تعدیل[۱] نتایج سرشماری با استفاده از آمارگیری نمونه‌ای:

بررسی مؤلفه‌های کلیدی تعدیل

آرمان بیداربخت‌نیا[۲]

چکیده

برای بررسی میزان درستی[۳] سرشماری عمومی نفوس و مسکن و همچنین براورد خطاهایی که در جریان عملیات سرشماری ممکن است رخ دهد، بلافاصله پس از سرشماری، یک بررسی نمونه‌ای تحت عنوان بازشماری[۴] طراحی و اجرا می‌شود. اما چگونگی به کارگیری نتایج حاصل از بازشماری از مسائل بسیار مهمی است که نیاز به بررسی دقیق دارد." آیا می‌توان با استفاده از نتایج بازشماری و براورد خطاهای پوشش، نتایج سرشماری را تعدیل نمود؟"، این سؤالی است که اتفاق نظر در پاسخ‌گویی به آن مستلزم بررسی مؤلفه‌های کلیدی تعدیل و همچنین

---

[۱] *Adjustment*

[۲] کارشناس دفتر تهیه طرحهای فنی و چارچوبهای آماری مرکز آمار ایران

[۳] *Accuracy*

[۴] *Post – Enumeration (PE)*

خطاهایی است که در جریان تعدیل رخ می‌دهد. لذا در این مقاله به معرفی تابع زیان[۱] به عنوان معیاری برای تعیین میزان درستی نتایج، خطاهایی که موجب اریبی در نتایج تعدیل شده می‌شوند (اریبی همبستگی، ناهمگنی و ...)، و مهم‌تر از همه به معرفی یک براوردگر برای تعدیل نتایج سرشماری به نام براوردگر سیستم دوگان[۲] می‌پردازیم که این براوردگر یک مدل احتمالی برای تعدیل نتایج سرشماری به کار می‌برد.

کلید واژه: تعدیل، بازشماری، درستی، اریبی همبستگی، ناهمگنی، براوردگر سیستم دوگان، E - نمونه، P – نمونه، خالص کم‌شماری[۳]، تابع زیان، فاکتور تصحیح پوشش[۴]

مقدمه

سرشماری نفوس و مسکن به عنوان بزرگ‌ترین عملیات جمع‌آوری اطلاعات در هر کشوری به دلیل وسعت کار و همچنین اهمیت نتایج آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. به طوری که، معمول است برای بررسی میزان درستی سرشماری نفوس و مسکن و همچنین براورد خطاهایی که در جریان عملیات سرشماری ممکن است رخ دهد، بلافاصله پس از سرشماری، یک آمارگیری نمونه‌ای تحت عنوان بازشماری، طراحی و اجرا شود. به این ترتیب که نمونه‌ای از کل خانوارهای جامعه با استفاده از فهرست آدرس‌های سرشماری انتخاب می‌شود و پس از جمع‌آوری اطلاعات و مقایسه آن‌ها با اطلاعات مربوط به همان خانوارها در سرشماری، درستی نتایج سرشماری مورد بررسی قرار می‌گیرد. اما چگونگی به کارگیری نتایج حاصل از بازشماری از مسائلی است که امروزه ذهن بیشتر آمارشناسان حوزه‌ی سرشماری را به خود مشغول کرده است. عده‌ای معتقدند که با استفاده از نتایج بازشماری و براورد خطاهای پوشش می‌توان نتایج سرشماری را تعدیل نمود و برخی دیگر به دلیل خطاهای نمونه‌گیری و غیرنمونه‌گیری

---

۱ *loss function*

۲ *dual system estimator (DSE)*

۳ *net undercount*

۴ *coverage correction factor(CCF)*

که در بازشماری امکان وقوع دارند، با تعدیل نتایج سرشماری بر اساس نمونه‌ی بازشماری مخالف هستند. حال با توجه به جنبه‌های گوناگون این بحث، توافق همه جانبه بین آمارشناسان در مورد تعدیل محل سؤال است و این که چه مشکلاتی بر سر راه این توافق قرار دارد. برای روشن شدن این مطلب لازم است که برخی مؤلفه‌های کلیدی و همچنین خطاهایی که در مورد تعدیل وجود دارند را مورد بررسی قرار دهیم.

مؤلفه‌هایی که برای پاسخ‌گویی به سؤال "تعدیل یا عدم تعدیل؟" بیش از هر چیز نیاز به بررسی دارند، عبارتند از: درستی، سطوح مناسب برای تجزیه و تحلیل، روش مناسب برای تعدیل و ... که به بررسی برخی از این مؤلفه‌ها می‌پردازیم.

درستی

درستی یک براوردگر به این اشاره دارد که مقدار براورد به طور متوسط چقدر از مقدار واقعی پارامتر مورد اندازه‌گیری فاصله دارد. تعدیل در صورتی به کار می‌رود که نتایج حاصل از بازشماری، درستی بیشتری نسبت به نتایج سرشماری داشته باشند. توابع زیان می‌توانند مقادیر عددی از درستی فراهم کنند. لذا برای دست‌یابی به بالاترین میزان درستی باید زیان مورد انتظار به حداقل ممکن کاهش یابد. درستی تعدیل توسط گونه‌های مختلفی از خطا تحت تأثیر قرار می‌گیرد که تنها برخی از این خطاها، قابل چشم‌پوشی است. لذا برای این که بدانیم آیا تعدیل باعث افزایش میزان درستی می‌شود یا خیر، ملاحظه‌ی خطای خالص از ضرورت ویژه‌ای برخوردار است. این روش را تحلیل خطای کل[1] (مارلی و اسپنسر ۱۹۸۸و۱۹۹۱) گوییم.

فرض کنیم X و θ بردارهایی باشند که i امین مؤلفه‌ی آن‌ها X_i و θ_i است، که عبارت از مقدار براورد و مقدار هدف برای واحد i ام و $1 \le i \le n$ است. تابع زیان $L(X,\theta)$ را به عنوان یک مقدار برای خطای مربوط به X، که براوردی از θ می‌باشد به کار می‌بریم، گوییم X نسبت به Y درستی بیشتری دارد اگر مقدار مورد انتظار $L(X,\theta)$ کمتر از مقدار مورد انتظار $L(Y,\theta)$ باشد. همچنین مقدار مورد انتظار

---

[1] *Total Error Analysis*

تابع زیان، یا "ریسک" آن را به عنوان یک مقدار اندازه‌پذیر برای نادرست بودن یک آماره به کار می‌بریم.

چند نمونه از توابع زیان عبارتند از:

$$L(X,\theta)=\sum_{i=1}^{n}(X_i-\theta_i)^2\ ,\quad L(X,\theta)=\sum_{i=1}^{n}|X_i-\theta_i|$$

$$,\quad L(X,\theta)=\sum_{i=1}^{n}W_i(X_i-\theta_i)^2$$

که W_i وزن واحد i ام می باشد.

هدف از تحلیل تابع زیان، مقایسه‌ی زیان حاصل از کاربرد نتایج سرشماری و نتایج تعدیل شده بر اساس بازشماری در هر منطقه‌ی جغرافیایی است و از آن جا که وزن مناطق و زیربخش‌های جمعیتی مختلف، متفاوت است، بررسی درستی توزیعی[1] و درستی زیر بخش‌های جمعیتی، به جای کل جمعیت، هدف مناسب‌تری می‌باشد.

با توجه به این که مؤلفه‌های متعددی از خطا (مثل اریبی همبستگی، خطای جور کردن و ...)، درستی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و هر کدام آثار مختلفی دارند، لذا تعیین یک تابع زیان واحد که برای ارزیابی کل آثار حاصل از یک خطا در ارقام سرشماری مناسب باشد، غیرممکن است. هر نوع استفاده‌ای از ارقام سرشماری ممکن است اثر متفاوتی در مؤلفه‌های مختلف زیان داشته باشد. همچنین باید قبول کرد که هیچ روش تعدیلی نمی‌تواند کاهش همزمان تمامی خطاهای سرشماری در یک منطقه‌ی جغرافیایی را تضمین کند.

کاهش خطای کل در مورد افراد مناسب‌تر از کاهش آن در منطقه جغرافیایی است، پس زیان کل منتسب به یک منطقه باید جمعیت آن منطقه را منعکس کند. لذا در استفاده از تابع زیان برای سنجش خطای کل، قلمروهای متفاوت باید وزن متفاوت داشته باشند، برای مثال عنوان کردن مقدار کل درآمدهای یا هزینه‌های یک قلمرو سیاسی بدون توجه به جمعیت آن گمراه کننده خواهد بود.

---

[1] *Distributional Accuracy*

سطوح مناسب برای تجزیه و تحلیل

همان‌گونه که براوردهای مبتنی بر نمونه‌ی بازشماری در کشورهای مختلف نیز نشان داده است، نرخ کم‌شماری[۱] در زیر گروه‌های متفاوت جمعیتی با یکدیگر فرق می‌کند. لذا پس از مسئله انتخاب تابع زیان مناسب، سطح جغرافیایی و یا زیر گروه جمعیتی که تابع زیان برای آن به کار می‌رود بسیار حائز اهمیت است. زیرا ممکن است یک زیر گروه جمعیتی در منطقه‌ای که تابع زیان به کار می‌رود نسبت قابل توجهی از جمعیت را به خود اختصاص دهد، در حالی که آن منطقه سهم کمی در نمونه‌ی بازشماری داشته باشد. در این صورت براورد نرخ کم‌شماری افراد با این ویژگی خاص در این منطقه گمراه کننده است. لذا پیشنهاد شده است که در مورد این نواحی، افراد زیر گروه را با افراد عضو همین زیر گروه در مناطق دیگر ادغام کنند.

روش‌مناسب برای تعدیل

روش‌هایی که با استفاده از اطلاعات کمکی حجم جامعه را براورد می‌کنند، خود منابعی برای تولید خطا هستند. لذا توجه به این خطاها و همچنین اندازه‌گیری آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چهار روش اصلی که برای براورد خطای پوشش سرشماری و در نتیجه تعدیل نتایج سرشماری مورد استفاده قرار می‌گیرد، عبارتند از: مقابله‌ی ثبت اداری(ARM)[۲] کنترل ثبت معکوس(RRC)[۳]، تحلیل جمعیت شناختی(DA)[۴] و نمونه‌گیری بازشماری(PES)[۵]. روش مورد نظر در این مقاله روش PES می‌باشد که با

---

۱ *Undercount*

۲ *Administrative Record Matching*

۳ *Reverse Record Check*

۴ *Demographic Analysis*

۵ *Post Enumeration Survey*

استفاده از براوردگر سیستم دوگان(DSE)[1] به کمک دو نمونه‌ی مجزا (E – نمونه و P - نمونه) براوردهایی از حجم جامعه و میزان پوشش سرشماری ارائه می‌کند. اما در صورتی می‌توان از این براوردگر استفاده نمود که نسبت به نتایج سرشماری درستی بیشتری داشته باشد. لذا پس از معرفی این براوردگر به خطاهای حاصل از آن می‌پردازیم:

براوردگر سیستم دوگان

این براوردگر به منظور براورد کردن میزان پوشش در سرشماری با استفاده از نمونه‌گیری محاسبه می‌شود. مدل براوردگر سیستم دوگان (که در هر پس طبقه به کار می‌رود) هر فرد را از نظر احتمال حضور یا نبودن وی در سرشماری، بازشماری و یا در هر دو سیستم بررسی می‌کند. لذا یک مدل احتمالی است که در هر پس‌طبقه به منظور محاسبه‌ی فاکتور تصحیح پوشش[2] برای آن پس‌طبقه بدست می‌آید. جدول زیر را در نظر بگیرید:

		سرشماری: بلی	سرشماری: خیر	کل
بازشماری	بلی	N_{11}	N_{12}	N_{1+}
	خیر	N_{21}	N_{22}	N_{2+}
	کل	N_{+1}	N_{+2}	N_{++}

[1] *Dual System Estimator*

[2] *Coverage Correction Factor(CCF)*

تمامی خانه‌های جدول بجز N_{22} و هر یک از خانه‌های حاشیه‌ای که شامل N_{22} باشند (N_{2+} و N_{+2} و N_{1+}) قابل مشاهده هستند. در این مدل فرض شده است که بین سرشماری و بازشماری استقلال وجود دارد. به این مفهوم که احتمال بودن یک فرد در خانه‌ی ij ام جدول،یعنی p_{ij}، حاصل‌ضرب احتمال‌های حاشیه‌ای($p_{i+}p_{+j}$) است. براورد کل جمعیت در یک پس طبقه با فرض استقلال عبارت است از:

$$DSE = N_{++} = \frac{N_{+1}N_{1+}}{N_{11}}$$

ولی در عمل ممکن است به دلیل وجود همبستگی میان سرشماری و بازشماری و یا ناهمگنی در احتمال‌های گیر[1] درون یک پس طبقه، فرض استقلال درست نباشد. رابطه‌ی فوق را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$DSE = N_{+1}(\frac{N_{1+}}{N_{11}})$$

که عبارتست از حاصل‌ضرب مقدار کل جمعیت براورد شده از تعداد گیرها در سرشماری (N_{+1}) و نسبت گیرها در بازشماری به گیرها در هر دو سیستم ($\frac{N_{1+}}{N_{11}}$). قابل توجه است که N_{+1} با مقدار شمارش حاصل از سرشماری (C) تفاوت دارد. مقدار C باید برای اضافه شماری‌ها و همچنین افراد شمرده شده در سرشماری که اطلاعات کامل برای انجام مقابله در بازشماری ندارند، تصحیح شود. برای بدست آوردن براورد واقعی تعداد افرادی که در سرشماری به درستی شمرده شده‌اند، نمونه‌ای از افرادی که در فرم سرشماری به دو سئوال یا بیشتر به طورکامل پاسخ داده‌اند[2] (DD)، به نام E– نمونه، انتخاب می‌شود. همچنین برای براورد نسبت افرادی که فقط در مصاحبه‌ی بازشماری حضور داشته‌اند به افرادی که در هر دو سیستم حضورداشته‌اند، نمونه‌ای از افرادی که در مصاحبه‌ی بازشماری شرکت داشته اند،P – نمونه، انتخاب می‌شود. لذا فرم کلی

---

[1] *Capture Probabilities*

[2] *Data Defined Persons*

براوردگر سیستم دوگان که برای محاسبه‌ی معیار سنجش پوشش در سرشماری به کار می‌رود، عبارت است:

$$\hat{DSE} = DD \times \frac{CE}{N_e} \times \frac{N_p}{M}$$

مؤلفه‌های رابطه‌ی فوق:

DD: تعداد افرادی که برای ۱۰۰٪ سئوال‌های فرم سرشماری به دو سؤال یا بیشتر پاسخ داده‌اند و برای انجام عمل مقابله در بازشماری واجد شرایط و در دسترس هستند.

CE: تعداد شمارش‌های صحیح براورد شده از E – نمونه

N_e: تعداد افراد براورد شده از E – نمونه

N_p: جمعیت کل براورد شده از P - نمونه

M : براورد تعداد افراد جمعیت P – نمونه که با سرشماری انطباق داشته اند.

توجه:

از آن جا که براوردگر سیستم دوگان بر مبنای یک مدل احتمالی است، همه‌ی مولفه‌های آن، بجزDD ، به وسیله احتمال‌های شمارش صحیح، انطباق، ساکن بودن فرد در دو سیستم و همچنین با توجه به مشخصه‌های سکونت هر فرد درP – نمونه (نوع جابجایی محل سکونت فرد در فاصله‌ی زمانی بین دو سیستم) براورد می‌شوند. که در نهایت منجر به محاسبه‌ی $\hat{DSE}$ برای هر پس طبقه می‌شود.

پس از محاسبه‌ی براوردگر سیستم دوگان، فاکتور تصحیح پوشش(CCF) برای هر پس طبقه به شکل زیر به دست می‌آید:

$$CCF = \frac{DSE}{C}$$

C: جمعیت حاصل از سرشماری

با استفاده از فاکتور تصحیح پوشش می‌توان مقدار خالص کم شماری جمعیت برای هر پس طبقه در سرشماری را به دست آورد.

مؤلفه‌های خطا در DSE

در حین عملیات سرشماری و بازشماری و همچنین به کارگیری نتایج حاصل از این دو برای دستیابی به مقادیر درست جمعیت، منابع مختلفی برای بروز خطا موجود است. تغییرپذیری به دلیل نمونه‌گیری، فرضیه‌های ناقص برای مدل‌های آماری (مثل آنچه که باعث اریبی همبستگی[۱] می‌شود)، جور کردن[۲] نادرست اطلاعات سرشماری و بازشماری و ... از جمله منابعی هستند که موجب بروز گونه‌های متنوعی از خطا می‌شوند. از انواع این خطاها می‌توان اریبی مدل (اریبی همبستگی)، خطای جور کردن، خطای آدرس گزارش شده در سرشماری، خطای مربوط به جمع‌آوری داده‌های نمونه، ناهمگنی[۳]، داده‌های گمشده، خطای نمونه‌گیری و اریبی براوردگر نسبتی[۴] را نام برد.

در ادامه به بررسی سه نوع خطای عمده که از اهمیت بیشتری برخوردار است می‌پردازیم.

● **اریبی مدل (اریبی همبستگی)**

تفاوت بین افراد از قلم افتاده در سرشماری و افرادی که به آن‌ها دست یافته‌ایم، از لحاظ متوسط نرخ پاسخ در بازشماری، منجر به اریبی همبستگی می‌شود. به عبارت دیگر اگر احتمال شمارش افراد درون یک پس طبقه با یکدیگر متفاوت باشد و یا بین شمارش در سرشماری و بازشماری همبستگی وجود داشته باشد، شاهد این نوع اریبی

---

۱ *Correlation Bias*

۲ *Matching*

۳ *Heterogeneity*

۴ *Ratio Estimation Bias*

خواهیم بود. در جدولی که پیش‌تر ارائه شد، وابستگی بین خانه‌های جدول، اریبی همبستگی ایجاد می‌کند.

برای مثال، اگر گروه شمارش شده در سرشماری، شباهت زیادی به افراد شمارش شده در بازشماری داشته باشند، مقدار DSE به طور خودکار کوچک می‌شود. لذا اریبی همبستگی حاصل از تفاوت رفتاری در گروه‌های متفاوت جمعیتی است. در همان جدول اریبی همبستگی عبارتست از:

$$N_{++} - \frac{N_{+1}N_{1+}}{N_{11}}$$

لذا پس طبقه‌بندی، یا گروه‌بندی افراد به طوری که افراد درون هر گروه احتمال شمول یکسان داشته باشند و سپس محاسبه‌ی براوردگرهای سیستم دوگان درون پس طبقه‌ها به منظور کاهش این اریبی به کار می‌رود.

- **ناهمگنی**

اگر در تعدیل نتایج حاصل از سرشماری، نرخ کم‌شماری زیر گروه‌های جمعیتی در کل نواحی جغرافیایی ثابت فرض شود، برقرار نبودن این فرضیه را ناهمگنی گوییم. که به آن ناهمگنی جغرافیایی نیز گفته می‌شود. به بیان دیگر می‌توان گفت، ناهمگنی زمانی رخ می‌دهد که در سرشماری نرخ دستیابی به افراد در مناطق جغرافیایی مختلف با یکدیگر متفاوت باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تفاوت ناهمگنی با اریبی همبستگی

اریبی همبستگی به تفاوت رفتاری بین افراد از قلم افتاده و افراد شمرده شده برمی‌گردد. در حالی که ناهمگنی تفاوت رفتاری بین ساکنین نواحی جغرافیایی مختلف می‌باشد، لذا ممکن است که با وجود همگنی جغرافیایی، اریبی همبستگی اتفاق بیفتد و یا بالعکس. به هر حال تجربه نشان می‌دهد که ناهمگنی عموماً مشکلی اساسی است، که به طور

معنی‌داری کار تعدیل و یا مقایسه‌ی درستی ارقام تعدیل شده و تعدیل نشده را پیچیده می‌کند.

● اریبی براوردگر نسبتی

حتی تحت شرایط مطلوب نیز براوردگر DSE شامل نسبت‌هایی (و حاصل ضرب‌هایی) از آماره‌ها می‌شود. یعنی حتی اگر صورت و مخرج این براوردگر کسری نا اریب باشد، خود براوردگر نا اریب نخواهد بود.

● خطای جور کردن و خطاهای عملیاتی

خطاهای مربوط به پاسخگو و مصاحبه‌گر در جمع‌آوری اطلاعات مربوط به بازشماری، و همچنین خطاهایی که در پردازش داده‌ها بروز می‌کند، ممکن است که باعث ایجاد اریبی در براورد جمعیت حاصل از بازشماری و تعداد جور شده‌ها شود. اریبی در براورد جمعیت حاصل از سرشماری (براورد جمعیت افرادی که شانس جور شدن را داشته‌اند) نیز زمانی رخ می‌دهد که با وجود شمارش درست برخی از افراد در سرشماری، شمارش آن‌ها براساس براورد حاصل از نمونه‌ی بازشماری شده، اشتباه تشخیص داده شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که دیده شد در سرشماری، بازشماری و یا در جریان به کارگیری روش‌های تعدیل، منابع زیادی برای بروز خطا وجود دارد. و همچنین جزئیات بسیار پیچیده‌ای در جریان تعدیل، قابل ملاحظه است. از جمله‌ی اهم این منابع، فرضیات مدلی است که برای تعدیل به کار می‌بریم که بسیاری از آن‌ها با واقعیت امر ناسازگاری دارند. مثل فرضیه‌ی استقلال که در مورد براوردگر سیستم دوگان به کار می‌رود و در عمل عدم استقلال موجب اریبی همبستگی می‌شود. تجربه‌ی برخی کشورها نشان داده است که هر چند با توجه به مشکلات گوناگون، توافق همه جانبه بین آمارشناسان در مورد تعدیل، یک امر خوش‌بینانه است، اما با بررسی دقیق مؤلفه‌های اصلی تعدیل، منابع اساسی خطا و تجزیه و تحلیل آن‌ها، می‌توان مشکلاتی را که بر سر راه این توافق قرار گرفته است، کاهش داد. هر چند با استفاده از هیچ روشی نمی‌توان نتایج را به گونه‌ای تعدیل نمود که تمامی خطاهای موجود از بین برود، اما در صورتی که درستی نتایج تعدیل شده بیش از نتایج تعدیل نشده باشد، می‌توان از این روش برای تهیه‌ی براوردهای جمعیتی استفاده نمود. لذا مهم‌ترین عامل برای تصمیم‌گیری در مورد تعدیل، مقادیری است که به عنوان شاخص اندازه‌گیری درستی نتایج سرشماری ارائه می‌شود.

اعتبار داده‌های مؤثر در فرایند ارزیابی درستی و پوشش نتایج سرشماری، همساز بودن مقادیر کم‌شماری حاصل از ارزیابی درستی و پوشش نتایج سرشماری با الگوهای تاریخی کم‌شماری و تجزیه و تحلیل جمعیتی و همچنین بازنگری مقادیر کیفی در جریان عملیات بازشماری، همگی از موارد قابل توجه می‌باشند.

لذا پیش از تصمیم‌گیری، برای این که بدانیم تعدیل موجب بالا بردن میزان درستی نتایج سرشماری می‌شود یا نه، لازم است ناسازگاری‌ها و خطاهای احتمالی را کاملاً مورد بررسی قرار دهیم. همچنین حساسیت نتایج به این خطاها باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

برای مثال، تجربه‌ی کشور ایالات متحده آمریکا نشان داده است که پس از بررسی دقیق میزان درستی و پوشش سرشماری نفوس و مسکن سال ۲۰۰۰ هیچ‌گونه گواهی

برای برتری دادن به نتایج تعدیل شده از نظر درستی دیده نشده است. لذا در مورد آن کشور پیشنهاد کرده‌اند که فعلاً از نتایج تعدیل نشده استفاده کنند. هر چند بررسی‌های مربوط به میزان درستی و پوشش در زمینه‌ی کاهش خطاهای کمی و کیفی به آن‌ها کمک‌های زیادی کرده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع:

۱) Thomas R. Belin and John E. Rolph. (1994) ' Can We Reach Consensus on Census Adjustment?'. Statistical Science. Vol: 9

۲) D.A. Freedman , P.B. Stark and k. W. Wachter. 'A probability Model For Census Adjustment'. Mathematical population Studies. 31 July 2000

۳) Bill Peterson. 'To Adjust or Not to Adjust?'

۴) Us Census Monitoring Board Congressional Members's Report to Congress. 2001 , 1999.

۵) William G.Barron, Jr. 'Rccommendation on Adjustment of Census Counts'. March 1 , 2001.

۶) Mary H. Mulry and Bruce D. Spencer. 'Accuracy of the 1990 Census and Under Count Adjustments' Journal of American statistical Association, September 1993 VOL 88, NO. 423.

۷) Donna Kostanick, Thomas Mule, Accuracy and Coverage Evaluation: DecomPosition of Dual System Components' , February 28. 200