کاربرد فرایند تصادفی نرخ رشد جمعیت در پیش‌بینی احتمالی جمعیت

زهره فلاح‌محسن‌خانی[1] محمدرضا فریدروحانی[2]

چکیده

در پیش‌بینی جمعیت به روش ریاضی از رابطه‌ی $P_{t+n}=P_t\left(1+r\right)^n$ و یا $P_{t+n}=P_t e^{r.n}$ استفاده می‌شود. معمولاً r (نرخ رشد جمعیت) کمیتی ثابت و غیر تصادفی فرض می‌شود. در حالت کلی‌تر می‌توان برای پیش‌بینی جمعیت از رابطه $P_{t+n}=P_t\prod_{i=1}^{n}\left(1+r_{t+i}\right)$ استفاده کرد که در آن r_{t+i}ها کمیت‌هایی متغیر ولی غیر تصادفی‌اند که بر اساس رابطه‌ای ریاضی بین این نرخ‌ها می‌توان تمامی نرخ‌های رشد سالیانه‌ی جمعیت $\left(r_t, r_{t+1}, \ldots\ldots, r_{t+n}\right)$ را تعیین نمود. در این مطالعه جمعیت با نرخ های رشد تصادفی پیش‌بینی می شود.

روش بررسی: نرخ‌های رشد سالیانه‌ی جمعیت متغیرهایی تصادفی در نظر گرفته شده‌اند که بر اساس یک فرایند تصادفی به یکدیگر مرتبط هستند. مهم‌ترین ویژگی این شیوه آن است که می‌توان با لحاظ عامل عدم حتمیت در پیش‌بینی‌های جمعیتی، بازه‌های اطمینان تصادفی پیش‌بینی جمعیت را ساخت.

نتایج: با استفاده از این شیوه و داده‌های سرشماری ۱۳۷۵، پیش‌بینی‌های احتمالی جمعیت کل کشور را تا سال ۱۳۸۵ ارائه نموده‌ایم.

نتیجه گیری: با توجه به هم‌خوانی برآوردهای حاصل از پیش‌بینی احتمالی جمعیت با نتایج حاصل از سرشماری ۱۳۸۵ می توان این پیش‌بینی جمعیت را به عنوان یک پیش‌بینی معتبر و مناسب برای سال های بین دوسرشماری ارائه کرد.

واژگان کلیدی

فرایندتصادفی، فاصله اطمینان، متغیرتصادفی، نرخ رشد

۱ـ هیئت علمی پژوهشکده‌ی آمار

۲ ـ استادیار دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

یکی ازمهم‌ترین مشخصات پیش‌بینی‌های جمعیت، وجود عدم حتمیت در مؤلفه‌های مورد پیش‌بینی است، که جهت رفع این مشکل راه حل‌های متفاوتی از طرف جمعیت‌شناسان و آماردانان مورد توجه قرار گرفته است. جمعیت‌شناسان معمولاً به منظور لحاظ نمودن عدم حتمیت در پیش‌بینی‌های خود، اقدام به ارائه چندین سری مختلف پیش‌بینی از مؤلفه‌های مورد نظر می‌کنند. هر یک از این پیش‌بینی‌ها بر اساس مفروضاتی اساسی پایه‌ریزی می‌شود، به گونه‌ای که ترکیب این مفروضات نبایستی غیر محتمل باشد. به‌طور مثال در روش مؤلفه‌ای ـ نسلی نمی‌توان فرض نمود که امید زندگی در بدو تولد به ۷۰ سال رسیده و در همان سطح باقی می‌ماند و در همان حال میزان باروری کل را در سطح ۶ ثابت فرض نمود، چرا که این چنین ترکیبی در تاریخ جمعیت‌شناسی دیده نشده است و ناسازگاری‌های قابل ملاحظه‌ای با تجربیات عینی دارد. معمولاً سه نوع سری پیش‌بینی تحت عنوان سری بالا، میانه و پایین در این‌گونه پیش‌بینی‌ها ارائه می‌گردد که سری میانی یا مرکزی به‌عنوان محتمل‌ترین سری منظور می‌گردد. نکته قابل توجه آن‌که دامنه‌ی بین دو سری بالا و پایین، اگر چه گویای درجه‌ای از عدم حتمیت در تغییرات آینده می‌باشد، اما این نوع درجه‌ی عدم حتمیت به هیچ‌وجه در قالب مفهوم احتمالی آن مانند ضریب اطمینان فواصل تصادفی تعبیر نمی‌شود. به بیان دیگر در دیدگاه کلاسیک جمعیت‌شناسی، نمی‌توان ضریب اطمینانی برای پوشش واقعیت آتی جمعیت بر طبق سری بالا و پایین مشخص نمود. یک جمعیت‌شناس حتی برای سری‌های پیشنهادی خود نه تنها مقدار احتمالی که مبین احتمال وقوع آن سری در آینده باشد ارائه نمی‌نماید، بلکه نوعاً هیچ مقدار احتمالی که گویای درجه اعتقاد ذهنی و شخصی او نسبت به سری‌های پیشنهادی باشد، معرفی نمی‌کند.

در مقابل می‌توان با اتکا بر روش‌های آماری، اقدام به پیش‌بینی‌هایی نمود که در مفهوم احتمالی حاوی درجه عدم حتمیت پیش‌بینی‌های عرضه شده باشند. این عمل

براساس ارائه فواصل اطمینان با ضریب اطمینان از پیش تعیین شده صورت می‌پذیرد. در حقیقت یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های روش‌های آماری پیش‌بینی جمعیت، توانایی ارائه چنین فواصل اطمینانی است که می‌تواند به نحو مطلوبی درجه عدم حتمیت پیش‌بینی‌های ارائه شده را مشخص سازد.

پیش‌بینی احتمالی جمعیت

یکی از روش‌های رایج و ساده در برآورد و پیش‌بینی جمعیت، استفاده از نرخ رشد مفروض بر اساس الگوهای نرخ رشد نمایی و هندسی است. (شریوک و همکاران، ۱۹۷۶). بر طبق الگوی رشد نمایی با این فرض که پس از سال پایه، جمعیت بر اساس نرخ رشد لحظه‌ای ثابتی برابر متوسط نرخ رشد لحظه‌ای مشاهده شده بین دو سرشماری آخر رشد خواهد داشت اقدام به برآورد یا پیش‌بینی جمعیت می‌شود. البته برای پیش‌بینی‌های بلند مدت اگر بتوان نرخ رشد لحظه‌ای افق پیش‌بینی را تخمین زد با درون‌یابی ریاضی (مثلاً درون‌یابی خطی) می‌توان نرخ های رشد لحظه‌ای سال‌های میانی بین افق پیش‌بینی و سال پایه را نیز برآورد نمود و با استفاده از نرخ رشد متغیری اقدام به پیش‌بینی جمعیت نمود. مشکل عدم حتمیت بر روی نرخ رشد جمعیت با استفاده از راهکار زیر حل می‌شود.

فرض کنید P_t معرف تعداد جمعیت در سال t و P_0 نمایان‌گر جمعیت در سال پایه باشد که مقداری معلوم فرض می‌شود. در الگوی نرخ رشد نمایی تصادفی داریم:

$$P_{t+1} = P_t \,.\, e^{r_t}$$

که در آن r_t نرخ رشد تصادفی است. r_0 را نرخ رشد در زمان پایه منظور می کنیم که کمیتی غیرتصادفی می‌باشد. عدم حتمیت در پیش‌بینی جمعیت به‌وسیله (آل‌هو و

اسپنسر،۱۹۸۶)، (بل، ۱۹۸۸)، (لی، ۱۹۹۲)، (لی و تالجاپورکار، ۱۹۹۴)، (بایور و همکاران، ۱۹۹۹) و (دی بیرو آدلرس ، ۲۰۰۰) بیان شد .

ما این‌جا به علت رایج بودن استفاده از روش بایور، از این شیوه، پیش‌بینی جمعیت کل کشور را انجام می‌دهیم.

براساس گام‌های زیر پیش‌بینی تصادفی جمعیت از این روش به دست خواهد آمد.

گام اول: از کارشناسان و صاحب‌نظران درخواست می‌شود تا بر اساس نظرات کارشناسی خود درباره نرخ رشد در افق پیش‌بینی (T)، سه مقدار را تعیین یا حدس بزنند. این سه مقدار، مقدار متوسط مورد انتظار به همراه دو مقدار دیگری است که عدم حتمیت حدس کارشناس را مشخص می‌سازد. (نوعاً متناظر با چندک ۵ درصد و ۹۵ درصد).

گام دوم: فرایند تصادفی $\{r_t\}$، $1 \leq t \leq T$ بر اساس دو روشی که متعاقباً شرح داده خواهد شد مدل‌بندی می گردد.

گام سوم: بر اساس مدل فرایند گام دوم، با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی یک سری زمانی از نرخ‌های رشد را تولید می کنیم.

گام چهارم: برای هر یک از نرخ‌های رشد گام سوم، تعداد جمعیت سال متناظر آن را بدست می‌آوریم.

گام پنجم: با تکرار گام سوم و چهارم، توزیع تعداد جمعیت را به همراه چندک‌های آن مشخص می‌سازیم، که پایان عملیات تصویر پیش‌بینی خواهد بود (شبیه‌سازی مونت کارلویی)

اگر پیش‌بینی جمعیت کل کشور به تفکیک زنان و مردان لازم باشد کافی است جمعیت زنان برای سال های مورد نظر پیش‌بینی شود زیرا با استفاده از نسبت جنسی پیش‌بینی جمعیت مردان نیز بدست خواهد آمد و از این طریق علاوه بر پیش‌بینی

جمعیت کل کشور، قادر به ارائه پیش‌بینی‌هایی برای گروه مردان و زنان نیز خواهیم بود(مارکر، ۲۰۰۵).

اینک به تشریح دو روشی که جهت مدل‌بندی فرایند $\{r_t\}, T \le t \le 1$ ازآن‌ها استفاده می‌شود، می‌پردازیم:

روش خطوط تصادفی

در این روش فرض می‌شود که متغیر تصادفی r_t قابل تجزیه به دو مؤلفه تصادفی و غیرتصادفی است. یعنی

$$r_t = r_t^d + r_t^s$$

که در آن r_t^s و r_t^d به ترتیب معرف مؤلفه‌های تصادفی و غیرتصادفی هستند.

r_t^d بر اساس r_0 و $r_T{}^d$ (که همان مقدار متوسط نرخ رشد در افق پیش‌بینی است) از طریق زیردرون‌یابی می‌شود:

$$r_t^d = \frac{t}{T} r_T{}^d + \frac{T-t}{T} r_0$$

اگر توزیع $r_T{}^d$ با استفاده از نظرات کارشناسان معین گردد، در این صورت r_t^s به طریق زیر بدست می‌آید:

$$r_t^s = \frac{t}{T} r_T^s$$

با توجه به گام اول می‌توان واریانس r_T^s را بدست آورد که آن را $V_T{}^2$ می‌نامیم. با توجه به این نرخ قادر خواهیم بود تا واریانس تصاویر (یا لگاریتم تصاویر) جمعیتی را بدست آوریم. به سادگی می‌توان نشان داد که:

$$\log P_{t+1} = \sum_{j=1}^{t} \frac{j}{T} r_T^s + \sum_{j=1}^{t} r_j^d + \log P_0$$

بنابراین :

$$Var\left(\log P_{t+1}\right) = \frac{t^2\left(t+1\right)^2}{4T^2} V_T{}^2$$

روش اتورگرسیو مرتبه اول $AR(1)$

در این روش فرض می‌شود که مؤلفه r_t^s از یک الگوی اتورگرسیو مرتبه اول پیروی می کند یعنی: $r_t^s = \alpha r_{t-1}^s + e_t$

که e_t یک فرایند اغتشاش خالص با میانگین صفر و واریانس V_e^2 است و $|\alpha| < 1$. پارامتر α بر اساس اطلاعات گذشته و یا نظرات کارشناسان مشخص می گردد ، گرچه (بایور و همکاران ، ۱۹۹۹) نشان داده‌اند که انتخاب α در نتایج تصاویر جمعیتی چندان مؤثر نیست.

می‌توان نشان داد که

$$V_T^2 = \mathrm{var}\left(r_T^s\right) = \mathrm{var}\sum_{j=0}^{T-1}\alpha^j e_{T-j} = \frac{1-\alpha^{2T}}{1-\alpha^2}V_e^2$$

و لذا

$$Var\left(\log P_{t+1}\right) = \mathrm{var}\left(\sum_{j=1}^{t} r_j^s\right) = \sum_{i=1}^{t}\left(\frac{1-\alpha^{t-i+1}}{1-\alpha}\right)^2 V_e^2$$

که با جایگذاری V_T^2 بر حسب V_e^2 در این رابطه داریم:

$$Var\left(\log P_{t+1}\right) = \left(\frac{2\alpha^{t+1} - \alpha^{2(t+1)} + 2\alpha^{2+t} - 2\alpha + t - \alpha^2 t - \alpha^2}{\left(1-\alpha^2\right)\left(1-\alpha^{2T}\right)}\right)V_T^2$$

بدیهی است واریانس‌های محاسبه شده در تعیین فواصل پیش‌بینی استفاده خواهند شد.

کاربرد

اگر معتقد به غیر ثابت بودن نرخ رشد سالانه جمعیت باشیم، یکی از راه حل‌هایی که می‌توان بدین منظور ارائه نمود، بهره‌گیری از نظرات کارشناسان و صاحب‌نظران درباره‌ی محتمل‌ترین مقدار پیشنهادی آن‌ها برای نرخ رشد سالانه در

افق پیش‌بینی ست. سپس با استفاده از روش‌های خطوط تصادفی و اتورگرسیو پیش‌بینی‌های تصادفی با کران‌های ۷۰ و ۹۰ درصد را محاسبه می‌کنیم. آن گاه نتایج حاصل از دو روش با یکدیگر مقایسه می شوند.

روش خطوط تصادفی

نخستین مرحله تعیین صدک های ۵ام، ۵۰ام و ۹۵ام نرخ رشد در سال ۱۳۸۵ است . با توجه به نزدیکی افق پیش‌بینی به زمان اجرای پیش‌بینی طبیعی است عدم حتمیت در مقدار پیش‌بینی مؤلفه نرخ رشد، نسبت به پیش‌بینی‌های طولانی مدت‌تر، کم‌تر خواهد بود.با ملاحظه نظرات کارشناسی گروهی از جمعیت شناسان برای میزان رشد در نیمه آبان سال ۱۳۸۵، صدک‌های زیر پیشنهاد گردیده است:

$$r_{/.0\circ} = ۰/۰۱ \qquad r_{./\circ} = ۰/۰۱۵ \qquad r_{./۹\circ} = ۰/۰۲$$

اگر r_t^s و r_t^d به ترتیب معرف مؤلفه‌ی تصادفی و غیرتصادفی نرخ رشد در لحظه t باشند، r_T^s (T افق پیش‌بینی است) متغیری تصادفی با میانگین صفر است. اگر توزیع r_T^s را نرمال در نظر بگیریم در این صورت داریم:

$$\mu_T = E\left(r_T^s\right) = 0$$
$$\sigma_T^۲ = \operatorname{var}\left(r_T^s\right) = ۳/۷ \times ۱۰^{-۵}$$

لازم به ذکر است مقدار $r_{./\circ}$ همان مقدار میانی متناظر $r_T{}^d$ است پس :

$$r_T{}^d = ۰/۰۱۵ \qquad \mathrm{r_0} = ۰/۰۱٤۷$$

اینک با بهره گیری از روابط زیر: $r_t^s = \dfrac{t}{T} r_T^s$

$$r_t{}^d = \frac{t}{T} r_T^d + \frac{T-t}{T} r_0 \, 0 \langle t \langle T$$

مؤلفه‌های تصادفی و غیر تصادفی در سال‌های میانی، سال پایه و افق پیش‌بینی، یعنی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ مشخص می‌گردند. بر اساس این اطلاعات می‌توان با بهره‌گیری از شبیه‌سازی مونت کارلویی توزیع تعداد جمعیت سال t را از رابطه $P_t = P_0e^{r_t t}$ بدست آورد. با توجه به این توزیع‌های تجربی می‌توان برای هر یک از سال‌های مورد نظر فواصل اطمینان از پیش تعیین شده‌ای (مثلاً ۹۵ درصد، ۷۰ درصد) را ارائه نمود.

پیش‌بینی تصادفی با کران‌های اطمینان ۷۰ و ۹۰ درصد به روش خطوط تصادفی (کران‌های ۹۰ درصد)

سال	کران پایین	میانه	کران بالا
۱۳۷۶	۶۰۹۲۲۸۴۴	۶۰۹۴۶۶۵۳	۶۰۹۷۰۴۷۰
۱۳۷۷	۶۱۷۸۰۴۳۸	۶۱۸۵۲۸۹۷	۶۱۹۲۵۴۴
۱۳۷۸	۶۲۶۲۷۵۱۰	۶۲۷۷۴۵۰۰	۶۲۹۲۱۸۳۵
۱۳۷۹	۶۳۴۶۳۲۹۹	۶۳۷۱۱۷۴۶	۶۳۹۶۱۱۶۵
۱۳۸۰	۶۴۲۸۷۰۴۸	۶۴۶۶۴۹۲۵	۶۵۰۴۵۰۲۳
۱۳۸۱	۶۵۰۹۸۰۰۳	۶۵۶۳۴۳۳۳	۶۶۱۷۵۰۸۲
۱۳۸۲	۶۵۸۹۵۴۱۵	۶۶۶۲۰۲۷۳	۶۷۳۵۳۱۰۵
۱۳۸۳	۶۶۶۷۸۵۳۸	۶۷۶۲۳۰۵۲	۶۸۵۸۰۹۴۶
۱۳۸۴	۶۷۴۴۶۶۳۴	۶۸۶۴۲۹۸۵	۶۹۸۶۰۵۵۶
۱۳۸۵	۶۸۱۹۸۹۷۳	۶۹۶۸۰۳۹۰	۷۱۱۹۳۹۸۷

(کران‌های ۷۰ درصد)

کران بالا	میانه	کران پایین	سال
۶۰۹۵۶۳۹۷	۶۰۹۴۶۶۵۳	۶۰۹۳۶۹۰۹	۱۳۷۶
۶۱۸۸۲۵۷۱	۶۱۸۵۲۸۹۷	۶۱۸۲۳۲۳۷	۱۳۷۷
۶۲۸۳۴۷۴۶	۶۲۷۷۴۵۰۰	۶۲۷۱۴۳۱۱	۱۳۷۸
۶۳۸۱۳۶۸۸	۶۳۷۱۱۷۴۶	۶۳۶۰۹۹۶۶	۱۳۷۹
۶۴۸۲۰۱۸۹	۶۴۶۶۴۹۲۵	۶۴۵۱۰۰۳۳	۱۳۸۰
۶۵۸۵۵۰۶۷	۶۵۶۳۴۳۳۳	۶۵۴۱۴۳۳۹	۱۳۸۱
۶۶۹۱۹۱۷۳	۶۶۶۲۰۲۷۳	۶۶۳۲۲۷۰۸	۱۳۸۲
۶۸۰۱۳۳۸۷	۶۷۶۲۳۰۵۲	۶۷۲۳۴۹۵۸	۱۳۸۳
۶۹۱۳۸۶۱۹	۶۸۶۴۲۹۸۵	۶۸۱۵۰۹۰۴	۱۳۸۴
۷۰۲۹۵۸۱۳	۶۹۶۸۰۳۹۰	۶۹۰۷۰۳۵۶	۱۳۸۵

روش اتورگرسیو

در این شیوه فرض می‌شود مؤلفه تصادفی، نرخ رشد $\left(r_t^s\right)$، از یک فرایند اتورگرسیو مرتبه اول پیروی می‌کند. این مدل از آن جهت معقول است که بیان‌کننده‌ی ارتباط مارکوفی بین نرخ های رشد متوالی است. علی‌القاعده ضریب ثابت α در مدل اتورگرسیو $r_t^s = \alpha r_{t-1}^s + e_t$ نبایستی عدد نزدیک صفر باشد. میزان نزدیکی این ضریب به ۱ معرف حجم اثر پذیری نرخ رشد سال t از سال ماقبل است.

در حالت حدی، اگر این ضریب برابر یک باشد به این معنی است که صرف‌نظر از عوامل تصادفی غیرقابل پیش‌بینی (با دردست بودن نرخ رشد سال قبل) می‌توان نرخ رشد سال بعد را برابر نرخ سال قبل در نظر گرفت. البته این، معادل یکسان بودن نرخ رشد (در دیدگاه غیر آماری) نیست.

در حالت حدی دیگر اگر این ضریب صفر باشد به این معنا است که اصولاً نرخ‌های رشد سال‌های متوالی هیچ‌گونه ارتباط سیستماتیک با یکدیگر ندارند و از

یک نظام کاملاً تصادفی تبعیت می‌کنند که علی‌القاعده مدعای قابل قبولی نخواهد بود. در مورد نرخ رشد ضریب مناسب برای α، عددی در نزدیکی یک متصور است. (بایور و همکاران، ۱۹۹۹) نشان داده‌اند انتخاب مقادیر مختلف α بین ۰/۵ و ۱، مخصوصاً در افق‌های کوتاه مدت چندان در نتایج حاصله از این روش (از نقطه نظر فواصل اطمینان) مؤثر نیست از این‌رو این ضریب را برابر ۰/۸ منظور نموده‌ایم که با کمی تسامح می‌توان چنین بیان داشت که صرف‌نظر از تغییرات تصادفی غیرقابل کنترل، نرخ رشد هر سال، ۸۰ درصد از نرخ رشد سال ماقبل تأثیر می‌پذیرد.

پیش‌بینی تصادفی با کران‌های اطمینان ۷۰ و ۹۰ درصد به روش خطوط تصادفی
(کران‌های ۹۰ درصد)

سال	کران پایین	میانه	کران بالا
۱۳۷۶	۶۰۸۹۸۷۶۹	۶۰۹۴۶۶۵۳	۶۰۹۹۴۵۷۴
۱۳۷۷	۶۱۸۰۴۳۰۱	۶۱۸۵۲۸۹۷	۶۱۹۰۱۵۳۱
۱۳۷۸	۶۲۷۲۵۱۸۰	۶۲۷۷۴۵۰۰	۶۲۸۲۳۸۵۸
۱۳۷۹	۶۳۶۶۱۶۸۹	۶۳۷۱۱۷۴۶	۶۳۷۶۱۸۴۱
۱۳۸۰	۶۴۶۱۴۱۲۰	۶۴۶۶۴۹۲۵	۶۴۷۱۵۷۷۰
۱۳۸۱	۶۵۵۸۲۷۶۷	۶۵۶۳۴۳۳۳	۶۵۶۸۵۹۴۱
۱۳۸۲	۶۶۵۶۷۹۳۲	۶۶۶۲۰۲۷۳	۶۶۶۷۲۶۵۶
۱۳۸۳	۶۷۵۶۹۹۲۳	۶۷۶۲۳۰۵۲	۶۷۶۷۶۲۲۳
۱۳۸۴	۶۸۵۸۶۰۵۴	۶۸۶۴۲۹۸۵	۶۸۶۹۹۶۵۸
۱۳۸۵	۶۹۶۲۵۶۴۵	۶۹۶۸۰۳۹۰	۶۹۷۳۵۱۷۹

(کران‌های ۷۰ درصد)

سال	کران پایین	میانه	کران بالا
۱۳۷۶	۶۰۹۲۷۰۵۴	۶۰۹۴۶۶۵۳	۶۰۹۶۶۲۵۷
۱۳۷۷	۶۱۸۳۳۰۰۷	۶۱۸۵۲۸۹۷	۶۱۸۷۲۷۹۳
۱۳۷۸	۶۲۷۵۴۳۱۴	۶۲۷۷۴۵۰۰	۶۲۷۹۴۶۹۲
۱۳۷۹	۶۳۶۹۱۲۵۸	۶۳۷۱۱۷۴۶	۶۳۷۳۲۲۴۰
۱۳۸۰	۶۴۶۴۴۱۳۱	۶۴۶۶۴۹۲۵	۶۴۶۸۵۷۲۵
۱۳۸۱	۶۵۶۱۳۲۲۸	۶۵۶۳۴۳۳۳	۶۵۶۵۵۴۴۶
۱۳۸۲	۶۶۵۹۸۸۵۱	۶۶۶۲۰۲۷۳	۶۶۶۴۱۷۰۳
۱۳۸۳	۶۷۶۰۱۳۰۷	۶۷۶۲۳۰۵۲	۶۷۶۴۴۸۰۴
۱۳۸۴	۶۸۶۲۰۹۱۱	۶۸۶۴۲۹۸۵	۶۸۶۶۵۰۶۵
۱۳۸۵	۶۹۶۵۷۹۸۲	۶۹۶۸۰۳۹۰	۶۹۷۰۲۸۰۴

بررسی نتایج روش خطوط تصادفی و اتورگرسیو

نتایج مقادیر میانی بدست آمده از دو روش یکسان است البته واریانس پیش‌بینی‌های ارائه شده در روش اتورگرسیو نسبت به واریانس پیش‌بینی‌های حاصله از روش خطوط تصادفی کم‌تر است که این امر سبب می‌شود که در روش اتورگرسیو فاصله‌ی کران‌ها کم‌تر باشد.همچنین بر اساس مطالعات انجام گرفته (دی بیر ،۲۰۰۴) ، روش اتورگرسیو مرتبه اول چه در حالت یک متغیره و چه درحالت چند متغیره در دراز مدت (وقتی فاصله ی سال پیش بینی از سال پایه زیاد است) از دقت بیشتری نسبت به روش خطوط تصادفی برخوردار است.

ارزیابی

معمولاً قضاوت درباره روش پیشنهادی از مقایسه نتایج عددی برآوردهای حاصل از روش با یک استاندارد مناسب حاصل می‌شود . با توجه به اعلام نتایج سرشماری ۱۳۸۵، نتایج این سرشماری به عنوان استاندارد مناسب با نتایج حاصل از پیش بینی تصادفی که از دو روش خطوط تصادفی و اتورگرسیو به دست آمده است، مقایسه می‌شود . مرکز آمار ایران جمعیت ایران در سال ۱۳۸۵ را از داده‌های سرشماری، ۷۰۴۹۰۲۶۲ نفر اعلام کرده است. همان طور که بیان شد، جمعیت ایران در سال ۱۳۸۵ با استفاده از روش‌های خطوط تصادفی و اتورگرسیو ۶۹۶۸۰۳۹۰ نفر برآورد شده است، به عبارتی پیش بینی تصادفی جمعیت با وجود آنکه از داده‌های سرشماری ۱۳۷۵ استفاده نموده به لحاظ تصادفی فرض کردن نرخ رشد، نزدیک به جمعیت حاصل از سرشماری ۱۳۸۵ به دست آمده است. هم‌خوانی برآوردهای حاصل از روش‌های ارئه شده با نتایج حاصل از سرشماری ملاک خوبی برای اعتبار روش‌های پیشنهادی می‌باشد .

منابع

1. Alho, M. and Spencer, D. (1986), Uncertain Population Forecasting. ASA, **80**, 306-314.

2. Bauer, O. et al (1999), Variances of population projections: Comparison of Two Approaches. Interim Report, IIASA, Austria.

3. Bell, W. R. (1988), "Applying Time Series Models in Forecasting Age-Specific Fertility Rates", *USA Bureau of Census*, SRD Research Report Number: SENSUS/SRD/RP-88/19.

4. De Beer, J. and Adlers, M. (2000), Uncertainty of Population Forecasts, a Stochastic Approach, Netherlands Official Statistics.

5. De Beer, J.(2004), Dealing With Uncertainty of Population Forecasting, Statistics Netherlands Department of Population .

6. Lee, R. and Tuljapurkar, S. (1994), Stochastic Population Forecasts for the United Stats, JASA, Vol. 89, 1175-1189.

7. Lee, R. D. (1992), Stochastic Demographic Forecasting. *International Journal of Forecasting*, 8, 315-327.

8. Marker, D. A. (2005). Organization of Small Area Estimations, Proccedings of Survey Research Methods Section .

9. Shryock, H.S., Siegle, J.S. and Associates (1976). *The Methods and Materials of Demography*, Academic Press.