و ماتریس داده (نهاده) نیز شناخته شده است.

۲-۶-۱۲ جدول‌های پشتیبان

۱-۲-۶-۱۲جدول حاشیه‌ی بازرگانی و حمل و نقل

جدول‌های حاشیه باید چارچوبی مشابه با جدول مصرف داشته باشند تا هماهنگی آن‌ها با جدول داده-ستانده حفظ شود. برای این منظور باید داده‌های آماری آن‌ها به‌صورت افزوده‌های محصول‌ها برحسب مصرف‌ها تنظیم شود.

حاشیه‌ی بازرگانی و حمل و نقل عبارت است از افزوده‌ی بازرگانی به‌اضافه‌ی هر نوع هزینه‌ی حمل و نقلی که توسط خریدار برای تحویل گرفتن کالا در مکان و زمان مورد نظر او پرداخت می‌شود.

۱۲-۶-۲-۲ جدول مالیات و یارانه

مالیات‌ها، پرداخت‌های اجباری و بلاعوض واحدهای نهادی به دولت است که به دو دسته‌ی مالیات بر تولید و واردات و مالیات بر درامد، ثروت و ... تقسیم می‌شود.

یارانه نیز پرداخت‌های جاری و بلاعوض واحدهای دولتی به بنگاه‌های اقتصادی است که بر اساس میزان فعالیت‌های تولیدی آن‌ها یا مقدار یا ارزش کالاها یا خدمت‌های تولید شده، فروخته شده یا وارد شده توسط آن ها، تعیین می‌شود. یارانه ممکن است بر تولیدهای داخلی یا کالاهای وارد شده نیز تعلق گیرد. یارانه نیز به دو دسته‌ی یارانه برمحصول و یارانه بر تولید تقسیم می‌شود.

۱۲-۶-۲-۳ جدول واردات میانی

در تهیه‌ی جدول داده-ستانده، جامع‌ترین روش این است که جدول داده-ستانده‌ی جداگانه‌ای برای کالاهای وارد شده تهیه شود تا جدول داده-ستانده کالاهای وارد شده از جدول داده-ستانده‌ی کالاهای تولید شده توسط تولیدکنندگان مقیم جدا شود. چارچوب جدول واردات مشابه جدول متقارن کالا در کالا است. زیرا به علت ماهیت قلم‌های آن، جدول کالا در کالا به جدول بخش در بخش ترجیح داده می‌شود. تهیه‌ی جدول واردات امکان جدا کردن ضریب‌های فنی محصول‌های داخلی از ضریب‌های فنی محصول‌های وارد شده برای تحلیل‌های دقیق‌تر را فراهم می‌کند. واردات به‌طور معمول به دو نوع واردات رقابتی و واردات غیر رقابتی (واردات غیر رقابتی واردات مکمل) تقسیم می‌شود. بنا بر این چنانچه جدول واردات با تقسیم‌بندی مذکور تهیه شود آثار تولید داخلی و واردات با دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

۱۲-۶-۲-۴ جدول تشکیل سرمایه‌ی ناخالص

جدول تشکیل سرمایه‌ی ناخالص از نظر تعداد رشته فعالیت و محصول مشابه جدول‌های عرضه و مصرف است. ستون‌های این جدول معرف رشته فعالیت‌ها و سطرهای آن معرف قلم‌های تشکیل سرمایه ناخالص است. بنا بر این می‌توان گفت ماتریس تشکیل سرمایه‌ی ناخالص، و ارزش تشکیل سرمایه‌ی ناخالص هر یک از رشته فعالیت‌های طبقه‌بندی شده در جدول را نشان می‌دهد.

۱۲-۶-۳ جدول تحلیلی

۱۲-۶-۳-۱ جدول متقارن

جدول متقارن بر مبنای جدول‌های عرضه و مصرف تهیه می‌شود. سطرها و ستون‌های این جدول متقارن بوده و بنا بر این جدولی مربع است. سطرها و ستون‌های جدول، محصول در محصول یا فعالیت در فعالیت هستند. این جدول از سه بخش تشکیل شده است:

بخش اول: ماتریس مبادله‌های میانی محصول در فعالیت است.

بخش دوم: تقاضای نهایی محصول‌ها است. اجزای تقاضای نهایی عبارت است از: هزینه‌ی نهایی خانوار، هزینه‌ی نهایی موسسات غیر انتفاعی خصوصی در خدمت خانوار، هزینه‌ی نهایی دولت، تشکیل سرمایه ثابت، صادرات، تغییر موجودی انبار و اشتباهات آماری.

بخش سوم: مربوط به ماتریس ارزش افزوده است. ماتریس ارزش افزوده عبارت است از: جبران خدمت‌های کارکنان، درامد مختلط، مازاد عملیاتی خالص بدون درامد مختلط، مالیات منهای یارانه بر تولید و واردات که شامل مالیات منهای یارانه بر محصول و سایر مالیات منهای یارانه بر تولید است، و مصرف سرمایه ثابت.

۱۲-۶-۴ گام‌های تهیه‌ی جدول‌های داده-ستانده

- تعیین ابعاد جدول (تعداد سطرها و ستون‌ها)،
- تعیین نوع تکنولوژی جدول (کالا در کالا، بخش در بخش یا کالا در بخش)،
- گرداوری داده‌های مورد نیاز از طریق اجرای طرح‌های آمارگیری یا داده‌های ثبتی،
- پردازش داده‌ها، ویرایش و کدگذاری رشته فعالیت‌ها و کالاها (محصول‌ها) با استفاده از طبقه‌بندی‌های استاندارد ISIC و CPC، و
- انجام محاسبات لازم با استفاده از داده‌های به‌دست آمده.

پیش‌نیاز اصلی تهیه‌ی جدول‌های داده-ستانده، داده‌های مورد نیاز است که برای تولید آن‌ها به‌طور معمول اجرای تعداد بسیار زیادی طرح آمارگیری مورد نیاز است. اجرای این تعداد طرح آمارگیری توسط واحدهای آماری ملی و سایر نهادهای آماری کشورها یکی از بزرگترین چالش‌های تهیه‌ی جدول‌های داده-ستانده است. برای کاهش بار اجرای طرح‌های آمارگیری در برخی موارد به جای استفاده از داده‌های حاصل از طرح‌های آمارگیری، از براوردی حاصل از مدل‌های اقتصادی استفاده می‌شود.

۱۲-۷ خلاصه‌ی فصل

آمارها و شاخص‌های تصویرگر اقتصاد یک کشور در یک بازه‌ی زمانی به‌طور مثال سه ماهه، شش ماهه، یا سالانه، از مهم‌ترین آمارهای رسمی هر کشوری هستند. شاخص‌های مختلفی برای اندازه‌گیری فعالیت‌های اقتصادی وجود دارد که از مهمترین آن‌ها می‌توان به محصول ناخالص داخلی (GDP)، رشد اقتصادی و نرخ تورم اشاره کرد. به مجموعه‌ی آمارها و شاخص‌های اقتصادی هر کشور، حساب‌های ملی گفته می‌شود. به منظور یکپارچه‌سازی، سازگاری و مقایسه‌پذیری آمارهای اقتصادی کشورها، نظامی تحت عنوان نظام حساب‌های ملی (SNA) توسط بخش آمار سازمان ملل متحد به کشورها توصیه شده است که در حال حاضر تقریبا توسط همه‌ی کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اقتصاد کلان با هم‌افزودهایی از محصول، درامد، مصرف، نیروی کار، سرمایه‌گذاری تجاری، عرضه‌ی پول و جمع ثروت سر و کار دارد. حساب‌های ملی در واقع ارائه‌ی نظام‌مند ارزش پولی این اطلاعات و سایر اطلاعات مرتبط با درامد و ثروت ملی است. نظام حساب‌های ملی همچنین در بر گیرنده‌ی ترازنامه‌ها و جدول‌هایی بر مبنای مفهوم‌ها، تعریف‌ها، رده‌بندی‌ها و قاعده‌های حسابداری مورد توافق است.

سری‌های زمانی حساب‌های ملی مهمترین داده‌ها برای بررسی و ارزیابی سیاست‌های اقتصادی دولت‌ها است. این داده‌ها امکان مدل‌سازی‌های اقتصادی را به منظور پیش‌بینی رشد و توسعه‌ی اقتصادی نیز فراهم می‌کند.

برخی از نماگرهای آشنا برای پایش اقتصاد، نرخ واقعی رشد محصول ناخالص داخلی، مصرف نهایی و تشکیل سرمایه‌ی ناخالص، نرخ پس‌انداز (GDP/پس‌انداز)، نرخ سرمایه‌گذاری (GDP/تشکیل سرمایه‌ی ناخالص) و GDP/کسری بودجه دولت هستند. این نماگرها را می‌توان به‌طور مستقیم از داده‌های حساب‌های ملی استخراج کرد.

یکی از موضوعات نظام حساب‌های ملی، جدول داده-ستانده است. جدول داده-ستانده به‌عنوان یکی از ابزارهای قوی به منظور انجام تحلیل‌های اقتصادی، امکان بررسی سیاست‌ها و راه‌کارهای اقتصادی و اثرهای آن‌ها در پیشرفت و توسعه کشور را به سیاست‌گذاران و تصمیم‌سازان کشور می‌دهد. تهیه‌ی جدول‌های داده-ستانده کاری بسیار دشوار و پرهزینه است و به همین دلیل اغلب در بازه‌های زمانی ۵ یا ۱۰ ساله تهیه شوند. تهیه‌ی جدول داده-ستانده مستقل از حساب‌های ملی نیز امکان‌پذیر است ولی از سال ۱۹۶۸ این موضوع در نظام حساب‌های ملی گنجانده شده است.

.

تمرین

۱. چهار ویژگی نظام حساب‌های ملی را نام ببرید.

۲. محصول ناخالص داخلی (GDP) با رویکرد تولید چگونه محاسبه می‌شود؟

۳. اصل‌های پایه‌ای حسابداری حساب‌های ملی را شرح دهید.

۴. حساب دنیای خارج چیست؟

۵. ویژگی حساب کالاها و خدمت‌ها چیست؟

۶. به منظور بررسی عمل‌کرد کلی اقتصاد یک کشور از چه نماگری استفاده می‌شود؟

۷. سطرها و ستون‌های جدول عرضه از چه چیزی تشکیل شده است؟

۸. گام‌های تهیه‌ی جدول داده-ستانده را نام ببرید.

مرجع‌ها

مرکز آمار ایران (۱۳۹۴)، *سیستم حساب‌های ملی ۲۰۰۸* .

European Union (2012), *Essential SNA: Building the Basics* Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Statistical Institute for Asia and the Pacific (2014), *An Introduction to System of National Accounts- Basic Concepts, Reading Materials.*

United Nation Statistics Division (2003), *National Accounts: A Practical Introduction*, New York: United Nation Publication.

واژه‌نامه

آ

آزمون هم‌ارزی ..... equivalence test
آستانه ..... threshold
آلفای کرونباخ ..... Cronbach's alpha
آمارگیری اصلی ..... main survey
آمارگیری درامدهای سالیانه و دریافتی‌های ساعتی ..... annual salaries and hourly earnings survey
آمارگیری بازبینی ..... review survey
آمارگیری پانلی ..... panel survey
آمارگیری پساسرشماری ..... post-enumeration survey
آمارهای رسمی ..... official statistics
آمارگیری طولی ..... longitudinal survey
آمارگیری گذشته نگر ..... retrospective survey
آمارگیری مقطعی ..... cross-sectional survey

الف

احتمال شمول ..... inclusion probability
ارتباط ..... relevance
ارزش افزوده ..... added value
اصلی ..... original
اطلاعات ..... information
افشا ..... disclosure
افشای صفت ..... attribution disclosure
افشای هویت ..... identity disclosure
الگوریتم شرنیکووا ..... Chernikova's algorithm
الگوی فلگی-هالت ..... Fellegi-Halt paradigm
امتیاز رکوردی ..... record score
امتیاز سراسری ..... global score
امتیاز موضعی ..... local score
انتشار داده‌ها ..... data dissemination
انتقال جاری ..... current transfer
انسجام ..... coherence
E-نمونه ..... E-sample
ایمن ..... safe

ب

بار اجرایی ..... administrative burden
بار پاسخ‌گویی تحمیلی ..... perceived response burden
بار طرح ..... design burden
بار مالیاتی ..... tax burden
بازبینه ..... checklist
باز تماس ..... recontact

بازشناسایی افشا ..... disclosure reidentification
بازطراحی جدولی ..... table redesign
بازکدگذاری سراسری ..... global recoding
بازکدگذاری موضعی ..... local recoding
بازنمونه‌گیری ..... resampling
بخش آمار سازمان ملل متحد ..... united nations statistical division (UNSD)
بخش نهادی ..... institutional sector
بدنه‌ی دانش مدیریت پروژه ... project management body of knowledge (PMBOK)
بدهی (اقتصاد) ..... liability
براوردگر هم‌گذاشتی ..... synthetic estimator
براوردگر مدل‌مبنا ..... model-based estimator
براوردگر مدل‌یار ..... model-assisted estimator
براوردگر رگرسیونی تعمیم‌یافته ..... generalized regression estimator (GREG)
برخط ..... online
برون‌خط ..... offline
برون‌کوچی ..... emigration
بسط سری تیلور ..... Taylor series expansion
بهترین پاسخ ..... best answer
بی‌پاسخی قلم اطلاعاتی ..... item nonresponse
بی‌پاسخی واحد ..... unit nonresponse
بیش پوشانشی ..... over coverage
بیش‌شماری ..... over-count

پ

پاسخ‌های دوگزینه‌ای ..... two-option responses
پاک‌سازی داده‌ها ..... data cleaning، data cleansing، data scrubbing
پانل ثابت ..... fixed panel
پانل چرخشی ..... rotating panel
پانل خرد شده ..... split panel
پانل مکرر ..... repeated panel
پایایی ..... reliability
پایایی فرد- زوج ..... odd-even reliability
پایه‌ی گردکردن ..... rounding base
پردازش ..... processing
پرسش باز ..... open-ended question
پرسش بسته ..... close-ended question
پرسش بسته‌ی چند انتخابی ..... close-ended question with multiple choice
پرسش غربال‌گری (پرشی) ..... screening (filtering) question
پریشیدگی ..... perturbative
پژوهش آمارگیری ..... survey research
پساتصادفی‌سازی ..... post randomization
پس‌انداز ..... saving
پنهان‌سازی خانه‌ای اولی ..... primary cell suppression

secondary cell suppression ..... پنهان‌سازی خانه‌ای دومی
local suppression ..... پنهان‌سازی موضعی
displace mask ..... پوشش جانشین
record-transforming mask ..... پوشش رکوردتبدیلی
masking ..... پوشش‌گذاری
attribute-transforming mask ..... پوشش متغیرتبدیلی
پویشگر
-P scanner.....
P-sample ..... نمونه
pre-test ..... پیش‌آزمون
forecast ..... پیش‌گویی
projection ..... پیش‌نگری

ت

linear growth function ..... تابع رشد خطی
exponential growth function ..... تابع رشد نمایی
geometric growth function ..... تابع رشد هندسی
modified exponential function ..... تابع نمایی اصلاح‌شده
statistical information provider ..... تامین‌کننده‌ی اطلاعات آماری
foreign trade ..... تجارت خارجی
aggregate ..... تجمیع
micro aggregation ..... تجمیع خرد
demographic analysis ..... تحلیل جمعیت‌شناختی
compromise allocation ..... تخصیص بینابینی
whole population allocation ..... تخصیص کل جامعه‌ای
subpopulation allocation ..... تخصیص زیرجامعه‌ای
overlap ..... تداخل
balance sheet ..... ترازنامه
balancing item ..... ترازگر
intelligent character recognition ..... تشخیص هوشمند نویسه
gross capital formation ..... تشکیل سرمایه‌ی ناخالص
retrospective think-aloud ..... تفکر بلندصدای گذشته‌نگر
concurrent think-aloud ..... تفکر بلندصدای همزمان
Monte Carlo approximation ..... تقریب مونته‌کارلویی
balanced repeated replication ..... تکرار مکرر متعادل
response obligation ..... تعهد پاسخ‌گویی

ث

wealth ..... ثروت

ج

population ..... جامعه
PRB population ..... جامعه‌ی PRB
target population ..... جامعه‌ی هدف
substitution ..... جانشانی
cold-deck imputation ..... جانهی بادرنگی

جانشانی برگزیده ..... designated substitute
جانهی بی‌درنگی ..... hot-deck imputation
جانهی بی‌درنگی با نزدیک‌ترین همسایه ... nearest neighbor hot-deck imputation
جانهی بی‌درنگی تصادفی ..... random hot-deck imputation
جانهی بی‌درنگی دنباله‌ای ..... sequential hot-deck imputation
جانهی چندگانه ..... multiple imputation
جانهی رگرسیونی ..... regression imputation
جانهی رگرسیونی تصادفی ..... stochastic/ random regression imputation
جانهی قیاسی ..... deductive imputation
جانهی کسری ..... fractional imputation
جانهی‌گر ..... imputer
جانهی میانگینی ..... mean imputation
جانهی میانگینی تصادفی ..... stochastic/ random mean imputation
جانهی میانگینی خانه‌ای ..... cell mean imputation
جانهی میانگینی سراسری ..... overall mean imputation
جانهی نزدیکترین‌همسایه ..... nearest-neighbor imputation
جبران خدمت‌های کارکنان ..... compensation of employees
جدول بسامدی ..... frequency table
جدول داده-ستانده ..... input-output table
جدول kبعدی تکی ..... single k-dimensional table
جدول‌های ربطی ..... linked tables
جدول سلسله‌مراتبی ..... hierarchical table
جدول شمارشی ..... count table
جدول عرضه-مصرف ..... supply-use table
جدول مقداری ..... magnitude table
جمعیت خالص ..... net population
جمعیت میان-سال ..... mid-year population

چ

چارچوب ارزیابی کیفیت ..... quality assurance framework (QAF)
چارچوب ارزیابی کیفیت داده‌های صندوق بین‌المللی پول ..... data quality assessment framework (DQAF)
چارچوب ملی تضمین کیفیت ..... national quality assurance framework (NCAF)

ح

حاشیه‌ی بازرگانی و حمل و نقل ..... trade and transport margin
حساب توزیع اولیه‌ی درامد ..... primary distribution of income account
حساب توزیع ثانویه‌ی درامد ..... secondary distribution of income account
حساب سرمایه ..... capital account
حساب مالی ..... financial account
حفاظت ..... protection
حل رهگشای کوتاه‌ترین مسیر ..... shortest-path heuristic solution

خ

خانه‌ی ایمن ..... safe cell
خانه‌ی حساس ..... sensitive cell

خانه‌ی ناایمن ..... unsafe cell
خدمت‌ها ..... services
خرده‌داده‌ها ..... microdata
خطای اندازه‌گیری ..... measurement error
خطای پوشانشی ..... coverage error
خطای غیرنمونه‌گیری ..... non-sampling error
خطای نمونه‌گیری ..... sampling error
خطای محتوا ..... content error
خطای مشاهده‌ای ..... observational error
خودگردان ..... bootstrap
خودگردانی آینه-جور ..... mirror-matched bootstrap (MMB)
خودگردانی بازمقیاسیده ..... rescaling bootstrap (RSB)
خودگردانی بدون جای‌گذاری ..... bootstrap without replacement

د

دادگان ..... database
داده، نهاده، درون‌داد ..... input
داده‌های آزمایشی ..... experimental data
داده‌های ثبتی‌مبنا ..... register-base data
داده‌های جدولی ..... tabular data
داده‌های سرشماری ..... census data
داده‌های مشاهداتی ..... observational data
داده‌های موثر ..... influential data
داده‌های نمونه‌گیری ..... sampling data
دارایی ..... asset
دارایی ثابت ..... fixed asset
دارایی غیرمالی ..... non-financial asset
دارایی مالی ..... financial asset
درامد قابل تصرف ناخالص ملی ..... gross national disposable income
درامد مختلط ..... mixed income
درامد ناخالص ملی ..... gross national income (GNI)
درستی ..... accuracy
درون‌کوچی ..... immigration
دزد داده‌ها ..... data intruder
دسترسی‌پذیری ..... accessibility
دنیای خارج ..... rest of the world
دورافتاده ..... outlier
دین ..... debt

ر

راهنمای پرسش‌نامه ..... questionnaire guidance
رتبه‌بندی ..... ranking
رسته ..... category
رکورد ..... record
روایی ساختار ..... construct validity

روایی محتوا ..... content validity
روایی واگرا ..... divergence validity
روایی همگرا ..... convergence validity
روزامدی ..... timeliness
روش آزمون- باز آزمون ..... test-retest method
روش بقای معکوس ..... reverse survival method (RSM)
روش پسا تصادفی‌سازی ..... post randomization method (PRAM)
روش تجمیعی ..... aggregation method
روش تشخیص نویسه‌ای هوشمند ..... intelligent character recognition (ICR)
روش پوشش‌گذاری پریشیدگی ..... perturbative masking method
روش پوشش‌گذاری ناپریشیدگی ..... nonperturbative masking method
روش تعدیل جدولی کنترلی ..... controlled tabular adjustment method
روش توزیعی ..... distribution method
روش کودر-ریچاردسون ..... Richardson- Kuder method
روش گیر و بازگیر ..... capture-recapture technique
روش وزن‌دهی ..... weighting method
روش محدودسازی افشای آماری ..... statistical disclosure limitation method
روش مولفه‌ای نسلی ..... cohort-component method
روند نمودار ..... flow chart
رویکرد فعالیت-مبنا ..... activity-based approach
رویکرد جریان‌های شبکه‌ای ..... network flows approach

ز

زمان پاسخ‌گویی ..... answering time
زیرجمعی ..... subadditive
زیرنمونه‌گیری ..... subsampling

س

سازمان‌های آماری ملی ..... national statistical agencies
سازمان بین‌المللی کار ..... international labour organization (ILO)
سازمان کارگزار داده‌ها ..... data stewardship organization
ستانده، برون‌داد ..... output
سرشماری ثبتی مبنا ..... registered census
سرشماری سنتی ..... traditional census
سرشماری غلتان ..... rolling census
سطح‌های حفاظتی ..... protection levels
سلسله‌مراتبی ..... hierarchical

ش

شاخص پاسخ‌گویی ..... response index
شاخص ناسازگاری ..... inconsistency index (II)
شبه تکرار ..... pseudo replication
شبه جامعه ..... pseudo population
شمارش ..... enumeration

ص

صادرات ..... exports

ع

عامل تصحیح جامعه‌ی متناهی ..... finite population correction factor
عرضه ..... supply

ف

فراداده‌ها ..... metadata
فراگرد ..... process

ق

قاعده‌ی آستانه‌ای ..... threshold rule
قاعده‌ی احاطه ..... dominance rule
قاعده‌ی پیشینی-پسینی ..... prior-posterior rule
قاعده‌ی تسلط ..... dominance rule
قاعده‌ی دوژو ..... de jure rule
قاعده‌ی دوفاکتو ..... de facto rule
قاعده‌های حسابداری ..... accounting rules
قالب‌بندی پرسش‌نامه ..... formatting the questionnaire

ک

کالاها ..... goods
کارشناسان موضوعی ..... subject experts
کدگذاری بالا و پایین ..... top and bottom coding
کلان داده‌ها ..... macro data
کم پوشانشی ..... under coverage
کم‌شماری ..... under-count

گ

گردش مالی ..... turnover
گرد کردن ..... rounding
گردکردن تصادفی نااریب ..... unbiased random rounding
گروه متمرکز ..... focus group
گروه‌های تصادفی ..... random groups

م

مازاد ناخالص عملیاتی ..... gross operating surplus
مالیات ..... tax
مبادله ..... trade off/ swapping
مبادله‌ی داده‌ای ..... data swapping
مبادله‌ی رتبه‌ای ..... rank swapping
متغیر تبیینی ..... explanatory variable
متغیر حساس ..... sensitive variable
متغیر رسته‌ای ..... categorical variable
متغیر شناسایی ..... identifying variable
متغیر شناسایی غیرمستقیم ..... indirect identifying variable
متغیر شناسایی مستقیم ..... direct identifying variable
متغیر گسترنده ..... spanning variable
متن پرسش‌نامه ..... questionnaire content

مجموعه‌ی اصلی ..... core set
محدودیت‌های دامنه‌ای ..... range restrictions
محرمانگی ..... confidentiality
محصول ناخالص داخلی ..... gross domestic product (GDP)
مخاطره‌ی افشای صفت ..... risk of attribute disclosure
مخاطره‌ی افشا فردی ..... disclosure individual risk
مخاطره‌ی افشای هویت ..... risk of identity disclosure
مخاطره‌ی سراسری ..... global risk
مدل سطح ناحیه‌ای ..... area level model
مدل سطح واحد آماری ..... unit level model
مدل ضمنی ..... implicit model
مدل صریح ..... explicit model
مدل هزینه‌ای استاندارد ..... standard cost model
مدل هزینه‌ای استاندارد کیفیتی ..... qualitative standard cost model
مدل هزینه‌ای استاندارد کمیتی ..... quantitative standard cost model
مدیریت شواهد مبنا ..... evidence-based management
مدیریت کیفیت جامع ..... total quality management (TQM)
مصاحبه‌ی خوداجرای رایانه‌یار ..... computer assisted self-interviewing (CASI)
مصاحبه‌ی رو در رو با قلم و کاغذ . paper and pencil personal interviewing (PAPI)
مصاحبه‌ی رایانه‌یار ..... computer assisted personal interviewing (CAPI)
مصاحبه‌ی تلفنی رایانه‌یار ..... computer assisted telephone interviewing (CATI)
مصاحبه‌ی شناختی ..... cognitive interview
مصاحبه‌ی وبی رایانه‌یار ..... computer assisted web interviewing (CAWI)
مصرف میانی (واسطه) ..... intermediate consumption
مصرف نهایی ..... final consumption
معیار مخاطره ..... measure of risk
مقایسه‌پذیری ..... comparability
مقدار آستانه‌ای ..... threshold value
مقدار پیش‌نگرشانه ..... anticipated value
مقررات آماری اروپا ..... code of practice (CoP)
مقیاس درجه‌بندی ..... rating scale
منحنی گومپرتز ..... Gompertz curve
منحنی لوژستیک ..... logistic curve
مولفه‌ی مخاطره ..... risk component
مولفه‌ی تأثیر ..... influence component

ن

ناایمن ..... unsafe
نامه‌ی کوتاه پیش‌آگاهی ..... brief pre-notice letter
نامه‌ی معرفی ..... cover letter
نرخ اختلاف خالص ..... net difference rate (NDR)
نرخ اختلاف ناخالص ..... gross difference rate (GDR)
نرخ بازتماس ..... re-contact rate
نرخ باروری کل ..... total fertility rate (TFR)

نرخ باروری سن‌ویژه age-specific fertility rate (ASFR)
نرخ توافق rate of agreement (RA)
نرخ هزینه‌ی ساعتی hourly cost rate
نسبت بقا survival ratio
نظام آماری ملی national statistical system
نظام آماری ملی متمرکز centeralised national statistical system
نظام آماری ملی غیرمتمرکز decenteralised national statistical system
نظام درون کشوری intrastate system
نظام حساب‌های ملی system of national accounts (SNA)
نظام دوگان dual system
نظام‌مند systematic
نماگر بار پاسخ‌گویی response burden indicator
نمونه‌گیری آسان convenience sampling
نمونه‌گیری با احتمال متغیر unequal probability sampling
نمونه‌گیری با احتمال متناسب با اندازه probability proportional to size sampling
نمونه‌گیری تصادفی ساده simple random sampling
نمونه‌گیری خوشه‌ای cluster sampling
نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای two stage cluster sampling
نمونه‌گیری خوشه‌ای سازوار adaptive cluster sampling
نمونه‌گیری دوفازی two phase sampling
نمونه‌گیری سهمیه‌ای quota sampling
نمونه‌گیری طبقه‌بندی stratified sampling
نمونه‌گیری قضاوتی judgmental sampling
نمونه‌گیری گلوله‌برفی snowball sampling
نمونه‌گیری نااحتمالی nonprobability sampling
نمونه‌گیری نظام‌مند (سیستماتیک) systematic sampling
نمونه‌گیری غیرمستقیم indirect sampling
نمونه‌ی استفاده‌ی عمومی public use sample
نمونه‌ی خرده‌داده‌های استفاده‌ی عموم public use microdata sample
نوفه‌ی جمعی additive noise
نوفه‌ی سفید white noise
نمونه‌ی مادر parent sample
نیروی کار labor force
نیم نمونه‌های متعادل balanced half sample (BHS)

و

واحدهای نمونه‌ای sampling units
واحد نمونه‌گیری اولیه primary sampling unit (PSU)
واحد نمونه‌گیری مرحله‌ی دوم secondary sampling unit (SSU)
واردات imports
وام‌دهی lending
وام‌گیری borrowing
وام ناکارامد nonperforming loan
ویرایش داده‌های آماری statistical data editing

ویرایش کلان‌سطح ..... macro level editing
ویرایش گزینشی ..... selective editing
ویرایش نسبتی ..... ratio edit
ویرایش یک متغیری ..... univariate edits
ویرایش‌های توازنی ..... balance edits
ویرایش تعاملی ..... interactive editing
ویرایش خردسطح ..... micro level editing
ویرایش خودکار ..... automatic editing
ویرایش‌های دو متغیری ..... bivariate edits
ویرایش‌های سخت ..... hard or fatal edits
ویرایش‌های نرم یا مشکوک ..... soft or query edits

ه

هزینه‌های اجرایی ..... administrative costs
هزینه‌ی بار پاسخگو ..... respondent burden cost
هزینه‌ی بالاسری ..... overhead cost
هزینه‌ی کل آمارگیری ..... overall survey cost
هزینه‌ی فرصت ..... opportunity cost
هزینه‌ی همکاری ..... compliance cost
هزینه‌های خارجی ..... external costs
هزینه‌های جاری کسب وکار ..... business-as-usual costs
هزینه‌های داخلی ..... internal costs
هماهنگی مثبت ..... positive coordination
هماهنگی منفی ..... negative coordination

ی

یارانه ..... subsidy
یکتا در جامعه ..... population unique
یکتا در نمونه ..... sample unique

نمایه

اخلاق حرفه‌ای، ۱۳
ارتبـــــاط، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۰، ۲۱، ۴۶، ۴۸، ۵۳، ۶۱، ۱۰۲، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۹، ۱۴۳، ۱۴۶، ۱۵۹، ۱۶۴، ۱۶۹، ۱۷۸، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۹، ۲۳۰، ۲۴۰، ۲۴۵، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۴۹، ۴۰۰
ارتباط با کاربران، ۲۰۶، ۲۱۶
ارزش افزوده، ۴۳۰، ۴۳۲، ۴۳۷، ۴۴۴
اریبی بی‌پاسخی، ۵۷، ۵۸، ۶۱، ۷۱، ۸۶
اریبی گزینش، ۴۹، ۲۲۰
استانداردها، ۱۳، ۱۳۶، ۱۴۶، ۴۰۹، ۴۱۲، ۴۱۵، ۴۲۸
اسـتانداردهای آمـاری، ۱۴۰، ۲۱۶، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۲۴، ۴۲۶
استانداردهای بین‌المللی، ۱۴
استفاده‌ی نادرست، ۱۳
استقلال حرفه‌ای، ۱۳، ۲۱۶
استنباط آماری داده‌ها، ۳۱
اصـل‌های بنیـادین آمارهـای رسـمی، ۱۳، ۲۲، ۲۰۵، ۴۰۹، ۴۲۴، ۴۲۶
اطلاع آماری، ۶
اطلاعـــات آمـــاری، ۱، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۹، ۲۲، ۲۵، ۳۵، ۵۳، ۱۱۸، ۱۳۴، ۱۴۴، ۱۶۸، ۲۰۳، ۲۰۵، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۴، ۲۱۶، ۲۵۲، ۲۷۳، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۹، ۲۹۴، ۳۱۶، ۳۱۹، ۳۳۳، ۴۵۲
اعتبـــــار، ۲۱، ۲۸، ۳۰، ۳۲، ۳۳، ۳۶، ۳۷، ۵۱، ۵۷، ۵۸، ۶۴، ۱۳۷، ۲۰۹، ۲۳۳، ۲۴۵، ۲۴۶، ۳۴۱، ۳۶۲
افزایش طبیعی، ۳۷۴، ۳۹۱
افشـــــا، ۲۷۳، ۲۷۵، ۲۸۲، ۲۸۶، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۳۰۰، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۹
افشای صفت، ۲۷۵
افشای هویت، ۲۷۵
الزام‌های اطلاعاتی، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۴۰، ۳۴۱
الگوریتم شرنیکووا، ۲۶۷
الگوی فلگی-هالت، ۲۶۷، ۲۷۱
امتیاز سراسری، ۲۶۸
امتیاز موضعی، ۲۶۸
امید به زندگی، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۵، ۳۹۷، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵
انـــدازه‌ی نمونـــه‌ای، ۳۲، ۳۳، ۴۱، ۴۴، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۶۲، ۶۵، ۶۶، ۸۴، ۸۹، ۹۱، ۹۳، ۹۵، ۱۰۰، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۹، ۱۶۳، ۱۶۵، ۱۷۱، ۱۷۹، ۱۸۰، ۲۱۲، ۳۳۱، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۵، ۳۵۵، ۳۶۳، ۳۶۵
انسجام، ۹، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۳، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۹، ۲۲۰
آلفای کرونباخ استانداردشده، ۲۵۰، ۲۵۱
آمـــــارگیری، ب، ت، ۵، ۱۵، ۱۹، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۹، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۶۰، ۶۱، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۷۱، ۷۴، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۸، ۹۲، ۹۴، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۷، ۱۲۰، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۵۶، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۹۶، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۳، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۸۴، ۲۹۵، ۳۱۷، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۸، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۲۴، ۴۲۶، ۴۲۸، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۹، ۴۵۱، ۴۶۱
آمارگیری بار پاسخ‌گویی، ۳۲۴
آمارگیری بار پاسخ‌گویی تحمیلی، ۳۲۳، ۳۴۶
آمارگیری ثبتی، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۴۵، ۱۹۶
آمارگیری‌هـای ثبتـی، ۱۱۳، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۶، ۱۹۶، ۲۲۰
آمارگیری‌هـای نمونـه‌ای، ۱۶، ۴۱، ۴۲، ۴۶، ۵۰، ۵۵، ۵۶، ۷۴، ۷۵، ۸۳، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۷، ۱۱۹، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۵۹، ۱۹۶، ۲۸۵
آمارهـای ثبتـی، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۴۰، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۹۸، ۳۶۳، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۱۲، ۴۱۵
آماره‌هـــای آمـــارگیری، ۳۱، ۳۷، ۴۲، ۴۳، ۶۱، ۶۵، ۲۱۱، ۲۱۲
بار پاسخ‌گویان، ۱۴
بـار پاسـخ‌گویی، ۳۹، ۱۱۷، ۱۴۱، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۷۴، ۲۰۵، ۲۱۷، ۲۵۳، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۷، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۴۵۰، ۴۵۹
بار طرح، ۳۲۷
بازکدگذاری سراسری، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴
بازکدگذاری موضعی، ۳۱۲
بازماندگی وارون، ۴۰۳
بازنگری کارشناسی، ۲۲۳، ۲۴۱
بازنمونـــــه‌گیری، ۸۸، ۹۴، ۱۰۰، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۵، ۳۰۰، ۳۰۷
بازه‌ی امکان، ۲۹۰، ۲۹۱
بخش نهادی دولت، ۴۲۸
بخش‌های نهادی، ۴۲۸، ۴۲۹
بد ردبندی، ۳۱
براورد امتیاز رکوردی، ۲۶۸
براورد تعمیم‌یافته‌ی موزون، ۸۳
براورد کوچک‌ناحیه‌ای، ت، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰
براوردگر ترکیبی، ۱۹۴
براوردگر رگرسیونی، ۱۰۲، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۴۵۰
براوردگر رگرسیونی تعمیم‌یافته، ۱۹۱، ۱۹۳، ۴۵۰
براوردگـــر نااریـــب، ۸۸، ۹۱، ۹۲، ۹۵، ۹۹، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۹۲، ۱۹۴
براوردگر نامستقیم، ۱۹۳، ۱۹۴
براوردگر نامستقیم زمانی، ۱۹۴
براوردگر نامستقیم ناحیه‌ای، ۱۹۴
براوردگر نامستقیم ناحیه‌ای و زمانی، ۱۹۴
براوردگر نمونه وابسته، ۱۹۴

براوردگر همگذاشتی، ۱۹۲، ۱۹۴
براوردگر همگذاشتی رگرسیونی اصلاح‌شده، ۱۹۴
براوردگر هورویتز تامپسون، ۱۹۳
براوردگر هورویتز-تامپسون، ۷۹، ۱۵۲، ۱۵۳
براوردگرهای حوزه‌ای، ۱۹۲
براوردگرهای کوچک‌ناحیه‌ای، ۱۸۸، ۱۹۱، ۱۹۵
براوردگرهای مدل‌یار، ۱۹۱
براوردگرهای مستقیم، ۱۹۲، ۱۹۴
براوردهای جمعیتی کوچک‌ناحیه‌ها، ۱۱۴
براوردهای مستقیم، ۱۸۸، ۱۹۰، ۱۹۲، ۱۹۶
براوردهای نامستقیم، ۱۸۸، ۱۹۲
برنامه‌ی ملی آمار، ۱۸
برون‌کوچی، ۳۹۱، ۴۰۵
بسته‌ی SdcMicro در R، ۳۱۷
بنگاه، ۳۳۷
بهترین پاسخ، ۲۳۵
به‌موقع بودن، ۲۱۶، ۲۱۷
بی‌پاسخی، ۲۹، ۳۲، ۴۸، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۱، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۸، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۹۳، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۳۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۷۷، ۱۸۳، ۲۰۶، ۲۲۰، ۲۲۴، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۳۱، ۲۳۷، ۲۶۴، ۲۷۴، ۳۱۷، ۳۲۴، ۳۲۶، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۶
بی‌پاسخی پرسش، ۳۲، ۵۴، ۵۵، ۵۸، ۶۵، ۷۶، ۳۲۴، ۳۲۶
بی‌پاسخی قلم آماری یا جزیی، ۵۴
بی‌پاسخی کامل، ۵۴، ۶۲، ۶۳
بی‌پاسخی واحد آماری، ۵۴، ۱۰۸
بیش‌پوشانشی چارچوب، ۴۷
بیش‌پوششی، ۳۱
بیش‌شماری، ۱۱۶، ۱۲۳، ۱۳۴
بی‌طرفی، ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۱۶
پاسخگویی، ۱۳، ۴۸
پاک‌سازی داده‌ها، ۳۶، ۲۱۲، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۶۹، ۴۱۰، ۴۵۱
پاک‌سازی فایل داده‌ها، ۳۶، ۲۱۴
پایایی، ۳۳، ۳۴، ۵۰، ۲۰۵، ۲۲۳، ۲۴۱، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۴۵۱
پرسش‌نامه، ۵، ۲۹، ۳۰، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۹، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۶، ۶۵، ۷۰، ۷۲، ۱۱۸، ۱۲۰، ۱۳۴، ۱۸۲، ۲۰۹، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۵، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۷، ۲۵۹، ۲۶۴، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۴۲، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۵، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۴۱۲، ۴۵۵، ۴۵۷، ۴۵۸
پرسش‌نامه‌ی درون‌آماری، ۳۳۱
پرسش‌های باز، ۳۵، ۲۲۳، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۸، ۲۴۰، ۲۵۳، ۲۵۴
پرسش‌های بسته، ۲۲۶، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۴۰، ۲۵۳
پرسش‌های بسته‌ی چند انتخابی، ۲۳۶
پرسش‌های پرشی، ۲۴۰، ۲۴۱
پرسش‌های نیمباز، ۲۳۸
پژوهشکده‌ی آمار، ت، ۱۸
پسا تصادفی‌سازی، ۳۰۰، ۳۰۸
پساسرشماری، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱
پساطبقه‌بندی، ۶۳، ۷۸، ۸۳، ۸۴، ۸۵
پنهان‌سازی، ۲۷۴، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۴، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۹
پنهان‌سازی خانه‌ای مقدماتی، ۲۸۷، ۲۸۸
پنهان‌سازی خانه‌ای مکمل، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱
پنهان‌شده‌های مقدماتی، ۲۸۷
پیش‌آزمون، ۳۴، ۱۵۸، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۴۱، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۵۳، ۴۵۱
پیش‌بینی مؤلفه‌ای نسلی، ۳۹۲
پیش‌بینی‌های جمعیتی، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۹۰، ۳۹۲، ۴۰۰
تابع رشد نمایی، ۳۷۷، ۳۸۹
تابع رشد هندسی، ۳۷۷
تابع نمایی اصلاح‌شده، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۱، ۳۸۳، ۳۸۹، ۳۹۰، ۴۰۸
تجمیع خرد، ۳۰۵، ۳۰۶
تجمیع‌خرد، ۳۰۰، ۳۰۵، ۳۰۶
تحلیل توصیفی داده‌ها، ۳۱
تحلیل جمعیت‌شناختی، ۱۲۴، ۱۲۵
تحلیل داده‌ها، ۱۲، ۳۰، ۳۶، ۳۷، ۶۲، ۲۰۸، ۲۲۴، ۲۲۶، ۲۳۶، ۲۳۹، ۲۴۴، ۳۱۲، ۳۴۷
ترازنامه، ۴۳۴، ۴۳۵
تشخیص هوشمند نویسه، ۲۵۸، ۲۵۹
تشکیل سرمایه‌ی ناخالص، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۴، ۴۴۵
تعدیل بی‌پاسخی، ۶۱، ۶۵، ۷۶، ۷۸، ۸۱، ۸۲، ۸۳
تعدیل وزن‌دهی، ۶۱، ۶۲، ۷۶، ۹۳
تعدیل وزن‌های طرحی، ۳۱، ۱۲۰
تفسیر داده‌ها، ۱۳
تفسیرپذیری، ۲۰۵، ۲۰۷
تفکر بلندصدای گذشته‌نگر، ۲۴۲
تفکر بلندصدای همزمان، ۲۴۲
ثبت‌های پایه، ۱۴۵
ثبتی‌مبنا، ۴، ۲۵، ۱۱۳، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۹۸، ۲۵۷، ۴۵۴
ثروت خالص، ۴۳۳
جامعه‌ی آمارگیری، ۲۹
جامعه‌ی ثبتی، ۱۴۲، ۱۴۴
جامعه‌ی مورد نظر، ۳۰۸
جامعه‌ی مورد نمونه‌گیری، ۱۳۲، ۱۳۳
جامعه‌ی موردنظر، ۱۴۴
جامعه‌ی هدف، ۲۷، ۲۸، ۳۱، ۳۲، ۳۴، ۳۶، ۴۴، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۷۷، ۸۴، ۱۰۹، ۱۲۳، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۴۴، ۱۴۹، ۲۰۵، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۲۰، ۲۴۲، ۲۵۳، ۳۲۷، ۳۶۸
جانشانی، ۶۲، ۷۱، ۴۵۲
جانهی، ۳۶، ۵۳، ۶۱، ۶۲، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۱۰۸، ۱۲۸، ۱۴۵، ۱۴۶، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۵۸، ۲۶۰، ۲۶۷، ۲۷۱، ۴۱۰، ۴۵۲، ۴۵۳
جانهی بادرنگی، ۶۲، ۷۱
جانهی بی‌درنگی، ۶۲، ۶۶، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۴۵۲
جانهی بی‌درنگی با نزدیک‌ترین همسایه، ۶۹، ۴۵۲
جانهی بی‌درنگی تصادفی، ۶۹
جانهی بی‌درنگی دنباله‌ای، ۶۹
جانهی تصادفی، ۶۲، ۶۶
جانهی چندگانه، ۶۲، ۶۶، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۴۵۳
جانهی رگرسیونی، ۶۲، ۶۶، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۱۴۵، ۴۵۳
جانهی رگرسیونی تصادفی، ۷۳
جانهی قطعی، ۶۲، ۶۶
جانهی قیاسی، ۶۲، ۶۵، ۶۷
جانهی کسری، ۶۲، ۷۴، ۷۶
جانهی میانگینی، ۶۲، ۶۷، ۶۸، ۴۵۳
جانهی نزدیک‌ترین همسایه، ۶۶، ۷۰، ۲۶۷، ۲۷۱

جانهی‌گر، ۶۵
جدول عمر، ۳۹۵، ۳۹۷، ۳۹۸، ۴۰۰، ۴۰۴، ۴۰۵
جدول عمر خلاصه، ۴۰۵
جدول عمر کامل، ۴۰۵
جدول‌های K بعدی تکی، ۲۷۷
جدول‌های ربطی، ۲۷۷، ۲۷۸
جدول‌های سلسله‌مراتبی، ۲۷۷، ۲۷۸
جستجوگر، ۲۷۵، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۴، ۲۹۶، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۲
چارچوب چندگانه، ۳۱
چارچوب فهرستی، ۳۱، ۴۶
چارچوب مفهومی، ۳۱
چارچوب ملی تضمین کیفیت، ۲۰۴، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۹، ۴۵۳
چارچوب ناحیه‌ای، ۳۱
چارچوب نمونه‌گیری، ب، ۳۱، ۳۲، ۳۹، ۴۵، ۴۷، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۴۱، ۱۴۵، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۹۶، ۱۹۸، ۲۰۵، ۲۱۱، ۲۲۰، ۳۶۴
حساب ترازنامه، ۴۲۹
حساب توزیع اولیه‌ی درامد، ۴۳۴، ۴۳۵
حساب توزیع ثانویه‌ی درامد، ۴۳۴، ۴۳۵
حساب تولید، ۴۲۸
حساب دنیای خارج، ۴۳۶، ۴۳۸، ۴۴۷
حساب سرمایه، ۴۳۴، ۴۳۵
حساب سرمایه، ۴۲۸
حساب کالاها و خدمت‌ها، ۴۳۷، ۴۴۷
حساب مالی، ۴۲۸، ۴۳۴، ۴۳۵
حساب مصرف درامد، ۴۲۸، ۴۳۴، ۴۳۵
حساب‌های ملی، ۲۱۵، ۳۳۷، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۴، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۲، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷
حفظ محرمانگی، ۱۴، ۱۹، ۲۰۵، ۲۷۴
خانه‌های پنهان‌شده‌ی مکمل، ۲۸۸
خانه‌های حساس، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۴، ۳۱۹
خطاهای تصادفی، ۲۵۹، ۲۶۷، ۲۷۰
خطاهای غیر نمونه‌گیری، ب، ۲۹، ۳۲، ۳۷، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۵۳، ۱۰۹، ۱۲۰، ۱۲۲، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۴۵، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۳۱۷
خطاهای نظام‌مند، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۷۰
خطای اندازه‌گیری، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۷۶، ۱۰۹، ۲۳۰، ۲۴۹، ۳۱۷، ۴۵۴
خطای بی‌پاسخی، ۴۲، ۵۴، ۱۴۳، ۱۹۸
خطای پاسخ، ۵۰، ۵۳، ۱۲۹
خطای پاسخ‌گو، ۵۰، ۵۱
خطای پرسش‌گر، ۵۰، ۵۲، ۵۳
خطای پوشش، ۵۲، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۸، ۱۴۱، ۱۹۸، ۲۱۱
خطای پوشش خالص، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۸
خطای پوشانشی، ۴۵، ۴۷، ۱۴۱، ۱۴۲، ۲۰۵
خطای تشخیص، ۵۱
خطای چارچوبی، ۴۷
خطای کل، ب، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۱۰۸، ۱۲۹، ۲۰۵، ۲۱۱، ۲۵۹
خطای کل آمارگیری، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۱۰۸، ۲۰۵، ۲۱۱، ۲۵۹
خطای محتوا، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰
خطای مشاهده‌ای، ۴۸، ۵۰، ۵۳، ۴۵۴
خطای نمونه‌گیری، ب، ۳۷، ۴۱، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۵۷، ۶۷، ۱۵۹، ۱۸۴، ۲۰۶، ۲۱۱، ۴۵۴
خطی‌سازی تیلور، ۸۸، ۸۹، ۹۱
خودگردانی آینه‌جور، ۱۰۲، ۴۵۴
خودگردانی بازمقیاسیده، ۱۰۲، ۴۵۴
داده‌ستانده، ۴۴۱
داده‌های آزمایشی، ۴، ۴۵۴
داده‌های آمارگیری، ب، ۲۷، ۳۰، ۳۵، ۳۶، ۵۲، ۸۴، ۱۴۱، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۳، ۲۱۹، ۲۷۱، ۳۵۸، ۳۶۱
داده‌های آماری، ۲، ۱۳، ۲۳، ۱۱۳، ۱۳۴، ۱۴۰، ۱۹۷، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۷، ۲۱۲، ۲۲۰، ۳۱۷، ۴۱۰، ۴۲۴، ۴۴۳، ۴۶۰
داده‌های ثبتی، ۱۱۳، ۱۱۶، ۱۱۸، ۱۲۴، ۱۳۳، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۸۴، ۱۸۸، ۱۹۰، ۲۱۸، ۲۶۶، ۴۱۲، ۴۴۴
داده‌های جدولی، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۹۱، ۲۹۴، ۳۱۶، ۳۱۸، ۳۱۹
داده‌های خرد، ۱۴۱، ۱۴۳، ۱۴۵، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۹، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹
داده‌های خطاآلود، ۳۵، ۳۶
داده‌های مشاهداتی، ۳، ۴۵۴
دامنه‌ی مجاز، ۲۶۱
در دسترس بودن، ۲۱، ۱۱۶، ۲۱۵، ۲۱۷، ۳۴۹
درامد قابل تصرف، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۵، ۴۴۰
درامد مختلط، ۴۳۲، ۴۴۴
درامد ناخالص ملی، ۴۲۸، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۵، ۴۳۸، ۴۴۱
درستی، ۹، ۳۳، ۴۳، ۱۱۶، ۱۱۸، ۱۲۲، ۱۷۵، ۲۰۳، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۱، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۴۰، ۲۷۳، ۲۸۸، ۴۵۵
درون‌کوچی، ۳۹۱، ۴۰۵، ۴۰۶
دسترسی برابر، ۱۳
دسترسی‌پذیری، ۲۰۵، ۲۰۷، ۲۱۲، ۲۱۹
رابطه‌ی اسپیرمن-براون، ۲۴۸
راهنمای تکمیل پرسش‌نامه، ۲۴۱
رتبه‌بندی اطمینان، ۲۴۲
ردبندی استاندارد بین‌المللی شغل‌ها، ۴۱۹، ۴۲۵
ردبندی استاندارد سطح‌های آموزشی و رشته‌های تحصیلی، ۴۲۰
ردبندی استاندارد فعالیت‌های اقتصادی، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۲۶
ردبندی محوری محصول، ۴۲۵
ردبندی مصرف فردی بر حسب هدف، ۴۱۸، ۴۲۵
ردبندی‌های آماری، ۴۱۴، ۴۲۴
رده‌های جانهی، ۶۷
رده‌های وزن‌دهی، ۸۳، ۸۴
رشد اقتصادی، ۱۲، ۲۱۹، ۴۲۷، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۵
رشد جمعیت، ۱۱۵، ۲۱۹، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۸۳، ۴۰۳
رکوردهای ناایمن، ۲۹۷، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴
رمزگذاری در حافظه، ۳۲۵
روایی، ۳۳، ۵۰، ۲۰۵، ۲۲۳، ۲۴۱، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۹، ۲۵۳، ۲۵۴، ۴۵۵
روایی ساختار، ۲۴۵
روایی محتوا، ۵۱، ۲۴۵
روایی همگرا، ۲۴۶
روزامدی، ۱۴، ۲۱، ۳۱، ۱۱۸، ۱۲۲، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۹، ۲۲۰، ۳۶۳، ۴۵۵
روش آزمون هم‌ارزی، ۲۴۷
روش آزمون-بازآزمون، ۲۴۷
روش آلفای کرونباخ، ۲۴۷، ۲۴۹
روش بازکنگذاری جدولی، ۲۸۶
روش پایایی خردنیم، ۲۴۷، ۲۴۸

روش پستی، ۲۹، ۳۰
روش پنهان‌سازی خانه‌ای، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۴
روش ترکیبی، ۲۹، ۳۰، ۳۹۸
روش تعدیل جدولی کنترلی، ۲۹۳
روش تلفنی، ۲۹، ۳۹
روش جک‌نایفی، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰
روش خودجرا، ۲۸، ۳۰، ۲۳۹
روش خودگردانی، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۶، ۱۰۷
روش خودگردانی بدون جای‌گذاری، ۱۰۷
روش خودگردانی مستقیم، ۱۰۲، ۱۰۴
روش کودر-ریچاردسون، ۲۴۷، ۲۴۸
روش گردکردن، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱
روش گروه‌های تصادفی، ۸۸، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵
روش نمونه‌گیری، ۲۸، ۳۲، ۳۹، ۴۲، ۴۵، ۱۰۰، ۱۰۲، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۴۶، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۴، ۱۷۷، ۱۹۹، ۲۱۳، ۴۱۱، ۴۱۲
روش نیم نمونه‌های متعادل، ۹۴
روش‌شناسی آمارگیری، ۴۱، ۴۲، ۱۰۷
روش‌شناسی مطمئن، ۲۱۵، ۲۱۷
روش‌های بازطراحی جدولی، ۲۸۶
روش‌های بازنمونه‌گیری و تکراری، ۹۴
روش‌های پوشش‌گذاری، ۲۸۶، ۲۹۱، ۲۹۹، ۳۱۲
روش‌های پوشش‌گذاری پریشیدگی، ۲۸۶، ۲۹۱، ۲۹۹، ۳۰۰
روش‌های پوشش‌گذاری ناپریشیدگی، ۲۸۶، ۳۱۲
روش‌های مدل‌مبنا، ۶۳
روش‌های ویرایش، ۲۵۸، ۲۶۰، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۷۰، ۲۷۱
رویکرد بیزی، ۷۵، ۱۹۰
رویکرد طرح‌مبنا، ۱۹۰
رویکرد فراوانی‌گرا، ۱۹۰
رویکرد مدل‌مبنا، ۱۹۱
رویکرد مدل‌یار، ۱۹۱
زیرنمونه‌گیری، ۳۰۰، ۳۰۹
ساختار مختلط، ۶۰، ۶۱
ساختار نامختلط، ۶۰
سازگاری، ۱۴، ۳۴، ۵۱، ۷۶، ۱۴۱، ۱۴۵، ۱۴۶، ۲۰۹، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۹، ۲۵۱، ۲۶۴، ۲۶۶، ۲۶۹، ۳۳۴، ۴۰۹، ۴۲۴، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۴۵
سالنامه‌ی آماری، ۱۷، ۳۹۸، ۳۹۹
سایر مبادله‌ها با دنیای خارج، ۴۲۸
ستانده، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷
سرشماری، ۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۵، ۳۱، ۳۹، ۸۳، ۸۴، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۴۰، ۱۴۶، ۱۸۴، ۱۹۶، ۱۹۸، ۲۰۰، ۲۲۰، ۲۲۷، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۹۵، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۸، ۳۹۲، ۳۹۵، ۴۰۳، ۴۰۶، ۴۲۱، ۴۵۴
سرشماری سنتی، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲
سرشماری غلتان، ۱۱۷، ۱۲۱، ۱۲۲
سطح‌های حفاظتی، ۲۸۵، ۲۹۱، ۲۹۳، ۲۹۴
سواد آماری، ۳۵، ۳۸
شاخص ناسازگاری، ۱۲۹، ۱۳۰
شبه تکرار، ۹۴، ۹۶، ۴۵۶
شفافیت، ۲۱۶، ۴۱۰، ۴۲۴، ۴۲۸
شفافیت، ۱۳
شورای عالی آمار، ۱۷، ۱۸
صادرات، ۶، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۴
ضریب آلفای کرونباخ، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱
ضریب پایایی، ۲۴۶، ۲۴۷
طرح نمونه‌گیری، ۲۸، ۳۲، ۵۹، ۶۱، ۷۱، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۸۸، ۹۰، ۹۲، ۹۳، ۹۵، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۳۱، ۱۵۹، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۸، ۳۶۶
طرح‌مبنا، ۱۸۸، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۲۰۹
ظرفیت‌سازی آماری، ۱۶، ۱۸
عرضه و مصرف، ۴۲۹، ۴۳۹، ۴۴۴
فاصله‌ی ماهالانوبیس، ۷۰
فراداده‌ها، ۲۰۸، ۲۱۷
قابلیت اعتماد، ۱۱۸، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷
قابلیت دسترسی، ۲۱۶، ۳۶۳
قاعده‌های شناسایی، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۵
قاعده‌های ویرایشی، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵
قاعده‌ی P درصدی، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵
قاعده‌ی آستانه‌ای، ۲۸۰، ۲۸۵
قاعده‌ی تسلط، ۲۸۱، ۲۸۵
قاعده‌ی دوژو، ۱۱۶
قاعده‌ی دوفلاکتو، ۱۱۶
قانون آمار، ۱۴، ۱۹، ۲۱، ۳۶۰، ۴۱۰
قلم آماری، ۵، ۵۴، ۵۵
قلم ترازگر، ۴۳۴
کارایی، ۱۴، ۲۱، ۲۹، ۱۶۴، ۱۷۸، ۲۰۹، ۲۳۹، ۲۶۶، ۳۴۹، ۴۰۹، ۴۲۴
کدگذاری، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۴۵، ۵۳، ۲۱۴، ۲۳۱، ۲۳۳، ۲۳۹، ۳۱۲، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۹، ۴۱۰، ۴۱۴، ۴۲۴، ۴۵۷
کدگذاری داده‌ها، ۳۵
کران‌های ایمن، ۲۸۵
کفایت منابع، ۲۱۶
کپه‌پوشانشی چارچوب، ۴۶، ۴۷
کپه‌پوششی، ۳۱
کم‌شماری، ۱۱۶، ۱۲۳، ۱۹۸، ۴۰۳
کنترل افشای آماری، ۲۷۵، ۳۱۹
کوچ خالص، ۳۹۱، ۳۹۵
کیفیت، ب، ۱۴، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۵، ۳۳، ۳۷، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۵۲، ۶۱، ۶۷، ۸۸، ۱۰۷، ۱۱۹، ۱۲۲، ۱۳۶، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۵۸، ۱۶۸، ۱۷۶، ۱۷۷، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۴، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۳۹، ۲۵۳، ۲۵۸، ۲۶۰، ۲۶۳، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۴، ۳۰۲، ۳۱۷، ۳۱۹، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۶، ۳۲۸، ۳۳۵، ۳۴۳، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۵۰، ۳۵۵، ۳۵۸، ۳۶۲، ۳۶۶، ۴۰۵، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۲۴، ۴۲۶
کیفیت داده‌های آمارگیری، ۲۰۳
گرداوری داده‌ها، ب، ۱۱، ۱۲، ۲۰، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۹، ۴۲، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۶۱، ۶۵، ۱۰۷، ۱۲۲، ۱۴۰، ۱۴۴، ۲۰۵، ۲۰۷، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۲۰، ۲۲۳، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۳۱، ۲۴۶، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۷۰، ۲۷۱، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۳۲، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۵۰، ۳۵۵، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۱، ۳۶۳، ۳۶۷، ۴۲۸
گردکردن استاندارد، ۲۹۱، ۲۹۲
گردکردن تصادفی، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۳۰۰، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱

گروه متمرکز، ۵۳، ۲۲۳، ۲۳۰، ۲۴۲، ۳۴۱
گروه‌های تصادفی مستقل، ۹۲
گروه‌های تصادفی همبسته، ۹۲، ۹۳
گمشدگی تصادفی، ۶۰
گمشدگی غیر تصادفی، ۶۰
گمشدگی کاملاً تصادفی، ۵۹
مازاد عملیاتی، ۴۴۰، ۴۴۴
مبادله‌ی داده‌ای، ۳۰۰، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۱۹
مبادله‌ی رتبه‌ای، ۳۰۰، ۳۰۴
متغیر حساس، ۲۷۵، ۳۰۳
متغیر شناسایی، ۲۷۴
متغیرهای شناسایی غیرمستقیم، ۲۷۵
متغیرهای شناسایی مستقیم، ۲۷۵
متغیرهای گسترش‌ساز، ۲۸۶
محدودسازی افشای اطلاعات آماری، ۲۷۴، ۳۱۷
محدودیت‌های دامنه‌ای، ۲۶۱
محرمانگی، ۱۶، ۲۱۶، ۲۳۷، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۹۵، ۳۱۶، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۷
محرمانگی و امنیت داده‌ها، ۲۱۶
محصول ناخالص داخلی، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۵، ۴۳۹، ۴۴۵، ۴۴۷
مخاطره‌ی افشا، ۲۷۴، ۲۹۷، ۲۹۸
مخاطره‌ی افشای اطلاعات آماری، ۲۷۴
مخاطره‌ی فردی افشا، ۲۹۸
مدل سطح ناحیه‌ای، ۱۹۶
مدل فرایند پاسخگویی، ۳۲۵
مدل فی-هریوت، ۱۹۶
مدل مبنا، ۱۸۸، ۱۹۰
مدل مؤلفه‌های واریانسی، ۱۹۵
مدل هزینه‌ای استاندارد، ۳۲۳، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۱، ۳۶۸
مدل هزینه‌ای استاندارد کمیتی، ۳۴۱، ۳۶۸
مدل‌مبنا، ۱۸۸، ۱۹۰، ۱۹۱، ۳۶۵
مدل‌های سطح ناحیه‌ای، ۱۸۸
مدیریت شواهدمبنا، ۸، ۹، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۱۱۴، ۳۱۷
مدیریت کیفیت آماری، ۲۱۴
مدیریت کیفیت جامع، ۲۰۴، ۴۵۸
مدیریت نظام‌مند کیفیت، ۲۰۴
مراجعه‌ی مجدد، ۳۵، ۶۱، ۶۳
مرتب‌سازی، ۲۳۷
مرکز آمار ایران، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳، ۱۱۵، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۱۳، ۳۶۸، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۲۶، ۴۴۷
مستندسازی، ۳۷، ۱۴۶، ۲۱۸، ۲۲۴، ۳۴۷، ۳۴۸، ۴۱۲
مصاحبه‌ی رو در رو، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۲۲۸، ۲۳۲، ۲۴۴، ۲۵۷، ۳۲۹، ۳۴۲، ۳۶۳
مصاحبه‌ی شناختی، ۲۲۳، ۲۴۲
مصرف میانی، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۵، ۴۳۷، ۴۳۸
مصرف نهایی، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۳، ۴۳۵، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۵
معادله‌ی جمعیتی پایه، ۳۹۱، ۴۰۰
معادله‌ی موازنه، ۳۹۱
مقایسه‌پذیری، ۲۰۸، ۲۱۲، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۹، ۲۲۰، ۴۰۹، ۴۱۱، ۴۱۴، ۴۲۷، ۴۴۵
مقیاس‌بندی، ۲۳۵
منحنی انفجار، ۳۸۵
منحنی چندجمله‌ای، ۳۸۶
منحنی گومپرتز، ۳۸۳، ۳۸۹، ۳۹۰
منحنی لوژستیکی، ۳۸۰، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۹، ۳۹۰
منحنی هیپربولیک، ۳۸۵
مؤسسه‌ی آموزش عالی آمار، ۱۸
مؤلفه‌ی تاثیر، ۲۶۸
مؤلفه‌ی کیفیت، ۲۰۵
مؤلفه‌ی مخاطره، ۲۶۸
میانگین زمان پاسخگویی، ۳۶۲
میزان‌های باروری سنویژه، ۳۹۴، ۳۹۷
نااحتمالی، ۳۹، ۱۴۹، ۱۶۵، ۱۹۹
نرخ اختلاف خالص، ۱۲۹، ۱۳۰
نرخ اختلاف ناخالص، ۱۲۹، ۱۳۱
نرخ باز تماس، ۳۳۵
نرخ توافق، ۱۲۹، ۱۳۱
نرخ تورم، ۴۱۳، ۴۲۷، ۴۴۵
نرخ خام مرگ و میر، ۴۰۳
نرخ رشد متوسط، ۳۷۶، ۳۷۷
نرخ عمومی باروری، ۴۰۱
نرخ مرگ سنویژه، ۴۰۴
نرخ نمونه‌گیری، ۱۲۱، ۱۲۲
نرم‌افزار آرگوس، ۳۱۶
نظارت، ۸، ۱۶، ۳۵، ۳۷، ۲۰۹، ۲۱۴، ۲۱۷
نظام آمارهای ثبتی، ۱۳۶، ۱۴۵، ۱۹۸
نظام آماری، ۱، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۱۳۵، ۱۳۸، ۲۰۳، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۷۳، ۳۳۱، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۲۴، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۵۹
نظام آماری متمرکز، ۱۹
نظام آماری ملی، ۱، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۱۳۸، ۲۱۶، ۴۰۹، ۴۱۲، ۴۵۹
نظام آماری ملی غیر متمرکز، ۱۹، ۲۰، ۲۳
نظام بازیابی اطلاعات، ۴۸
نظام حساب‌های ملی، ۲۱۲، ۴۱۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۹، ۴۴۲، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷
نظام درون واحد آماری، ۳۳۳
نظام دوگان، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷
نظام سه‌گان، ۱۲۸
نماگر بار پاسخگویی، ۳۳۳
نمونه‌گیری احتمالی، ۲۸، ۳۱، ۷۶، ۷۷، ۱۴۹، ۱۵۴، ۱۵۹
نمونه‌گیری نااحتمالی، ۲۸
نمونه‌ی تصادفی، ۳۲، ۹۹، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۰۶، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۶۱، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵
نوفه‌ی جمعی، ۳۰۰
نیازهای آماری، ۹، ۱۶، ۲۱، ۱۴۱، ۱۹۶، ۲۱۰، ۲۱۱، ۴۱۲
نیازهای داده‌ای، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۴۰
واحد آماری ملی، ۱۹، ۲۰
واحد مشاهده‌ای، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۶۴
واحد نمونه‌گیری، ۵۴، ۵۵، ۷۷، ۷۹، ۱۲۱، ۱۳۲، ۱۵۵، ۱۹۸، ۳۴۹
واحدهای آماری منطقه‌ای، ۲۰
واحدهای جامعه‌ای، ۲۸، ۳۲، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۵۷، ۵۹، ۸۴، ۹۲، ۱۲۱، ۱۲۳، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۴۹، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۵۵، ۱۵۷، ۱۶۳، ۱۶۵، ۱۷۷
واحدهای نمونه‌گیری، ۳۱، ۷۶، ۱۵۶
واردات، ۶، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴
واردسازی داده‌ها، ۳۶، ۵۳، ۲۷۰
وزن طرحی، ۶۲، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۱، ۹۷، ۳۴۶
وزن‌دهی بر حسب تمایل به پاسخ، ۸۳، ۸۵
وزن‌دهی جامعه‌مبنا، ۸۳، ۸۴
وزن‌دهی کالیبدنی، ۸۳
وزن‌دهی نمونه‌مبنا، ۸۳
وضوح، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۴۱
ویرایش آماری، ۲۵۸، ۲۶۳، ۲۶۹، ۲۷۱

ویرایش خردسطح، ۲۵۸
ویرایش خودکار، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۷۰، ۲۷۱
ویرایش داده‌ها، ۳۶، ۲۵۸، ۲۶۴، ۲۶۶
ویرایش کلان، ۲۶۹، ۲۷۰
ویرایش کلان‌سطح، ۲۵۸، ۲۶۹، ۲۷۱
ویرایش گزینشی، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰
ویرایش نرم، ۲۶۰، ۲۶۷
ویرایش نسبتی، ۲۶۲، ۲۷۱
ویرایش یک متغیری، ۲۶۱
ویرایش‌های تعادلی، ۲۶۲، ۲۷۱
ویرایش‌های چند متغیری، ۲۶۲
ویرایش‌های دو متغیری، ۲۶۱
ویرایش‌های سخت، ۲۶۰
هزینه‌های اجرایی، ۱۴۱، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸
هزینه‌ی مؤثر، ۲۱۷
هزینه‌ی همکاری، ۳۲۵
هماهنگی در سطح ملی، ۱۴
هماهنگی مثبت، ۳۶۶
هماهنگی منفی، ۳۶۶
همبستگی درونی، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۱
همسالی مصنوعی، ۳۹۲

Official Statistics

Authors

Hamidreza Navvabpour

Mohaddesseh Safakish

Gholamreza Izadi

Fall 2018