فصلنامه گزیده‌مطالب آماری
سال ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۸۵، صص ۸۸-۷۱

کدگذاری با کمک رایانه (CAC)

عبدالحمید حقیقی، * محمدرضا اناری، زهرا نجفی، سمیه رجبی، الهه عباسی

مرکز آمار ایران

چکیده. کدگذاری داده‌های آماری یکی از مراحل حساس و با اهمیت در فرایند فعالیت‌های آماری است. در این مرحله، بخشی از اطلاعات کلیدی و مهم طی فرایند خاصی به کد تبدیل می‌شوند تا ورود اطلاعات و استخراج نتایج با سرعت و دقت بیش‌تری انجام شود. این مقاله به اهمیت کدگذاری داده‌ها، رایج‌ترین روش‌های کدگذاری در کشورها و نقاط ضعف و قوت روش‌های کدگذاری و برخی راه‌کارها برای ارزیابی کدگذاری اشاره می‌کند. در ادامه نیز به سابقه استفاده از کدگذاری با کمک رایانه (Computer Aided Coding) CAC در مرکز آمار ایران و نحوه استفاده آن در طرح سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ و روش ارزیابی آن پرداخته می‌شود.

۱- مقدمه

سیاستگذاران و برنامه‌ریزان کشورها عموماً برای تصمیم‌گیری‌های خود نیاز به داده‌های واقعی دارند که در زمان مناسب به دست آن‌ها برسد و بتوانند از آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها استفاده نمایند. این داده‌ها معمولاً از طریق نظام‌های طبقه‌بندی و کدگذاری اقلام پرسشنامه به دست می‌آید. طبقه‌بندی و کدگذاری داده‌ها سبب بهبود بهره‌برداری از آمارها و افزایش کارایی تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها می‌شود. علاوه بر آن کدگذاری داده‌ها ضمن ایجاد یک زبان مشترک، مقایسه‌پذیری آمارها در سطح ملی و بین‌المللی را نیز

واژگان کلیدی: کدگذاری؛ کدگذاری با کمک رایانه؛ کدگذاری خودکار؛ کدگذاری دستی.

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات

فراهم می‌آورد.

کدگذاری اطلاعات و داده‌های آماری یکی از مراحل حساس و با اهمیت در فرایند فعالیت‌های آماری است. در این مرحله بخشی از اطلاعات کلیدی و مهم، طی فرایند خاصی به کد تبدیل می‌شوند تا ورود اطلاعات و استخراج نتایج با سرعت و دقت بیش‌تری انجام شود. کد، مجموعه‌ای از نمادها است که باعث ایجاد زبان مشترک در بین کاربران داده‌ها می‌شود و معمولاً شامل یک یا چند کاراکتر الفبایی، عددی یا الفبایی/عددی است که به هر یک از رده‌های طبقه‌بندی نسبت داده می‌شود. هر کد منحصراً برای یک رده خاص داخل طبقه‌بندی به کار گرفته می‌شود و در صورتی‌که آن رده خاص تغییر کند، کد نیز باید تغییر یابد.

کدگذاری، فرایند کددهی به هر یک از اقلام با استفاده از طبقه‌بندی‌ها است. بهره‌گیری از طبقه‌بندی‌ها و سیستم کدگذاری‌ها در سطوح ملی و بین‌المللی کارکردهای متفاوتی از جمله صرفه‌جویی در وقت و هزینه، افزایش درجه صحت عملیات کدگذاری، امکان همکاری چند جانبه بین کشورها از طریق ایجاد زبان مشترک، تسریع در تبادل اطلاعات و شناسایی سریع‌تر اقلام، استفاده از کمک‌ها و مشاوره‌های فنی و تخصصی سازمان‌های بین‌المللی ارائه‌دهنده طبقه‌بندی‌ها و سیستم‌های کدگذاری دارد. عمده‌ترین هدف از ایجاد سیستم‌های کدگذاری، افزایش بهره‌وری، کنترل و جلوگیری از بروز خطا، افزایش دقت و سرعت عملیات کدگذاری و صرفه‌جویی اقتصادی است.

فعالیت آماری از مرحله گردآوری داده‌ها تا انتشار نهایی نتایج، فرایندهای متفاوتی را شامل می‌شود که هر کدام با خطاهایی روبه‌رو است. خطاهای پردازش با فرصت‌هایی که فناوری فراهم کرده است مانند استفاده از رایانه، تصویربرداری و... می‌توانند به حداقل برسند، هر چند که اگر همین فناوری‌ها به‌دقت مدیریت نشوند خود می‌توانند خطاهایی را به‌وجود آورند. با برخورداری از شیوه‌های جدیدتر گردآوری و ورود داده‌ها، خطاهای داده‌آمایی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابند. برای کمک به کاهش خطای کدگذاری نیز می‌توان از روش کدگذاری با کمک رایانه و یا روش خودکار استفاده کرد.

۲- روش‌های کدگذاری

در گذشته، نتایج پاسخ‌های متنی طرح‌های آماری، معمولاً به صورت دستی کدگذاری می‌شد که این کار، به‌خصوص برای حجم زیاد داده‌ها خیلی وقت‌گیر، هزینه‌بر و مستعد خطا بود. به‌همین علت، برای این‌که عملیات کدگذاری تا حد امکان ساده‌تر باشد، مراکز آماری بسیاری تصمیم به استفاده از نرم‌افزارهای کدگذاری گرفتند. قسمت اساسی روش‌های کدگذاری رایانه‌ای، مبتنی بر فرهنگ داده‌ها (Data Dictionary) است که شامل کلمات یا اصطلاحات مربوط به کدگذاری می‌باشد. فرهنگ داده‌ها، شامل شرح کدهای طبقه‌بندی‌های رسمی، به‌علاوه پاسخ‌های تجربی که از طرح‌های گذشته یا مطالعات آزمایشی به دست آمده‌اند می‌باشد که در تعیین کدها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در شصت سال اخیر کمیته سرشماری ایالات متحده، سیستم‌های کدگذاری مختلفی را ایجاد کرده‌اند و فرهنگ داده‌ها را بر اساس نمونه بزرگی از پاسخ‌های تشریحی که به‌وسیله کارشناسان به صورت دستی کدگذاری شده‌اند تهیه کرده است. یکی از سیستم‌های کدگذاری مورد استفاده، به این صورت است که رایانه فایل فرهنگ داده‌ها را به‌منظور یافتن پاسخ‌های متنی پرسشنامه‌ها جستجو می‌کند و در صورت یافتن، کدهای منحصر به فرد آن‌ها را نمایش می‌دهد. کدگذاری به‌وسیله الگوریتم دیگری که الگوریتم توزین نامیده می‌شود نیز انجام می‌شود. در این الگوریتم برای هر کلمه ورودی، وزنی در نظر گرفته می‌شود که این وزن میزان اهمیت کلمه را نشان می‌دهد. محاسبه وزن بر اساس فراوانی رخ دادن هر کلمه در فرهنگ داده‌ها است. سپس رایانه برای پاسخ تشریحی ورودی، فرهنگ داده‌ها را جستجو کرده و اگر کلمه تطبیقی مناسبی پیدا نکرد شرح کدهایی را که شبیه به کلمه ورودی است تحلیل می‌کند و موردی را که دارای وزن زیادتری است انتخاب می‌کند و به‌عنوان انطباق جزئی می‌پذیرد.

امروزه کدگذاری بسته به‌میزان استفاده از رایانه در طی فرایند کد دهی، معمولاً به دو روش زیر انجام می‌شود.

الف) کدگذاری خودکار (Automated Coding) AC؛
ب) کدگذاری به‌کمک رایانه (CAC).

- در کدگذاری خودکار، رایانه برای پاسخ‌های تشریحی، کد تعیین می‌کند. در این تکنیک نمی‌توان انتظار داشت که برای همه شرح کدها، کد تعیین شود. پس یک روش کدگذاری دستی یا کدگذاری به‌کمک رایانه نیاز است که بعد از این مرحله به پاسخ‌های کدگذاری نشده، کد مناسب اختصاص دهد؛
- در کدگذاری به‌کمک رایانه، کدگذار با همکاری متقابل رایانه کد مناسب را تعیین می‌کند. به‌طوری‌که رایانه، کدگذار را برای جستجوی کد عبارات ورودی در فرهنگ داده‌ها، هدایت می‌کند. برای مثال کدگذار شرح کد را در رایانه وارد می‌کند. رایانه برای کدگذار تمام توضیحات موجود در فرهنگ داده‌ها را که می‌تواند با عبارت ورودی منطبق باشد نشان می‌دهد (اگر یک انطباق درست وجود داشته باشد فقط یک توضیح نشان داده می‌شود) و در غیر این صورت، کدگذار از میان کدهای پیشنهادی، کد مناسب را انتخاب می‌کند. می‌توان گفت که مهم‌ترین ویژگی سیستم CAC ترکیب توانایی ذهنی و قدرت رایانه است.

هدف AC استخراج یک کد واحد از فرهنگ داده‌ها منطبق با عبارت ورودی است. اما CAC کدهای مختلف (با تفاوت‌های کمی از یکدیگر) را نشان می‌دهد. شایان ذکر است که کدگذار به صورت متقابل با رایانه کار می‌کند و به سوی کدهای نشان داده شده هدایت می‌شود و موردی را که مناسب‌تر است انتخاب می‌کند.

مرحله کدگذاری داده‌ها می‌تواند در زمان‌های مختلف انجام شود. AC می‌تواند بعد از مصاحبه انجام شود یعنی هنگامی‌که گردآوری داده‌ها به پایان رسیده است. اما CAC می‌تواند در طول مصاحبه نیز انجام شود یعنی به صورت قدم به قدم با گردآوری داده‌ها.

تصمیم‌گیری درباره این‌که کدام یک از روش‌های کدگذاری مناسب‌اند به عوامل زیادی بستگی دارد، که عبارتند از:

۱- روش گردآوری اطلاعات
- به‌کمک رایانه با کدگذار
- به‌کمک رایانه بدون کدگذار
- روش دستی و قدیمی

۲- حجم داده‌های کدگذاری شده { تعداد زیاد / کم

۳- طول مصاحبه { مصاحبه کوتاه / مصاحبه بلند

۴- ساختار طبقه‌بندی در رابطه با تغییرپذیری پاسخ‌های تشریحی { ساختار طبقه‌بندی ساده / ساختار طبقه‌بندی پیچیده و تغییرپذیری بالای پاسخ‌های تشریحی

ساختار طبقه‌بندی می‌تواند به صورت درختی با شاخه‌ها، زیرشاخه‌ها و برگ‌ها نشان داده شود. شاخه‌ها سطوح کلی طبقه‌بندی است که به صورت سلسله مراتبی، بالاتر از زیرشاخه‌ها و برگ‌ها که سطوح جزئی‌تر طبقه‌بندی هستند، قرار دارد. بنا بر این ساختار یک طبقه‌بندی ساده به صورت درختی با شاخه و بدون زیرشاخه یا با زیرشاخه کم و بدون برگ است. در حالی‌که ساختار طبقه‌بندی پیچیده به صورت درختی با همه ترکیبات است. مثال‌هایی از ساختار طبقه‌بندی‌های ساده و پیچیده به‌ترتیب طبقه‌بندی کشورها و طبقه‌بندی مشاغل است.

داده‌ها معمولاً به‌کمک رایانه C.A.S.I[1]، C.A.T.I[2]، C.A.P.I[3] یا به‌وسیله روش دستی با کاغذ و قلم P.A.P.I[4] گردآوری می‌شوند و در پایگاه داده‌ها ذخیره می‌شوند. در این حالت، حجم داده‌هایی که کدگذاری می‌شوند نقش اساسی در تعیین روشی که انتخاب می‌شود بازی می‌کنند به‌طوری که:

- برای حجم زیاد داده‌ها توصیه می‌شود که از AC استفاده شود و برای مواردی که کدگذاری نشده‌اند از CAC استفاده شود؛
- برای حجم کم داده‌ها و طبقه‌بندی ساده بهتر است که از AC استفاده شود؛
- برای حجم کم داده‌ها و طبقه‌بندی پیچیده استفاده از CAC مناسب‌تر است.

جدول زیر حالت‌های بالا را خلاصه می‌کند.

ساختار طبقه‌بندی	کیفیت داده‌ها	
	تعداد زیاد	تعداد کم
ساده	AC+CAC	AC
پیچیده	AC+CAC	CAC

۳-کدگذاری در برخی کشورها

۱-۳- ایتالیا

اداره آمار ایتالیا کدگذاری به‌کمک رایانه و کدگذاری خودکار را به‌منظور غلبه بر مشکلات مربوط به کدگذاری دستی پاسخ‌های متنی پرسشنامه‌ها پذیرفته است. کدگذاری دستی بسیار وقت‌گیر، پر هزینه و مستعد خطا است. نرم‌افزارهای انتخابی این کشور ACTR V3 و BLAISE که بر اساس دو فلسفه مختلف کدگذاری یعنی کدگذاری خودکار (AC) و کدگذاری به‌کمک رایانه (CAC) طراحی شده‌اند. دو روش کدگذاری اهداف مختلفی دارند به‌طوری‌که هدف AC ماکسیمم کردن فراوانی کدهای یکتایی است که برای پاسخ‌های تشریحی تعیین می‌شود در حالی‌که هدف CAC ارائه حداکثر کمک ممکن به کدگذار، می‌باشد.

۲-۳- ایرلند

برای اولین بار، در کدگذاری مشاغل سرشماری نفوس سال ۱۹۹۶ ایرلند تقریباً ۶۰۰۰۰۰ نوع شغل، که ۲/۱ میلیون فرد (۵۸ درصد کل جمعیت) را پوشش می‌داد در ۳۴۶ گروه متمایز و با ترکیبی از روش‌های کاملاً خودکار و کدگذاری با کمک رایانه کدگذاری شد.

آموزش کدگذاری با کمک رایانه، در طی ۶ هفته، در ۳ مرحله و هر مرحله به طول ۲ هفته اجرا شد. در دو هفته اول کدگذاران به کدگذاری با روش‌های دستی پرداختند. در ۲ هفته دوم کدگذاران به کدگذاری CAC با داده‌های آزمایشی پرداختند. در نهایت در ۲ هفته آخر به کدگذاران، بخشی از فایل کدگذاری نشده برای کدگذاری داده شد. در تمام مراحل آموزش هر شرح کدی که اشتباهاً کد می‌خورد توسط ناظر به کدگذار برگردانده می‌شد. زمانی‌که تمام ۶ هفته آموزش به اتمام رسید تقریباً همه کدگذاران صلاحیت

کدگذاری با رایانه را کسب کرده بودند و هیچ‌کدام از آن‌ها به آموزش بیش‌تری نیاز نداشتند. با این حال نیز در نهایت میانگین خطای کدگذاری، ۱۱ درصد بوده است (با ۸۹ درصد دقت) که این مقدار خطا بین۶ درصد تا ۱۸ درصد متغیر بود.

۴- ارزیابی کیفیت کدگذاری

عملیات کدگذاری مانند سایر فعالیت‌های طرح‌های آماری عاری از خطا نیست. خطای کدگذاری یکی از خطاهای پردازش و در کل نوعی خطای غیر نمونه‌گیری محسوب می‌شود.

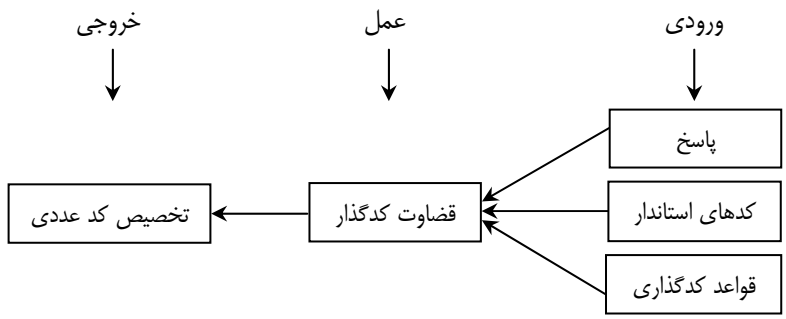
۵- مشکلات کدگذاری

عملیات کدگذاری سه مولفه ورودی دارد:

- پاسخ یا شرح قلم ثبت‌شده؛
- مجموعه‌ای از کدهای از پیش تعیین شده عددی یا کدهای استاندارد؛
- ابزار یا قواعد (راهنمای) کدگذاری؛

کدگذار بر اساس ورودی‌های فوق یک کد عددی به‌شرح قلم ثبت شده، تخصیص می‌دهد.

مسائل و مشکلاتی که در هنگام کدگذاری رخ می‌دهند زیاد هستند و همیشه توسط سازمان‌های آماری شناخته نمی‌شوند، برخی از این مسائل عبارتند از:



بیش‌تر کدگذاران مستعد خطا هستند، خطاها به‌دلیل استفاده نامناسب از راهنمای کدگذاری یا نقص آن رخ می‌دهند. مثلاً کدهای استاندارد نمی‌توانند تمام پاسخ‌های باز پاسخگویان را پوشش دهند. کدگذاران ماهر نیز اغلب در مورد تخصیص کد عددی مناسب توافق ندارند.

افزایش و ارتقای کیفیت عملیات کدگذاری مشکل است زیرا کدگذاری می‌تواند جنبه موضوعی داشته باشد. گاهی اوقات نیز پوشش مصادیق کامل نیست و کدگذاران باید از نظرات و قضاوت‌های خودشان استفاده نمایند. از طرف دیگر ارتقای مهارت کدگذاران نیز به زمان زیادی احتیاج دارد. مدیریت عملیات کدگذاری در آمارگیری‌های مهم و چند منظوره مشکل است. کنترل خطا در چنین عملیاتی بسیار چالش‌برانگیز است.

کدگذار معمولاً با چندین کتاب کد برای اقلام مختلف پرسشنامه‌ها سر و کار دارد. به همین دلیل ممکن است برخی کدگذارها در اقلام ویژه‌ای مانند شغل یا فعالیت خبره شوند، اما این کار، کار خسته‌کننده‌ای است و می‌تواند منبع مهمی از خطا باشد. برای اجتناب از منابع جدید خطا، کدگذارها نباید تنها به حافظه‌شان تکیه کنند. آن‌ها باید در مواقع لزوم از کتاب‌های کد استفاده نمایند.

۶- کیفیت نظام‌های طبقه‌بندی

کیفیت نظام‌های طبقه‌بندی مانند طبقه‌بندی‌های استاندارد و بین‌المللی و ملی بر کیفیت عملیات کدگذاری تأثیرگذار است. دو بعد کیفی که در این زمینه می‌توان در نظر گرفت، ابعاد مناسبت و درستی هستند. دو مسئله مهم در رابطه با این ابعاد عبارتند از:

آیا عبارات نوشته شده از قواعد و دستورالعمل‌های پذیرفته شده برای نوشتن شرح قلم پیروی می‌کند؟ آیا شرح قلم به‌طور مناسبی مفاهیم بیان‌شده در طبقه‌بندی را شرح می‌دهند؟ (درستی)

آیا رده‌ها، گروه‌ها یا مفاهیم در طبقه‌بندی مورد استفاده دو به دو ناسازگار هستند (همپوشانی ندارند) و تمام مصادیق اعم از مشاغل یا فعالیت‌ها را به‌طور جامع پوشش می‌دهند؟ (مناسبت).

علاوه بر این باید رده‌ها و گروه‌های طبقه‌بندی به خوبی به کارشناسان کدگذاری شرح داده شود. در صورتی‌که کدگذاری به صورت خودکار انجام می‌شود، طراحان نرم‌افزار نیز باید قادر به درک تفاوت‌های بین رده‌ها باشند تا بتوانند کدهای صحیح را تولید نمایند. عملیات کدگذاری نیازمند ایجاد و بهنگام‌سازی مجموعه کدهای تخصصی از پاسخ‌ها (مصادیق) است. به این فایل‌ها مجموعه‌های واقعی هم گفته می‌شود. در آموزش کدگذاران، از سیستم‌های کدگذاری با کمک کامپیوتر و خودکار استفاده می‌شود. برای هر یک از این مجموعه‌ها، ابعاد کیفیت زیر در نظر گرفته شده و توصیه می‌شود در فراداده‌های مربوط به کیفیت لحاظ شوند:

- توسعه مصادیق تا حدی که مجموعه واقعی معرف جامعه مورد بررسی باشد (مناسبت)؛
- توسعه مصادیق تا حدی که موارد کافی درون هر رده از کدهای مجموعه واقعی موجود باشند (درستی)؛
- توسعه مصادیق تا حدی که مجموعه داده واقعی مانند پاسخ‌های گردآوری شده در آمارگیری یا سرشماری باشد (درستی).

علاوه بر نظام‌های طبقه‌بندی، کیفیت نرم‌افزار مورد استفاده و پاسخ‌های حاصل از آمارگیری نیز بر کیفیت کدگذاری تأثیرگذار است.

۷- کنترل دستی خطای کدگذاری

دو روش مختلف برای کنترل دستی خطای کدگذاری وجود دارد: بازبینی وابسته و بازبینی مستقل. در بازبینی وابسته، کدگذار اول کدی به‌شرح قلم تخصیص می‌دهد. کد تخصیص‌یافته، توسط کدگذار دوم یا بازبین کد، مرور می‌شود. در واقع بازبین کد درباره درستی کد اختصاص‌یافته تصمیم‌گیری می‌نماید.

در صورتی که کد از نظر بازبین کد صحیح باشد، بدون تغییر باقی می‌ماند و در غیر این صورت بازبین کد، کد صحیح را به‌شرح قلم مربوطه اختصاص می‌دهد. بازبینی وابسته بسیار ناکارا است. تجربه نشان می‌دهد که در این روش، در حدود ۵۰ درصد خطاها

اصلاح می‌شوند. برخی مطالعات نشان می‌دهد که نرخ اصلاح خطا حتی کمتر از این حد نیز می‌تواند باشد. دلیل نرخ پایین تغییر یا اصلاح آن است که قضاوت بازبین کد به شدت از کد عددی تخصیص‌یافته توسط کدگذار تأثیر می‌پذیرد. در این روش گرایش و جهت‌گیری کاملاً آشکار است و تنها خطاهای خالی از ابهام اصلاح می‌شوند.

خطاهای کمتر آشکار و مبهم، بدون تغییر باقی می‌ماند زیرا بازبین کد اغلب این دلیل را می‌پذیرد که کدهای اولیه کاملاً صحیح هستند و نباید تغییر نمایند. به عبارت دیگر تمایل به حمایت و پذیرفتن قضاوت اولیه کدگذار وجود دارد. در بازبینی مستقل، مبنای چنین مشکلی در بخش بازبینی کنار گذاشته می‌شود. یعنی بازبین کد، به کدهای عددی تخصیص‌یافته اولیه دسترسی ندارد. با بازبینی مستقل، کدگذار اول کد عددی را به‌شرح قلم مربوط تخصیص می‌دهد. همان شرح قلم توسط کدگذار دوم یا بازبین کد، دوباره کدگذاری می‌شود. از آن‌جایی که کدگذار و بازبین کد به‌طور مستقل عمل می‌نمایند، هیچ‌کدام از کد عددی دیگری، اطلاعی ندارند. دو کد عددی با یکدیگر مقایسه می‌شوند و از قاعده تصمیم‌گیری زیر استفاده می‌شود.

اگر هر دو کد یکی باشند، آن گاه کد تخصیص‌یافته توسط کدگذار، کد نهایی محسوب می‌شود. در صورتی که هر دو کد یکسان نباشد، شرح قلم در اختیار کدگذار سوم قرار می‌گیرد و او نیز مستقل از کدگذار قبلی، کد مناسب را به‌شرح قلم مربوط تخصیص می‌دهد:

- اگر کدهای کدگذار اول و کدگذار سوم یکی باشد، آن گاه کد تخصیص‌یافته توسط کدگذار اول، کد نهایی محسوب می‌شود؛
- اگر کدهای کدگذار دوم (بازبین کد) و کدگذار سوم یکی باشد، آن گاه کد تخصیص‌یافته توسط بازبین کد، کد نهایی تلقی می‌شود؛
- در صورتی‌که هر سه کد متفاوت باشد، شرح قلم توسط کدگذار چهارم کد زده می‌شود و اوست که تصمیم نهایی را مشخص می‌کند و کد تخصیص‌یافته توسط این کدگذار، کد نهایی محسوب می‌شود.

این سیستم، سیستم بازبینی دو طرفه با داوری نامیده می‌شود. نوع دیگری از بازبینی،

بازبینی سه طرفه مستقل است که در آن سه کدگذار مستقل به‌شرح قلم مربوط، کد تخصیص می‌دهند و کد نهایی با استفاده از کد اکثریت تعیین می‌شود و کدگذار چهارم در صورتی هر سه کد اول متفاوت باشند، در مورد کد تصمیم‌گیری می‌نماید. با وجود این، مطالعات نشان می‌دهد بازبینی دو طرفه مستقل با داوری نتایج مشابه و هزینه‌های کمتری نسبت به بازبینی سه طرفه مستقل با قضاوت دارد.

سوالی که مطرح می‌شود آن است که آیا بازبینی مستقل بهتر از بازبینی وابسته است؟ فرض اصلی در طرح بازبینی آن است که کد نهایی حاصل از قاعده تصمیم‌گیری، کد صحیح است زیرا که احتمال یکسان بودن دو یا سه کد به‌طور مستقل تخصیص‌یافته و خطا کاملاً کوچک است. با وجود این، مهم است که کدگذاران تقریباً از مهارت یکسانی در کدگذاری برخوردار باشند. در غیر این صورت کدها به‌ندرت یکسان خواهد بود و بسیاری از موارد باید به داوری ارجاع داده شود و به موجب آن حجم کار داور و خطای داوری افزایش خواهد یافت. به‌علاوه ممکن است دو کدگذار ضعیف به سادگی کد یک کدگذار خوب را نپذیرند، زیرا کدگذاران ضعیف، راهنمای کدگذاری را به‌خوبی درک نکرده‌اند.

بازبینی مستقل پرهزینه‌تر از بازبینی وابسته است اما کدهای درست بیش‌تری را نسبت به بازبینی وابسته تولید می‌کنند. سیستم مستقل دو طرفه حداقل هزینه را در بین طرح‌های مستقل دارد و در بسیاری از سازمان‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در اداره آمار کانادا، بازبینی مستقل در چارچوب سیستم کنترل کیفیت نمونه‌گیری برای پذیرش انجام می‌شود. در این سیستم بازبینان، سطح مهارت متفاوتی دارند. بازبینان سطح اول با تجربه‌تر از کدگذاران هستند و بازبینان کد سطح دوم باتجربه‌تر از بازبینان کد سطح اول هستند. بازبینان کد سطح اول به‌طور مستقل به نمونه‌ای از کدهای تخصیص‌یافته توسط کدگذاران، دوباره کد اختصاص می‌دهند. مغایرت‌ها در اختیار بازبین سطح دوم قرار می‌گیرد. در این‌جا نیز از قاعده اکثریت استفاده می‌شود. از آن‌جایی‌که دو بازبین کد، با تجربه‌تر از کدگذار هستند وضعیتی که قبلاً شرح داده شد، رد کد کدگذار خبره توسط دو کدگذار ضعیف، در این‌جا اصلاً رخ نمی‌دهد.

۸- سنجش کیفیت برای روش‌های AC و CAC

کیفیت روش AC را می‌توان به‌وسیله دو پارامتر فراخوانی و دقت سنجید. اولین پارامتر درصد پاسخ‌های تشریحی است که در مجموع موارد، به صورت خودکار کدگذاری شده‌اند. این پارامتر می‌تواند به صورت نرخ کدگذاری نیز نشان داده شود. از آن‌جایی که بعضی تعاریف کدگذاری نشده باقی می‌مانند نیاز به کدگذاری به صورت دستی نیز است.

دومین پارامتر، درصدی را نشان می‌دهد که به صورت درست کدگذاری شده‌اند (در مقایسه با مواردی که به صورت دستی کدگذاری شده‌اند). هدف روش AC ماکسیمم کردن هر دو پارامتر زیر به صورت هم‌زمان است. این‌کار نیاز به یک فرهنگ داده‌ها دارد که به صورت پیوسته به‌روز شود.

- ماکسیمم‌کردن نرخ فراخوانی، بدون توجه به نرخ دقت، تعداد کدهای تعیین‌شده را افزایش می‌دهد در حالی که در مجموع کیفیت را پایین می‌آورد؛
- از طرف دیگر رسیدن به‌دقت بالا، در مجموع کیفیت را بالا می‌برد ولی تعداد مواردی را که کدگذاری می‌شود را به شدت کاهش می‌دهد.

بنا بر این برای اجرای توازن در روش کدگذاری خودکار، پارامترهای فراخوانی و دقت را باید با هم بهبود بخشید. برای روش CAC نیز اندازه‌گیری موارد فوق را می‌توان به کار برد. با این تفاوت که به جای پارامتر فراخوانی، « تعداد کدهای تعیین‌شده به‌وسیله کدگذار » به کار می‌رود. در حالی که پارامتر دقت مانند گذشته به صورت کدهایی که درست انجام شده‌اند تعریف می‌شود و داشتن یک فرهنگ داده‌ها به‌روز، به‌عنوان شرط اصلی بهبود کیفیت، باقی می‌ماند.

۹- نمونه‌گیری برای پذیرش

نمونه‌گیری برای پذیرش، یکی از روش‌های مورد استفاده در چرخه دمینگ PDCA (Planning, Do, Check and Act)، کنترل فرایند و بهبود مداوم کیفیت است. با استفاده از این نوع نمونه‌گیری در مورد کیفیت محصول یا خدمت مثلاً بر اساس میزان خطا یا درصد اقلام معیوب تصمیم‌گیری می‌شود و هدف از اجرای آن براورد میزان

کیفیت یا خطا نیست، نمونه‌گیری برای پذیرش توسط دمینگ و راج معرفی و اولین بـار در حین جنگ جهانی دوم در صنایع نظامی ارتش امریکا مورد استفاده قرار گرفت.

این روش مبتنی بر اجرای یک آزمون فرض با پارامترهای مربوط است و به صـورت دو مرحله‌ای نیز قابل اجرا است. امروزه یکی از متداول‌ترین سیستم‌های نمونه‌گیری بـرای پـذیرش مشخـصه‌هـای کیفـی وصـفی MIL STD 105E اسـت و امکـان سـه نـوع نمونه‌گیری را فراهم می‌سازد: یک مرحلـه‌ای، دو مرحلـه‌ای و چنـد مرحلـه‌ای. اسـتاندارد MIL STD 105E بـــر اســـاس ســـطح کیفیـــت قابـــل قبـــول AQL (Acceptance Quality Level) پایـه‌ریـزی شـده اسـت. وقتـی کـه طـرح‌هـا بر اساس نسبت اقلام معیوب طراحی می‌شوند، دامنه AQL از ۰/۱ درصد تا ۱۰ درصـد در نظر گرفته می‌شود. در این استاندارد اندازه نمونه به‌وسیله اندازه انباشـته و سـطح بازرسـی (حساب‌شده‌تر، نرمال و تعدیل‌شده) تعیین می‌شود. از بازرسی نرمال در ابتدای فعالیت‌هـای بازرسی استفاده می‌شود. بازرسی حساب‌شده‌تر به مراتب مشکل‌تر از بازرسی نرمال اسـت. بازرسی تعدیل‌شده زمانی استفاده می‌شود که سابقه کیفیت محـصولات اخیـر تولیدکننـده به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافته باشد.

به‌طور کلی اندازه نمونه تحت شرایط بازرسی تعـدیل‌شـده، کمتـر از انـدازه نمونـه‌ای است که تحت شرایط بازرسی نرمال استفاده می‌شود. این استاندارد روشـی را بـرای تغییـر سطح بازرسی از نرمال به تعدیل‌شده و حساب‌شـده‌تـر فـراهم مـی‌سـازد و در زمـانی کـه حساس می‌شود که کیفیت محـصول تغییـر یافتـه مـی‌تـوان از آن اسـتفاده نمـود. بـرای اطلاعات بیش‌تر در این زمینه و آشـنایی بـه جـدول‌هـای مربـوط بـه ایـن اسـتاندارد بـه {نورالنساء، رسول، (۱۳۷۶)، کنترل کیفیت آماری، ویرایش سوم، دانـشگاه علـم و صـنعت ایران، تهران} مراجعه نمایید. همچنین با توجه به این‌که هـدف بـراورد خطـا یـا کیفیـت نیست، ممکن است اندازه نمونه به‌میزان قابل توجهی کاهش یابد.

علاوه بر این سطح کیفیت قابل قبول به طرح نمونه‌گیـری بـستگی نـدارد و توسـط تولیدکننده تعیین می‌شود. از طرف دیگر مصرف‌کننده نیز طرح نمونه‌گیری خود را طـوری طراحی می‌نماید که احتمال پذیرش در نقطه AQL حداکثر شود.

برای استفاده از این روش در کنترل کیفیت کدگذاری، لازم است سطح کیفیت قابـل

قبول و یا حداکثر خطای قابل قبول و متوسط تعداد کد در واحد کـار کدگـذاری (حـوزه) و سطح بازرسی تعیین شوند. علاوه بر این لازم است اصول زیر در عملیات کدگذاری رعایت شوند:

- کنترل کدگذاری (بازبینی کد) در سطح هر حوزه به‌تفکیک نوع کـد و مـستقل از فعالیت کدگذاری انجام شود. یعنی کدگذار و بازبین کد، در هر حوزه و بـرای هـر نوع کد، افراد متفاوتی باشند و کدهای اختصاص‌یافته توسـط کدگـذار در اختیـار بازبین کد قرار داده نشود (شرط مستقل بودن)؛
- بازبینی کدگذاری تا هنگامی که کدگذاری یک نوع کد تأیید نشود ادامـه خواهـد یافت و کدگذاری پس از عدم تأیید کدگذاری یک نوع کد، پایـان کـار محـسوب نمی‌شود.

۱۰- سابقه استفاده از کدگذاری به‌روش CAC در مرکز آمار ایران

در سرشماری عمومی کارگاهی سال ۱۳۸۱ بـرای اولـین بـار ترکیبـی از روش کدگـذاری خودکار (AC) و کدگذاری به‌کمک رایانه (CAC) برای کدگذاری فعالیت‌های اقتـصادی مورد استفاده قرار گرفت. قبل از آن، کدگذاری و بازبینی کد به‌روش دستی و با اسـتفاده از دفترچه‌های کدها (که به صورت الفبایی و موضوعی تـدوین مـی‌شـد) انجـام مـی‌شـد. در سرشماری کارگاهی سال ۱۳۸۱ نرم‌افزار کدگذاری، ابتدا تمامی پرسشنامه‌هـای هـر واحـد کار را خوانده و به پرسشنامه‌هایی را که متن نوشـته شـده در « شـرح فعالیـت اقتـصادی عمده » آن‌ها را عیناً در فایل مصادیق « طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی » پیدا مـی‌کـرد به‌طور خودکار، کد اختصاص می‌داد. سپس پرسشنامه‌هایی که از طریق فـوق‌الـذکر قابـل شناسایی نبود و فاقد کد بود به‌منظور اختصاص کد در اختیار کدگذار قرار می‌گرفت. در این مرحله، نرم‌افزار کدگذاری، اقدام بـه‌تفکیـک کلمـات « شـرح فعالیـت اقتـصادی عمـده » پرسشنامه نموده و با ترکیب‌های مختلف کلمات، فایل مصادیق« طبقه‌بندی فعالیـت‌هـای اقتصادی » را جستجو می‌کرد. علاوه بر آن امکان کدگذاری بر اسـاس محتـوا نیـز وجـود داشت.

۱۱- کدگذاری سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵

برای سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵، مطالعاتی به‌منظور انتخاب روش کدگذاری در مرکز آمار ایران انجام شد و در نهایت کدگذاری به روش CAC پیشنهاد و در آزمایش سرشماری (۱۳۸۴) اجرا شد. در این روش پس از تصویربرداری از پرسشنامه‌ها، تصویر قسمت‌هایی از پرسشنامه‌ها که باید کدگذاری شوند بر روی صفحه نمایشگر رایانه پدیدار می‌شود و کدگذاری اقلام با روش CAC به یکی از شیوه‌های زیر انجام می‌شود:

الف) کدگذاری به‌کمک فهرست الفبایی کدها

در این روش، ابتدا تصویر شرح نوشته شده بر روی صفحه نمایشگر رایانه پدیدار می‌شود، با تایپ حروف آن به‌ترتیب، مصادیق و کدهای مربوطه که با حروف تایپ شده شروع می‌شوند ظاهر می‌شود و کدگذار می‌تواند کد درست را از فهرست الفبایی انتخاب نماید. در این روش معمولاً با تایپ حروف بیش‌تر شرح کد مورد نظر، گزینه‌های انتخاب شده پیشنهادی محدودتری بر روی صفحه نمایشگر نمایان می‌شود و انتخاب کد سریع‌تر و دقیق‌تر انجام می‌شود.

ب) کدگذاری با جستجوی واژه‌ها

در این روش با توجه به تصویر شرح نوشته شده در پرسشنامه که بر روی صفحه نمایشگر رایانه پدیدار می‌شود، کدگذار یک واژه کلیدی یا بیش از یک واژه را تایپ نموده و سپس با استفاده از دستور « جستجو » عبارت مورد نظر را در فرهنگ داده‌هاجستجو و کد درست را انتخاب می‌نماید. در این روش نیز معمولاً با تایپ عبارت کامل‌تر شرح مورد نظر، فهرست ارائه شده توسط ماشین محدودتر و انتخاب کد مناسب، دقیق‌تر انجام می‌شود. به‌کارگیری این روش هنگامی مناسب است که با استفاده از شیوه نخست (فهرست الفبایی) و تایپ حروف اول عبارت مورد نظر، انتخاب شرح و کد مربوط به آن از فهرست الفبایی میسر نباشد.

پ) کدگذاری با دسته‌بندی مفاهیم

هر یک از نظام‌های طبقه‌بندی دارای سطح‌بندی ویژه‌ای از کدهاست که کدها با یک نظم منطقی از کدهای ۱ رقمی وارد سطوح تفصیلی‌تر می‌شود. در این روش با توجه به تصویر شرح نوشته شده در پرسشنامه بر روی صفحه نمایشگر و تشخیص رده اصلی مربوط به آن، از نخستین سطح طبقه‌بندی وارد سطوح پایین‌تر شده و کدگذار کد درست را در آخرین سطح آن انتخاب می‌نماید. با استفاده از این روش می‌توان انتخاب کد را به‌روش ترکیبی نیز انجام داد، به این شیوه که کدگذار پس از ورود به سطوح پایین‌تر طبقه‌بندی و رده مورد نظر، با تایپ حروف مربوط به‌شرح و جستجوی فهرست الفبایی، کد مورد نظر را انتخاب می‌نماید.

ت) کدگذاری مستقیم[۴]

در این روش، کدگذاری به صورت مستقیم و با تکیه بر حافظه کدگذار انجام می‌شود. در صورتی‌که کدگذار کد مربوط به‌شرح یک اطلاع را به حافظه سپرده باشد می‌تواند کد مورد نظر را تایپ نماید. با تایپ کد، شرح آن کد از فهرست ماشینی برروی نمایشگر پدیدار می‌شود و در صورت یکسان بودن شرح اطلاع آماری با شرح نمایش داده شده در ماشین، کدگذار کد مربوط به آن را تأیید می‌کند.

۱۲- کنترل کیفیت عملیات کدگذاری در سرشماری‌های اخیر مرکز آمار ایران

در سرشماری‌های مرکز آمار ایران تا کنون کنترل عملیات کدگذاری (کنترل فرایند)، توسط کارشناسان کدگذاری در حین عملیات کددهی دستی یا با کمک رایانه، انجام شده است. اما از نمونه‌گیری، پس از پایان کدگذاری برای پذیرش یا رد واحد کار کدگذاری‌شده (کنترل محصول) توسط کدگذار استفاده نشده است.

نتیجه‌گیری

کدگذاری یکی از مهم‌ترین مراحل فرایند استخراج نتایج طرح‌های آماری محسوب می‌شود و خطاهای ناشی از آن جزء خطاهای غیر نمونه‌گیری است. انتخاب نوع فرایند کدگذاری ارتباط مستقیمی با روش گردآوری اطلاعات دارد. با توجه به استفاده از روش مصاحبه حضوری در سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ و تغییر روش ورود اطلاعات و استفاده از تکنولوژی ICR (Intelligent Character Recognition)، و نیز در نظر گرفتن دو عامل سرعت و دقت در کدگذاری و تنوع اقلامی که باید کدگذاری شوند، روش کدگذاری با کمک رایانه (CAC) در سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵، پیشنهاد می‌شود.

همچنین برای تأیید عملیات کدگذاری در هر حوزه یا هر واحد کار در سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ علاوه بر کنترل فرایند در حین عملیات کددهی توسط کارشناسان کدگذاری، باید از یک طرح نمونه‌گیری برای پذیرش در هر واحد کار، که بهره جستن از آن در فعالیت‌های استخراج سرشماری‌ها توسط سازمان ملل نیز توصیه شده است، با توجه به‌میزان خطاهای کدگذاری اقلام شغل، فعالیت اصلی محل کار، رشته تحصیلی، پایه، دوره و مدرک تحصیلی، شهر، شهرستان و کشور، به‌تفکیک نوع قلم استفاده شود.

توضیحات

[۱] Computer Aided Self Interviewing

[۲] Computer Aided Telephone Interviewing

[۳] Computer Aided Personal Interviewing

[۴] Paper and Pencil Interviewing

[۵] این روش به‌دلیل دارا بودن درصد بالای خطا، در سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ مورد استفاده قرار نخواهد گرفت و فقط در آزمایش سرشماری آزمایش شد.

مرجع‌ها

[1] Stefania Macchia, Manuela Murgia, Coding Of textual Responses: various issues on automated coding and computer assisted coding, ISTAT, Rome, Italy, 2006.
[2] Gerard Keogh, Automatically Coding Occupation Descriptions from the 1996 Census of Population of Ireland, CSO.
[3] Frederick Conard, Using Expert Systems to Model and Improve Survey Classification Processes, U.S. Bureau of Labor Statistics.
[4] The third International Roundtable on Business Survey Frames, October 31 to November 3, 1998. New Zealand.
[5] Lyberg, L. Biemer, P.(2003), Introduction to Survey Quality, WILEY Series in Survey Methodology.
[6] Cathryn S. Dippo, Frederick G. Conard, and Daniel W.Gillman, (2000), Metadata and Data Quality. U.S. Bureau of Labor Statistics.
[۷] نورالنساء، رسول،(۱۳۷۶)، کنترل کیفیت آماری، ویرایش سوم، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
[۸] مستندات مربوط به سرشماری‌های نفوس و مسکن و سرشماری‌های کارگاهی مرکز آمار ایران.
[۹] مستندات مربوط به کمیته‌ی طبقه‌بندی سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵.