

# به‌کارگیری معیارهای توافق در تعیین میزان درستی در آمارگیری‌ها به شیوه‌ی مصاحبه‌ی حضوری

روشنک علی‌محمدی<sup>۱</sup>

## چکیده

تعیین معیاری برای برآورد میزان توافق، به منظور بررسی مقدار هم‌خوانی دو یا چند مجموعه از داده‌ها به کار می‌رود. محاسبه‌ی میزان توافق بین دو یا چند مجموعه از اندازه‌گیری‌ها (ی مکرر) در بسیاری از زمینه‌ها از جمله در بررسی عمل‌کرد آزمایش‌گاهی، اعتبار آزمایش (یا ابزار)، نیکویی برازش و کنترل فرایند آماری کاربرد دارد. در این مقاله به بررسی معیارهای توافق در آمارگیری‌ها به شیوه‌ی مصاحبه‌ی حضوری پرداخته می‌شود و هم‌چنین نحوه‌ی به‌کارگیری آن‌ها در تعیین میزان درستی داده‌های حاصل از آمارگیری‌های حضوری ارایه می‌شود. لازم به‌ذکر است که این بررسی‌ها در حالت پیوسته بودن داده‌ها و هم‌چنین فرض ثابت بودن مقادیر واقعی انجام می‌شود. در تعیین توافق بین برآوردهای حاصل از آمارگیری با مقادیر واقعی پارامتر مورد نظر در جامعه استفاده کرد. بدین منظور رابطه‌ی بین مفهوم توافق با خطای اندازه‌گیری بر اساس مدل خطای اندازه‌گیری تحقیق شده و بر اساس مدل و طرح نمونه‌گیری مورد نظر، چند معیار برای توافق در آمارگیری‌ها از جمله میانگین توان‌های دوم انحرافات، ضریب همبستگی تطبیقی و احتمال پوشش ارایه می‌شود. از معیارهای ارایه شده می‌توان در تعیین میزان درستی داده‌ها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: توافق، درستی، مدل خطای اندازه‌گیری، ضریب همبستگی تطبیقی، خطای کل آمارگیری، خطای غیرنمونه‌گیری.  
رده‌بندی موضوعی (MSC2000): 62D05, 62G99

## ۱ مقدمه و پیش‌نیازها

که در آن  $y_i$  مقدار مشاهده‌شده،  $\mu_i$  مقدار واقعی و  $e_i$  خطای اندازه‌گیری واحد نام است [۶].

آیپهان (۲۰۰۳) مدلی را برای خطای اندازه‌گیری در آمارگیری‌های با دو مرحله‌ی مصاحبه و مصاحبه‌ی مجدد ارایه کرد [۳].

علی‌محمدی و نواب‌پور (۱۳۸۷) مدل خطای اندازه‌گیری را به صورت زیر پیشنهاد کردند

$$y_{ijklts} = \mu_{ijklts} + A_i + B_{ij} + C_{ijk} + D_{ijkl} + R_{ijklts} \quad (1)$$

که در آن  $\mu_{ijklts}$  مقدار واقعی،  $y_{ijklts}$  مقدار مشاهده‌شده‌ی  $s$ امین واحد (در استان نام مربوط به کارشناس مسوول نام و بازبین (و کدگذار) نام و پرسش‌گر نام)،  $A_i$  اثر استان نام،

مدل‌سازی خطای اندازه‌گیری به دلیل کاربردهای متعدد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از کاربردهای مدل خطای اندازه‌گیری در تعیین میزان دقت نتایج حاصل از آمارگیری‌ها است. در مدلی که کیش (۱۹۶۲) بررسی کرده است، واریانس کل ( $s^2$ ) به صورت مجموع دو مولفه‌ی واریانس پرسش‌گر ( $s_a^2$ ) و واریانس بدون اثر پرسش‌گر ( $s_b^2$ ) بیان شده، یعنی  $s^2 = s_a^2 + s_b^2$  است [۸]. بی‌مر و تروین (۱۹۹۷) یک مدل کلی برای خطای اندازه‌گیری را در ارتباط با داده‌های پیوسته پیشنهاد کردند که این مدل به صورت زیر است

$$y_i = \mu_i + e_i$$

## ۲ برآورد درستی و محاسبه‌ی میزان توافق نتایج حاصل از آمارگیری‌ها

در بررسی داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها به‌طور کلی خطاها به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند که شامل خطای نمونه‌گیری و خطای غیرنمونه‌گیری است. درستی رابطه‌ی عکس با خطای کل آمارگیری دارد. لذا برای تعیین میزان درستی لازم است خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری مورد بررسی قرار گیرند.

ولتر (۲۰۰۷) به بررسی خطای نمونه‌گیری در آمارگیری‌های پیچیده پرداخته است. او بیان می‌کند که واریانس هر آماره تابعی از فرم آماره و طرح نمونه‌گیری است و این تصور که بدون توجه به طرح نمونه‌گیری یا برآوردگر، با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده می‌توان واریانس را برآورد نمود، تصویری اشتباه است. منظور از آمارگیری‌های پیچیده، طرح‌های نمونه‌گیری غیرساده و یا برآوردگرهای غیرخطی است.

بدیهی است که در محاسبه‌ی خطای نمونه‌گیری طرح نمونه‌گیری و برآوردگر باید مورد توجه قرار گیرد. نرم‌افزار سودان به منظور برآورد خطای نمونه‌گیری در آمارگیری‌های پیچیده طراحی شده است [۱۰].

خطای غیرنمونه‌گیری عبارت است از اشتباه‌ها و کاستی‌هایی که در طی اجرا و پیش‌برد آمارگیری روی می‌دهد. به عبارت دیگر خطای غیرنمونه‌گیری به هر خطایی که در یک آمارگیری در فرایند اندازه‌گیری صفات بروز کرده و مانع از اندازه‌گیری مقدار واقعی صفات شود گفته می‌شود.

خطای غیرنمونه‌گیری شامل خطای بی‌پاسخی، خطای پوشش، خطای اندازه‌گیری و خطای پردازش داده‌ها است. در برخی نوشتگان از جمله بی‌مر و فکسو (۱۹۹۵) و بی‌مر و لایبرگ (۲۰۰۳) علاوه بر عامل‌های فوق برای خطای غیرنمونه‌گیری،

$B_{ij}$  اثر کارشناس مسوول  $i$ ام در استان  $i$ ام،  $C_{ijk}$  اثر بازیکن (و کدگذار)  $k$ ام،  $D_{ijkl}$  اثر پرسش‌گر  $l$ ام و  $R_{ijkl}$  اثر  $s$ امین پاسخ‌گوست.

اندیس  $i = 1, \dots, I (= 30)$  برای استان‌ها، اندیس  $j = 1, \dots, J_i$  مربوط به کارشناس مسوول، اندیس  $k = 1, \dots, K_{ij}$  مربوط به بازیکن (و کدگذار)، اندیس  $l = 1, \dots, L_{ijk}$  برای پرسش‌گر و اندیس  $s = 1, 2, \dots, S_{ijkl}$  مربوط به پاسخ‌گوست.

در این مدل، اثر استان برای سایر عوامل در مدل، اثر کارشناس مسوول برای بازیکن‌ها (و کدگذارها)، اثر بازیکن برای پرسش‌گرها و اثر پرسش‌گر برای پاسخ‌گوها به صورت آشنایی در نظر گرفته شده است. اثرهای استان، کارشناس مسوول و بازیکن اثرهایی ثابت و پرسش‌گر و پاسخ‌گو اثرهای تصادفی هستند، لذا مدل حاصل مدل تحلیل واریانس آمیخته‌ی آشنایی است [۲]. در مرجع [۱] برآوردگرهایی برای اثرهای مدل (۱) به روش ماکسیمم درست‌نمایی مقید ارایه شده است.

مدل (۱) برای خطای اندازه‌گیری در داده‌های پیوسته طراحی شده است. در این مقاله ضمن ارایه‌ی چند معیار برای تعیین میزان توافق نتایج حاصل از آمارگیری‌ها بر اساس مدل (۱)، به بررسی نحوه‌ی به‌کارگیری این مفهوم برای تعیین درستی و دقت نتایج حاصل از آمارگیری‌ها می‌پردازیم. لازم به ذکر است که ارایه‌ی معیارهای توافق در حالت ثابت بودن مقادیر واقعی پیوسته مطالعه می‌شود. با به‌کارگیری معیارهای ارایه شده می‌توان میزان توافق بین مقادیر مشاهده شده و مقادیر واقعی را تعیین کرد. برای این منظور از مدل خطای اندازه‌گیری مورد نظر (مدل (۱)) استفاده شده است. لذا نتایج ارایه شده در این مقاله را می‌توان در تعیین میزان توافق در آمارگیری‌ها به کار گرفت.

دیگر مقابله‌ی واحدهای چارچوب آمارگیری با واحدهای فهرستی دیگر است.

### خطای اندازه‌گیری

خطای اندازه‌گیری را می‌توان به‌عنوان تفاوت بین مقدار پاسخ پاسخ‌گو (مقدار مشاهده شده) و مقدار واقعی (نامعلوم) بیان نمود. در اغلب مواقع آنچه عملاً مشاهده می‌شود دقیقاً همان مقدار واقعی نیست و به دلیل خطا در اندازه‌گیری این خطا پیش می‌آید. به عبارت دیگر در رابطه‌ی  $y = \mu + e$ ،  $y$  مقدار مشاهده‌شده‌ی صفت مورد نظر،  $\mu$  مقدار واقعی و  $e$  خطای اندازه‌گیری است. باید توجه کرد که این نوع خطا با فرض این‌که مقدار واقعی و مقدار مشاهده شده صفت مورد نظر در دسترس است تعریف می‌شود.

### خطای پردازش داده‌ها

خطای پردازش داده‌ها پس از مرحله‌ی اجرای آمارگیری و در مراحل تبدیل داده، تا انتشار جدول‌های نهایی می‌تواند رخ دهد. معمولاً تمایلی به مستندسازی و گزارش مناسب این مرحله وجود ندارد و کمتر به آن پرداخته می‌شود. مولفه‌های این خطا شامل خطای ورود اطلاعات، خطای کدگذاری، خطای ویرایش و خطای جانهی است. علت شمول خطای جانهی در این مجموعه این است که اکثر سازمان‌ها موارد بی‌پاسخی صفات را در ویرایش می‌پذیرند و با مکانیزم‌هایی، مقادیری را برای آن‌ها تعیین و جای‌گزین می‌کنند.

### خطای مشخص‌سازی

در برخی رشته‌ها (مثلاً اقتصادسنجی) این خطا به معنای وجود متغیرهای اشتباه در مدلی مانند مدل رگرسیونی و یا وارد نکردن متغیرهای مهم به مدل است. خطای مشخص‌سازی در آمارگیری‌ها ارتباطی با مدل ندارد و به سوال‌های پرسش‌نامه برمی‌گردد. این خطا زمانی پیش می‌آید که مفهوم سوال آمارگیری و آنچه که باید اندازه‌گیری شود، متفاوت باشند. در

خطای مشخص‌سازی نیز ذکر شده است. در ادامه توضیحاتی درباره‌ی هر یک از این خطاها ارائه خواهد شد [۴] و [۵].

### خطای بی‌پاسخی

خطای بی‌پاسخی بخش شناخته‌شده‌ای از خطاهای غیرنمونه‌گیری است و نشان‌دهنده‌ی مواردی است که در آمارگیری‌ها، اطلاع مورد نظر از برخی واحدها دریافت نشده است. بی‌پاسخی دارای دو نوع اصلی است. نوع اول می‌تواند مربوط به کل پرسش‌نامه باشد که به آن بی‌پاسخی واحد گفته می‌شود. نوع دوم بی‌پاسخی وقتی روی می‌دهد که برخی از سوال‌های پرسش‌نامه بدون پاسخ بمانند و بی‌پاسخی پرسش نامیده می‌شود. این خطا به علل مختلف، مثلاً عدم امکان مراجعه به واحدهای آماری، حاضر نبودن واحد نمونه‌گیری در هنگام مراجعه، ناتوانی در پاسخ دادن، عمدتاً به برخی سوال‌ها پاسخ ندادن، توجه نکردن به برخی سوالات، عودت ندادن پرسش‌نامه و غیره می‌تواند رخ دهد. بی‌پاسخی‌ها باعث ایجاد داده‌های گم‌شده در داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها می‌شود. از چند روش برای پایین نگه‌داشتن نرخ بی‌پاسخی استفاده می‌شود. از جمله‌ی این روش‌ها مراجعه‌ی بعدی و پی‌گیری است.

### خطای پوشش

خطای پوشش مربوط به فقدان برخی از واحدهای جامعه در چارچوب نمونه‌گیری (کم‌پوششی) و یا ناشی از وجود تکراری واحدهای جامعه در چارچوب یا واحدهایی خارج از جامعه‌ی هدف در چارچوب (بیش پوششی) است. محل بروز این خطا چارچوب نمونه‌گیری است، بنابراین لازم است کیفیت چارچوب و کامل بودن آن برای پوشش جامعه‌ی هدف مشخص شود. روش‌های اندازه‌گیری خطای پوشش عموماً متکی بر اطلاعاتی خارج از آمارگیری است. یک روش، مقایسه‌ی برآوردهای حاصل از آمارگیری با منبع‌های مستقل قابل اعتماد و روش

اریبی اندازه‌گیری و جمله‌ی دوم مربوط به واریانس اندازه‌گیری است.

اگر  $X$  و  $Y$  مقادیر حاصل از تکرار اندازه‌گیری یک فرد به دو روش مختلف باشد، رابطه (۲) میزان هم‌خوانی بین نتایج حاصل از دو شیوه‌ی اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

بنا بر رابطه‌ی امید ریاضی مکرر برای دو مرحله‌ی تصادفیدن یعنی انتخاب مدل خطای اندازه‌گیری (مدل (۱)) و طرح نمونه‌گیری مورد نظر، رابطه (۲) را می‌توان به صورت زیر نوشت

$$MSD = E(X - Y)^2 = E_S(E_M(X - Y)^2) \quad (3)$$

که در آن اندیس  $M$ ، مدل خطای اندازه‌گیری و اندیس  $S$ ، طرح نمونه‌گیری را نشان می‌دهد. در ادامه از این رابطه در تعیین میزان درستی و دقت نتایج حاصل از آمارگیری‌ها استفاده می‌شود.

معمولاً در آمارگیری‌ها مفاهیمی مانند کیفیت، درستی، دقت و ... در رابطه با آماره‌های حاصل از آمارگیری (به‌منظور برآورد پارامترهای مورد نظر در جامعه) مطرح می‌شود. لذا مفهوم توافق را برای میانگین (مجموع و دیگر آماره‌های خطی نسبت به مشاهدات) بررسی می‌کنیم.

با قرار دادن فرضیاتی بر مدل (۱)، از جمله متعادل بودن داده‌ها در تمامی سطوح (یعنی  $J_i = J$ ،  $K_{ij} = K$ ،  $L_{ijk} = L$  و  $S_{ijkl} = S$ ) و  $R_{ijkl} \sim N(0, \sigma_R^2)$ ،  $D_{ijkl} \sim N(0, \sigma_D^2)$  و برای اثرهای ثابت  $A$ ،  $B$  و  $C$  فرض می‌شود

$$\sum_{i=1}^I A_i = 0, \quad \sum_{j=1}^J B_{ij} = 0, \quad i = 1, \dots, I,$$

$$\sum_k C_{ijk} = 0, \quad i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J$$

در این صورت واضح است که مشاهدات در مدل (۱) برای برآورد مقادیر واقعی مربوط، اریب هستند و میزان اریبی برابر با

این صورت در برآورد پارامتر و در نتیجه استنباط‌های مبتنی بر این برآوردها اشکال ایجاد می‌شود. خطای مشخص‌سازی می‌تواند در اثر ارتباط ضعیف بین محقق، تحلیل‌گر داده‌ها و طراح پرسش‌نامه ایجاد شود.

این خطا وقتی رخ می‌دهد که مفاهیم به‌طور اشتباه تعریف شوند یا غیر قابل اندازه‌گیری باشند، اهداف آمارگیری کاملاً مشخص نباشند، یا داده‌های گردآوری شده منطبق با مفاهیم و متغیرهای هدف نباشند.

گراوز (۲۰۰۴) به بررسی خطاهای غیرنمونه‌گیری در آمارگیری‌ها پرداخته است [۷].

حال به بررسی معیارهای گوناگون توافق در زمینه‌ی آمارگیری‌ها و ارایه‌ی این معیارها بر اساس مدل خطای اندازه‌گیری (۱) پرداخته می‌شود. هم‌چنین نحوه‌ی محاسبه‌ی توافق و برآورد معیارهای توافق در آمارگیری‌ها در عمل ارایه می‌شود.

## ۱.۲ میانگین توان‌های دوم انحرافات

به‌عنوان معیاری برای تعیین میزان توافق بین دو مجموعه از داده‌های  $X$  و  $Y$  می‌توان از میانگین توان‌های دوم انحرافات استفاده کرد که به صورت زیر تعریف می‌شود

$$MSD = E(X - Y)^2 \quad (2)$$

$$= (\mu_Y - \mu_X)^2 + \sigma_X^2 + \sigma_Y^2 - 2\sigma_{XY}$$

بدیهی است هر قدر مقدار  $MSD$  کوچکتر باشد، نشان‌دهنده‌ی توافق بیشتر بین مجموعه داده‌های  $X$  و  $Y$  است.

با نمایش مجموعه‌ی مقادیر واقعی ( $\mu$ ) در مدل (۱) با  $X$ ، و مقادیر مشاهدات مربوط به همان فرد (در جامعه) با  $Y$ ، رابطه (۲) را می‌توان میانگین توان‌های دوم خطای اندازه‌گیری تعریف کرد. بدیهی است جمله‌ی اول رابطه (۲)، مجذور

آمارگیری واریبی برآورد شود. در این حالت مفهوم توافق بین میانگین مشاهدات و میانگین مقادیر واقعی با تعیین میزان درستی تحت تابع زیان میانگین توان‌های دوم خطا و براساس مدل خطای اندازه‌گیری مورد نظر معادل است.

به‌طور کلی تعیین میزان اریبی به دلیل در دسترس نبودن مقادیر واقعی مشکل است. در صورت نااریب بودن اندازه‌گیری‌ها کافی است واریانس کل محاسبه شود. از طرفی واریانس کل رابطه‌ی عکس با میزان دقت در آمارگیری‌ها دارد. لذا بررسی دقت در آمارگیری‌ها مورد توجه خاصی قرار دارد. در این مقاله تعیین دقت و درستی نتایج آمارگیری را مورد توجه قرار داده و براساس این مفاهیم، ملاک‌هایی برای تعیین میزان توافق در آمارگیری‌ها ارائه شده است.

## ۲.۲ ضریب همبستگی تطبیقی

بدیهی است معیار کمترین توان‌های دوم انحرافات ( $MSD$ ) همواره نامنفی است، اما محدودیتی در بین مقادیر مثبت ندارد. لذا مقدار آن نمی‌تواند نشان‌دهنده‌ی میزان توافق بین دو مجموعه از مشاهدات باشد. معیار دیگر برای توافق براساس ضریب همبستگی تطبیقی است و به‌صورت زیر تعریف می‌شود [۹]

$$\rho_c = 1 - \frac{MSD}{MSD|\rho=0} = \frac{2\sigma_{XY}}{(\mu_Y - \mu_X)^2 + \sigma_X^2 + \sigma_Y^2} \quad (4)$$

حسن این معیار قرار گرفتن مقادیر ممکن آن در فاصله ۱- تا ۱ است که مقدار ۱ نشان‌دهنده‌ی توافق کامل و هم‌جهت ( $Y = X$ )، مقدار ۱- توافق کامل اما در خلاف جهت ( $Y = -X$ ) و مقدار صفر آن بیان‌گر عدم توافق است. برآورد  $\rho_c$  در رابطه‌ی (۴) با قرار دادن برآوردهای نمونه‌ای واریانس و کوواریانس محاسبه می‌شود.

به‌منظور به‌کارگیری این معیار در آمارگیری‌ها آن را برای میانگین محاسبه می‌کنیم. در این صورت فرض می‌شود که  $\bar{X}$  و

مجموع اثرهای ثابت مدل است (یعنی  $bias = A + B + C$ ) و می‌توان رابطه (۲) را برای برآوردگر میانگین به‌صورت زیر نوشت

$$\begin{aligned} E_M(\bar{e})^2 &= \bar{A}^2 + \bar{B}^2 + \bar{C}^2 + \bar{A}\bar{B} + \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{C} \\ &+ \frac{(\frac{1}{S} + (IJK - 1)(S - 1))}{N} \sigma_D^2 + \frac{\sigma_R^2}{N} \\ &= (bias)^2 \\ &+ \frac{(\frac{1}{S} + (IJK - 1)(S - 1))}{N} \sigma_D^2 + \sigma_R^2 \end{aligned}$$

جمله‌ی دوم عبارت سمت راست رابطه فوق همان واریانس برآوردگر میانگین تحت مدل (۱) است. هم‌چنین

$$\begin{aligned} Var(\bar{y}) &= E_S(Var_M(\bar{y})) + Var_S(E_M(\bar{y})) \\ &= \frac{(\frac{1}{S} + (IJK - 1)(S - 1))}{N} \sigma_D^2 \\ &+ \frac{\sigma_R^2}{N} + Var_S(\bar{\mu}) \end{aligned}$$

چنان‌که ملاحظه می‌شود، جمله‌ی اول سمت راست رابطه‌ی بالا واریانس  $\bar{e}$  تحت مدل خطای اندازه‌گیری یا واریانس اندازه‌گیری و جمله‌ی دوم، واریانس نمونه‌گیری  $\bar{y}$  است.

خطای اندازه‌گیری تفاوت بین مقدار مشاهده شده و مقدار واقعی تعریف می‌شود، به‌همین دلیل می‌توان آن را تنها خطای غیرقابل اجتناب در بین خطاهای غیرنمونه‌گیری دانست. زیرا تحت فرضیاتی یعنی داشتن چارچوب مناسب، قابل اغماض نمودن مقدار بی‌پاسخی با به‌کارگیری روش‌های جایگزینی، مراجعه‌ی مکرر و ...، و هم‌چنین حذف خطای پردازش داده‌ها (با توجه به پیشرفت فناوری) امکان‌پذیر است. لذا با این فرضیات، رابطه‌ی بالا بیان می‌کند که واریانس کل آمارگیری برآوردگر میانگین برابر با مجموع واریانس‌های نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری است. بنابراین اگر خطای کل آمارگیری (را که رابطه‌ی عکس با میزان درستی دارد) با معیار کمترین توان‌های دوم خطا تعریف کنیم، بنا بر رابطه (۳) لازم است واریانس کل

### ۳.۲ احتمال پوشش

معیار دیگر برای توافق را می‌توان بر مبنای احتمال پوشش تعریف کرد. این احتمال برای مجموعه داده‌های  $X$  و  $Y$ ، با فرض  $d = Y - X$  به صورت زیر تعریف می‌شود

$$\pi_K = P(d < K) \quad (۷)$$

در صورتی که احتمال پوشش برای ارزیابی توافق در آمارگیری‌ها استفاده شود، آن را می‌توان جهت تعیین میزان اطمینان به قرار گرفتن تفاوت برآوردگر حاصل از مشاهدات با مقدار حاصل از مقادیر واقعی در بازه‌ی مورد نظر به کار برد. بدیهی است هر قدر این احتمال به یک نزدیک‌تر باشد، توافق بیشتر در روش (یا خطای اندازه‌گیری کمتر) را بیان می‌کند.

با به کارگیری احتمال پوشش برای برآوردگر میانگین ملاحظه می‌شود که با فرض نرمال بودن اثرهای تصادفی در مدل تحلیل واریانس (۱)، توزیع برآوردگر میانگین نمونه‌ای نرمال است. از طرف دیگر بدون در نظر گرفتن این فرضیات نیز با توجه آن که معمولاً اندازه‌ی نمونه در آمارگیری‌ها به قدر کافی بزرگ در نظر گرفته می‌شود، توزیع نرمال (به‌طور مجانبی) برای میانگین برقرار است و از آن برای محاسبه‌ی احتمال پوشش استفاده

می‌کنیم. در این صورت

$$\begin{aligned} \pi_K &= P(|d = \bar{X} - \bar{Y}| < K) \\ &= P\left(\left|\frac{d - E(d)}{\sigma_d}\right| < \frac{K - E(d)}{\sigma_d}\right) \\ &= P\left(Z < \frac{K - E(d)}{\sigma_d}\right) - P\left(Z < \frac{-K - E(d)}{\sigma_d}\right) \end{aligned}$$

با در نظر گرفتن مدل (۱) و طرح نمونه‌گیری به کار گرفته شده می‌توان از احتمال پوشش برای ارزیابی توافق بین دو مجموعه از داده‌ها در آمارگیری‌ها استفاده کرد.

در صورتی که مجموعه  $X$  مقادیر واقعی صفت مورد نظر را نشان دهد،  $d$  نشان‌دهنده‌ی خطای اندازه‌گیری است و امید و واریانس آن عبارت‌اند از

$$E(d) = 0,$$

$\bar{Y}$  میانگین نمونه‌ای مشاهدات حاصل از در روش باشد و  $\rho_c$  عبارت است از

$$\rho_c = \frac{2\sigma_{\bar{X}\bar{Y}}}{(\mu_{\bar{Y}} - \mu_{\bar{X}})^2 + \sigma_{\bar{X}}^2 + \sigma_{\bar{Y}}^2} \quad (۵)$$

تعبیر مقادیر در رابطه (۵) مانند رابطه (۴) است.

با محاسبه‌ی معیار ضریب همبستگی تطبیقی برای نتایج حاصل از آمارگیری‌ها و براساس مدل خطای اندازه‌گیری (۱) رابطه‌ی زیر حاصل می‌شود

$$\rho_c = 1 - \frac{Var_M(\bar{y})}{Var_M(\bar{y}) + 2Var_S(\bar{y})} \quad (۶)$$

که در آن  $Var_M$  واریانس اندازه‌گیری و  $Var_S$  واریانس نمونه‌گیری است. چنان‌که در بخش قبل ذکر شد، واریانس نمونه‌گیری با توجه به برآوردگر و طرح نمونه‌گیری قابل محاسبه است. برای برآورد واریانس اندازه‌گیری می‌توان از مدل (۱) استفاده کرد. در مرجع [۱] به برآوردیابی مولفه‌های مدل (۱) پرداخته شده است.

اگر در رابطه (۶)،  $\rho_c = 1$  باشد به معنای توافق کامل یعنی عدم وجود خطای اندازه‌گیری است. در صورتی که  $\rho_c = 0$  باشد به معنای عدم توافق مشاهدات با مقادیر واقعی، یعنی خطای اندازه‌گیری زیاد (در مقایسه با خطای نمونه‌گیری) است. بدیهی است با در نظر گرفتن مدل (۱) مقدار  $\rho_c$  همواره بین صفر و یک است.

روابط (۵) و (۶) می‌تواند برای ارزیابی نتایج آمارگیری‌ها در مواقعی که مقادیر واقعی از منبعی مستقل موجود باشند و به منظور بررسی کیفیت اجرای آمارگیری‌ها و هم‌چنین تعیین عمل‌کرد شیوه‌های اجرای آمارگیری‌ها و برآورد میزان توافق بین این شیوه‌ها به کار رود.

به‌طور کلی از نتایج حاصل در این بخش و بخش‌های قبل مقاله می‌توان در برآورد توافق در آمارگیری‌ها استفاده کرد. به‌عبارت دیگر، با به‌کارگیری روابط فوق می‌توان میزان توافق بین داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها و مقادیر واقعی و لذا درستی داده‌های آمارگیری را تعیین کرد.

### ۳ نتیجه‌گیری

تعیین کیفیت داده‌ها در آمارگیری‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. درستی یکی از مهم‌ترین مولفه‌ها در ارتباط با کیفیت داده‌ها است. خطای اندازه‌گیری بخشی اساسی از خطاهای غیرنمونه‌گیری است و مدل‌سازی آن برای برآورد درستی و دقت برآوردهای حاصل از آمارگیری‌ها به‌کار می‌رود. در این مقاله مفهوم توافق در زمینه‌ی آمارگیری‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. این مفهوم عموماً در سایر زمینه‌ها به‌کار می‌رود. هم‌چنین معیارهایی برای ارزیابی درستی داده‌های حاصل از آمارگیری‌ها به شیوه‌ی مصاحبه‌ی حضوری ارائه شده است. این معیارها بر اساس کمترین توان‌های دوم انحرافات، ضریب همبستگی تطبیقی و احتمال پوشش محاسبه شده‌اند.

از نتایج و معیارهای ارائه شده در این مقاله می‌توان در ارزیابی نتایج آمارگیری‌ها استفاده کرد. به‌کارگیری این نتایج به‌منظور تعیین توافق بین مشاهدات با مقادیر واقعی یا به‌عبارت‌ی درستی داده‌های آمارگیری پیشنهاد می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Var}(d) &= \text{Var}_M(\bar{Y}) \\ &= \frac{(1/S + (IJK - 1)(S - 1))}{N} \sigma_D^2 + \frac{\sigma_R^2}{N} \end{aligned}$$

لذا همان واریانس اندازه‌گیری است که بر حسب مولفه‌های واریانس مدل (۱) قابل برآورد است. برای برآورد این مولفه‌ها و در نتیجه برآورد احتمال پوشش می‌توان از مرجع [۱] استفاده کرد [بديهی است مقدار برآورد احتمال پوشش  $(\hat{\pi}_K)$  همواره بین صفر و یک قرار دارد، بنابراین می‌توان از تابع لوجیت آن برای استنباط در مورد آن استفاده کرد. با تعریف  $L = \frac{\pi_K}{1-\pi_K}$  می‌توان نشان داد که امید مجانبی آن برابر  $\frac{\pi_K}{1-\pi_K}$  حاصل می‌شود].

از طرف دیگر با داشتن احتمال  $\pi_K$  در رابطه (۷) می‌توان مقدار  $K$  را به‌صورت زیر به‌دست آورد

$$\pi_K = P(d < K) = P(d^2 < K^2)$$

با توجه به فرض نرمال بودن توزیع مشاهدات،  $d^2$  دارای توزیع کای-دوی غیرمرکزی با یک درجه آزادی و پارامتر غیرمرکزی  $\frac{\mu_d^2}{\sigma_d^2}$  است، بنابراین مقدار  $K$  به‌صورت زیر حاصل می‌شود

$$K = \sqrt{\chi^2_{(-1)}[\pi, 1, \frac{\mu_d^2}{\sigma_d^2}]} \quad (۸)$$

با فرض معلوم بودن  $\pi_K$  می‌توان با تعیین  $K$ ، یک فاصله‌ی اطمینان  $\pi_K$  درصدی برای مقدار خطای  $d$  به‌دست آورد. لذا از مفهوم احتمال پوشش می‌توان به هر دو صورت، بر حسب مورد استفاده کرد.

### مراجع

- [۱] علی‌محمدی، ر. (۱۳۸۶)، آماره‌های آزمون و برآورد مولفه‌های واریانس مدل خطای پاسخ در آمارگیری‌های حضوری، مجله علوم دانشگاه شهید چمران، شماره ۱۸، ۴۵-۳۵.
- [۲] علی‌محمدی، ر. و نواب‌پور، ح.ر. (۱۳۸۷)، مدل‌سازی خطای پاسخ در آمارگیری‌ها به شیوه‌ی مصاحبه‌ی حضوری، مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان، ۳۳، ۴: ۱-۱۴.

- 
- [3] AYHAN, H.O. (2003), *Models of response error components in supervised interview-reinterview surveys*, J. Applied Statistics, 3, 9: 1047-1054.
- [4] BIEMER, P. AND FECOSO, R. (1995), *Evaluating and controlling measurement error in business*, In: *Cox, G.B., Business Survey Methods*, Wiley, New York.
- [5] BIEMER, P. AND LYBERG, L.E. (2003), *Introduction to Survey Quality*, Wiley, New York.
- [6] BIEMER, P.P. AND TREWIN, D. (1997), *A review of measurement error effects on the analysis of survey data*, In: *Survey Measurement and Process Quality*, Edited by L. Lyberg, P. Biemer, Wiley, N.Y.
- [7] GROVES, R.M. (2004), *Survey Errors and Survey Costs*, Wiley, N.Y.
- [8] KISH, L. (1962), *Studies of interviewer variance for attitudinal variables*, J. American Statistical Association, 57: 92-115.
- [9] LIN, L., HEDAYAT, A.S. AND YANG, M. (2002), *Statistical Methods in Assessing Agreement: Models, Issues and Tools*, American Statistical Association, 97, 457, Theory and Methods.
- [10] Sudaan, Release 8, Research Triangle Institute (RTI), USA.
- [11] WOLTER, K.M., (2007), *Introduction to Variance Estimation*, New York: Springer-Verlag.