



پژوهشکده آمار

**بررسی روشهای  
برآورد و پیش‌بینی جمعیت استانهای کشور**

(۱۳۷۶-۱۳۸۵)

بهار ۱۳۸۱

## بررسی روش های

# برآورد و پیش بینی جمعیت استانهای کشور

(۱۳۷۶-۱۳۸۵)

محمدرضا فریدروحانی - یدا... واقعی - زهره فلاح محسن خانی - صدرالدین بلادی موسوی

گروه پژوهشی طرحهای فنی و روشهای آماری

بهار ۱۳۸۱

## به نام خداوند جان و خرد

### پیشگفتار

یکی از عوامل بسیار مؤثر در برنامه‌ریزیها و سیاست‌گذاریهای کوتاه مدت و بلند مدت هر بخش فعال در حوزه‌های مختلف سیاسی، اقتصادی و اجتماعی در اختیار داشتن آمار و اطلاعات دقیق و مناسب از وضعیت موجود و نیز برخورداری از برآوردهای قابل اتکا در زمینه‌های مرتبط است. در این میان، برآوردها و پیش‌بینی‌های جمعیتی عامل تعیین‌کننده‌ای در سیاست‌گذاریها و برنامه‌ریزیهای نهادهای مختلف حکومتی در سطوح ملی و استانی محسوب شده و از این جهت موضوع درخور توجه مدیران و محققان می‌باشد.

اگرچه در فواصل ۱۰ ساله، سرشماریهای عمومی نفوس و مسکن در سراسر کشور اجرا می‌گردد و کاملترین و مطمئن‌ترین منبع اطلاعاتی برای جمعیت و مشخصه‌های آن را در سطوح ملی و منطقه‌ای در اختیار کاربران مختلف قرار می‌دهد و به علاوه بین این سرشماریها طرحهای نمونه‌گیری متعددی انجام می‌پذیرد که موضوع آنها مقولات مرتبط با جمعیت است؛ با این وجود هیچیک از این منابع نمی‌تواند به تنهایی بسیاری از نیازهای جاری و آتی را تأمین نماید. مخصوصاً اگر به این نکته توجه کنیم که بسیاری از طرحهای نمونه‌گیری در سطح استانی بهینه نشده‌اند و نتایج آنها لزوماً برای سطوح استانی قابل استفاده نخواهد بود.

هرچند جمعیت‌شناسان از دیرباز به ارائه برآورد و پیش‌بینی‌های استانی و کشوری همت گمارده‌اند اما تاکنون کمتر به بررسی ظرافتهای نظری مدلهای جمعیت‌شناسی به همراه مدلهای آماری و تصادفی پرداخته‌اند. گزارش حاضر به هدف پرداختن به چنین موضوع بااهمیتی از دو منظر جمعیت‌شناسی و آماری تهیه و تدوین شده است.

این پژوهش با مدیریت جناب آقای محمدرضا فریدروحانی و با همکاری جناب آقای یدا... واقعی و سرکار خانم زهره فلاح محسن‌خانی و راهنمایی‌های جناب آقای صدرالدین بلادی موسوی انجام شده است که بدین وسیله از زحمات بی دریغ یکایک آنان سپاسگزاری می‌شود.

اگرچه در مقاطع مختلف اجرای طرح، داوران محترم نظرات اصلاحی خود را اعلام نموده و از این نظرات در جهت بهبود و روشننگری هر چه بیشتر روشهای مطروحه استفاده شده است، اما کماکان از طرح نقطه نظرات خوانندگان این گزارش در جهت رفع شبهات و ابهامات احتمالی استقبال می شود\* .

## گروه پژوهشی طرحهای فنی و روشهای آماری

---

\*آدرس پست الکترونیکی گروه همکاران طرح عبارت است از:

۱. محمدرضا فریدروحانی : [rohani@src.ac.ir](mailto:rohani@src.ac.ir)
۲. زهره فلاح محسن خانی : [zohrehf@src.ac.ir](mailto:zohrehf@src.ac.ir)
۳. یدا... واقعی : [waghei\\_y@modares.ac.ir](mailto:waghei_y@modares.ac.ir) , [wagheiy@yahoo.com](mailto:wagheiy@yahoo.com)
۴. صدرالدین بلادی موسوی : [sadroddin@yahoo.com](mailto:sadroddin@yahoo.com)

## پیشگفتار مجری طرح

هدف طرح انجام گرفته در پژوهشکده آمار که در نهایت منجر به تهیه این گزارش گردیده است، ارائه برآورد و پیش‌بینی‌های جمعیت استانهای کشور طی سالهای پس از سرشماری بوده است. اما به منظور استفاده مطلوب‌تر کاربران احتمالی این گزارش، که علی‌القاعده طیف متنوعی با گرایشهای تخصصی مختلف را شامل می‌شوند، و جهت تبیین هر چه دقیقتر و روشنتر روشهای برآورد و پیش‌بینی جمعیت و پرداخت کافی به وجوه نظری این روشها، گزارش در دو بخش تحت عناوین «روشهای برآورد و پیش‌بینی» و «ارائه برآوردها و پیش‌بینی‌ها» تهیه و تدوین شده است. امید می‌رود این تمهید باعث فراهم آمدن مجموعه‌ای نسبتاً کامل حاوی مباحث نظری و نتایج عملی روشهای برآورد و پیش‌بینی جمعیت، شده باشد.

به علاوه با توجه به اینکه در اکثر روشهای برآورد و پیش‌بینی‌های زیرناحیه ای (چه در روشهای آماری و چه در روشهای جمعیت‌شناسی) برآوردها و پیش‌بینی‌های جمعیت کل کشور به عنوان یک پیش‌نیاز مورد توجه قرار دارند، لذا برای نیل به هدف نهایی طرح می‌بایست روشهای برآورد و پیش‌بینی جمعیت کل کشور نیز مورد بررسی قرار گیرند. بر این اساس در هر یک از دو بخش مذکور مباحث برآورد و پیش‌بینی جمعیت در سطوح ملی و استانی (زیرناحیه‌ای) به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

از آنجا که از نقطه نظر روش‌شناسی بین مفاهیم «برآورد» و «پیش‌بینی» تفاوتی وجود دارد، لذا جهت روشن شدن جایگاه روشهای مورد بررسی در مقولات برآورد و پیش‌بینی، که به نوبه خود می‌تواند در ارزیابی نتایج حاصله نیز مفید واقع شود، در فصل ۱ اقدام به بیان نقاط افتراق این دو مفهوم و نیز اصطلاح دیگری تحت عنوان «تصویر» یا «تصویرسازی» شده است. بدیهی است با علم به تفاوت‌های بیان شده بین این دو مقوله، هر یک از فصول این گزارش به تفکیک روشهای برآورد و پیش‌بینی ارائه شده‌اند.

شاید بتوان ویژگی این گزارش را که در نتایج نهایی آن نیز هویدا است، غلبه دیدگاه آماری بر روشهای سنتی جمعیت‌شناسی برای برآورد و پیش‌بینی جمعیت یادکرد. انتظار می‌رود در پرتو همفکری و همکاریهای جمعیت‌شناسان و آماردانان بتوان همگام با سایر کشورها، مبحث عدم حتمیت در برآورد و پیش‌بینی‌های جمعیتی را در سطوح ملی و استانی و نیز برآورد و پیش‌بینی ترکیبات سنی - جنسی جمعیت، به عنوان یک رویکرد نوین مورد توجه شایسته قرار داد.

**محمد رضا فرید روحانی**

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	پیشگفتار مجری طرح .....
<b>بخش اول : روشهای برآورد و پیش بینی</b>	
۹	فصل ۱ : روشهای برآورد و پیش بینی جمعیت کل کشور .....
۱۱	(۱-۱) روشهای برآورد جمعیت کل کشور .....
۱۱	(۱-۱-۱) روش مؤلفه‌های .....
۱۲	(۲-۱-۱) میزانهای رشد مفروض .....
۱۴	(۳-۱-۱) ترکیب سن و جنس .....
۱۹	(۲-۱) روشهای پیش بینی جمعیت کل کشور .....
۲۰	(۱-۲-۱) روشهای ریاضی .....
۲۲	(۲-۲-۱) روشهای مؤلفه‌ای .....
۳۰	(۳-۲-۱) روشهای آماری .....
۴۸	فصل ۲ : روشهای برآورد و پیش بینی جمعیت استانها .....
۴۹	(۱-۲) روشهای برآورد جمعیت استانها .....
۵۱	(۱-۱-۲) روش همبستگی - نسبی .....
۵۹	(۲-۱-۲) روش میزانهای حیاتی .....
۶۶	(۲-۲) روشهای پیش بینی جمعیت استانها .....
۶۷	(۱-۲-۲) روش میزان رشد .....

## بخش دوم : ارائه برآورد و پیش بینی جمعیت

۷۱	..... فصل ۳ : ارائه برآورد و پیش‌بینی جمعیت کل کشور
۷۱	..... (۱-۳) برآورد جمعیت کل کشور
۷۱	..... (۱-۱-۳) روشهای ریاضی
۷۴	..... (۲-۱-۳) ترکیب سنی - جنسی
۸۰	..... (۲-۳) پیش‌بینی جمعیت کل کشور
۸۰	..... (۱-۲-۳) روش میزانهای خام
۸۳	..... (۲-۲-۳) روشهای ریاضی
۸۴	..... (۳-۲-۳) روشهای آماری
۹۲	..... فصل ۴ : ارائه برآورد و پیش‌بینی جمعیت استانها
۹۲	..... (۱-۴) برآورد جمعیت استانها
۹۲	..... (۱-۱-۴) برآورد به روش همبستگی - نسبی
۱۰۷	..... (۲-۱-۴) برآورد به روش میزانهای حیاتی
۱۱۰	..... (۲-۴) پیش‌بینی جمعیت استانها
۱۱۳	..... فصل ۵ : ارزیابی برآوردها و نتیجه‌گیری
۱۱۳	..... (۱-۵) ملاکهای ارزیابی
۱۱۶	..... (۲-۵) ارزیابی برآوردهای جمعیت کل کشور
۱۱۸	..... (۳-۵) ارزیابی برآوردهای جمعیت استانها
۱۲۴	..... مراجع
۱۲۸	..... پیوستها
۱۳۰	..... پیوست ۱ - تعیین سطح مرگ و میر
۱۳۱	..... پیوست ۲ - ارائه روشی برای برآورد میزان رشد متغیر جمعیت
۱۴۸	..... پیوست ۳ - مدل باروری گمپرتز
۱۵۱	..... پیوست ۴ - داده‌های مورد استفاده در روش همبستگی - نسبی
۱۵۸	..... پیوست ۵ - داوری



بخش اول

**روشهای برآورد و پیش‌بینی**



# فصل ۱

## روشهای برآورد و پیش‌بینی جمعیت کل کشور

### مقدمه

در حال حاضر سرشماریهای عمومی نفوس و مسکن که بر پایه تکمیل پرسشنامه با مراجعه حضوری یا پرسشنامه پستی صورت می‌گیرد، به عنوان کامل‌ترین و قابل اعتمادترین منبع اطلاعاتی جمعیت و مشخصه‌های مرتبط با آن برای کشورها و زیرتقسیمات جغرافیایی (زیرناحیه) آن شناخته شده‌اند. بواسطه تغییرات پیوسته جمعیت که گاهی از شدت بالایی نیز برخوردار است، نمی‌توان نتایج اینگونه سرشماریها را برای مقاطع پس از سرشماری و مخصوصاً سالهای دورتر جهت بسیاری از اهداف موردنیاز، استفاده نمود.

سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان دستگاههای اجرایی و محققان در سطوح ملی و محلی، جهت ارزیابی برنامه‌ها و انجام تحقیقات خود به اطلاعات جاری جمعیت نیاز دارند. اگرچه از روشهای نمونه‌گیری نیز جهت رفع نیازهای اطلاعات پایه‌ای جمعیت استفاده می‌شود، اما این روشها علاوه بر پرهزینه بودن نمی‌توانند برای اهداف گذشته و آینده به کار روند. از اینرو روشهای مختلف برآورد جمعیت و همچنین شاخصهای جمعیتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند.

در متون جمعیت‌شناسی عمدتاً از سه واژه برآورد<sup>۱</sup>، تصویر<sup>۲</sup> و پیش‌بینی<sup>۳</sup> جمعیت استفاده می‌شود که لازم است در آغاز به وجوه تمایز و تشابه آنها اشاره گردد.

---

<sup>۱</sup> Estimation

<sup>۲</sup> Projection

<sup>۳</sup> Forecasting

برآوردهای جمعیت با توجه به زمان برآورد و منابع اطلاعاتی مورد استفاده در سه گروه قابل بحث می‌باشند (شریوک و همکاران ۱۹۷۶، صفحه ۴۰۷)

(۱) برآوردهای بین دو سرشماری<sup>۱</sup>: این گروه، برآوردی از جمعیت در حد فاصل دو سرشماری انجام شده ارائه می‌کند و بدین منظور از نتایج این دو سرشماری استفاده می‌کنند.

(۲) برآوردهای پس از سرشماری<sup>۲</sup>: در این گروه، برآوردهای جاری و گذشته جمعیت در مقطع پس از آخرین سرشماری تا زمان اجرا قرار دارند که از نتایج آخرین سرشماری و احتمالاً سرشماریهای قبلی و اطلاعات جاری جمعیت بهره می‌گیرند.

(۳) تصویر: این گروه از برآوردها، اقدام به ارائه برآوردهای جمعیت پس از آخرین سرشماری و برای زمانهای طولانی‌تر که هنوز اطلاعات جاری تغییر جمعیت به دست نیامده است، می‌کنند. البته در این گروه برآوردهای جمعیت برای زمانهای گذشته که اطلاعات جاری جمعیت موجود نیست نیز قرار می‌گیرند.

با توجه به تقسیم‌بندیهای فوق، در این گزارش اصطلاح «برآورد» جهت برآورد جمعیت (پس از سرشماری) سالهای ۱۳۷۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ به کار می‌رود. اما از طرف دیگر می‌بایست بین تصاویر جمعیتی و پیش‌بینی‌های جمعیت نیز تمایز قائل شد. رده‌ای از تصاویر جمعیت که احتمالاً خیلی به واقعیت نزدیک هستند به عنوان پیش‌بینی‌های جمعیت معرفی می‌شوند (شریوک و همکاران ۱۹۷۶ صفحه ۴۳۹، کیفیت ۱۹۷۲ صفحه ۳۵۳، هوام ۱۹۷۳) از اینرو تمامی پیش‌بینی‌ها، تصاویر جمعیتی هستند اما هر تصویر جمعیت لزوماً به عنوان پیش‌بینی قلمداد نمی‌گردد، بلکه گروهی از آنها، صرفاً روابطی تحلیلی و محاسباتی به شمار می‌روند.

علیرغم تفاوت بیان شده فوق، در این گزارش واژه پیش‌بینی را جهت برآورد جمعیت سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ به کار می‌بریم، گرچه در بسیاری از موارد همچنانکه خواهیم دید برآوردهای ارائه شده عمدتاً تصویر جمعیت می‌باشند.

---

<sup>1</sup> Intercensal Estimates

<sup>2</sup> Postcensal Estimates

## ۱-۱) روشهای برآورد جمعیت کل کشور

در این بخش به معرفی روشهای مختلف برآورد جمعیت کل کشور، در قالب رده کلی برآوردهای جمعیت‌شناسی و برآوردهای ریاضی خواهیم پرداخت.

### ۱-۱-۱) روش مؤلفه‌ای<sup>۱</sup>

در مواردی که اطلاعات آخرین سرشماری، مرگ و میر، موالید و مهاجرت بین‌المللی در حد رضایت‌بخشی در دسترس باشند می‌توان از این روش جهت برآورد جمعیت کل کشور برای سالهای پس از سرشماری بهره جست. معادله اساسی روش مؤلفه‌ای عبارتست از:

$$P_t = P_{t-1} + B_{t-1,t} - D_{t-1,t} + M_{t-1,t} \quad (1-1)$$

که در آن  $P_t$  معرف جمعیت کل کشور در میانه سال  $t$  (یا در زمان متناظر با مقطع انجام سرشماری)،  $B_{t-1,t}$  کل موالید طی سال فرضی  $t$ ،  $D_{t-1,t}$  نشان‌دهنده کل مرگ و میر در طول سال فرضی  $t$  و  $M_{t-1,t}$  نمایانگر خالص مهاجرت بین‌المللی طی سال مذکور می‌باشند سال فرضی می‌تواند از فروردین تا فروردین یا از میانه سال تا میانه سال موردنظر باشد ولی از آنجا که معمولاً جمعیت پایه برای میانه سال (شهریور یا حتی آبان) موجود بوده و پیش‌بینی‌های جمعیتی نیز برای میانه سال محاسبه می‌شوند، سال فرضی از میانه سال  $t-1$  تا میانه سال  $t$  خواهد بود. به عنوان مثال برای برآورد جمعیت کل کشور در پایان آبانماه سال ۱۳۷۶ ( $P_{۷۶}$ ) یعنی در زمان متناظر با مقطع انجام سرشماری سال ۱۳۷۵ کافی است، با توجه به رابطه (۱-۱) چهار مؤلفه زیر تعیین گردند:

۱. جمعیت پایان آبانماه سال ۱۳۷۵ کل کشور ( $P_{۷۵}$ )
۲. کل موالید ثبت شده طی اول آذرماه ۱۳۷۵ تا پایان آبانماه ۱۳۷۶ ( $B_{۷۵,۷۶}$ )
۳. کل مرگ و میر به وقوع پیوسته از اول آذرماه ۱۳۷۵ تا پایان آبانماه ۱۳۷۶ ( $D_{۷۵,۷۶}$ )
۴. مهاجرت به خارج از کشور و همچنین به داخل کشور در فاصله اول آذر ۱۳۷۵ تا پایان آبانماه ۱۳۷۶ (که در نتیجه خالص مهاجرت، یعنی  $M_{۷۵-۷۶}$ ، بدست می‌آید).

---

<sup>۱</sup> Component Method

با توجه به اطلاعات فوق، می‌توان براساس رابطه (۱-۱) برآورد جمعیت کل کشور در پایان آبان‌ماه ۱۳۷۶ را تعیین نمود. به طریق مشابه می‌توان با بهره‌گیری از اطلاعات موردنیاز موالید، مرگ و میر و مهاجرت بین‌المللی برآورد جمعیت کل کشور در پایان آبان سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ را محاسبه نمود. بدیهی است فرض اساسی در بکارگیری این روش، امکان دستیابی به اطلاعات ثبتی مناسب از مؤلفه‌های فوق می‌باشد. البته در صورت لزوم بایستی اطلاعات ثبتی غیردقیق با روشهای مناسب تعدیل و اصلاح گردیده و سپس مورد استفاده قرار گیرند.

### ۲-۱-۱) میزانهای رشد<sup>۱</sup>

اگر در رابطه (۱-۱) فرض شود که اندازه جبری تغییر جمعیت کل کشور در میانه سال  $t$  ضریبی ثابت از جمعیت کل کشور در سال ماقبل باشد، یعنی

$$(B_{t-1,t} - D_{t-1,t}) + M_{t-1,t} = \gamma \cdot P_{t-1}$$

در اینصورت رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \gamma$$

به بیان دیگر مفروضه فوق معادل آن است که این ضریب ثابت، مفهومی مشابه میزان رشد ثابت داشته باشد. با پذیرش این فرض برای تمام سالهای پس از سرشماری، می‌توان برآورد جمعیت کل کشور در میانه سال  $t$  را به گونه زیر محاسبه نمود:

$$P_t = (1 + \gamma)P_{t-1}$$

یا

$$P_t = (1 + \gamma)^t P_0 \quad (2-1)$$

در عمل برای تعیین ضریب ثابت  $\gamma$ ، از میانگین نرخ رشد سالانه جمعیت بین دو سرشماری آخر استفاده می‌گردد و فرض می‌شود که این میزان رشد سالانه برای سالهای پس از سرشماری آخر نیز همچنان برقرار می‌باشد. الگوی (۲-۱) به الگوی میزان رشد هندسی موسوم است. البته الگوی

---

<sup>۱</sup> Growth Rates

دیگری نیز از میزان رشد ثابت استفاده می‌کند که در قالب رابطه زیر و تحت عنوان الگوی میزان رشد نمایی بیان می‌گردد:

$$P_t = P_0 e^{r.t} \quad (۳-۱)$$

که در آن  $r$  میزان رشد ثابتی است که از طریق مقایسه نتایج دو سرشماری آخر به دست می‌آید. اگرچه دو الگوی فوق از نظر مفهومی اختلافاتی با یکدیگر دارند، اما نتایج عملی آنها بواسطه شیوه کار هر یک کاملاً یکسان می‌باشد. برای درک عینی این تشابه فرض کنید  $P_t$ ،  $P_0$  و  $P_{-k}$  به ترتیب معرف برآورد جمعیت در میانه سال  $t$  ( $t$  سال پس از سال پایه)، جمعیت سرشماری در سال پایه و جمعیت سرشماری انجام گرفته در  $k$  سال قبل از سال پایه باشند. مطابق مطالب پیش گفته، میزان رشد ثابت  $\gamma$  در رابطه (۲-۱) با استفاده از میانگین میزان رشد سالانه بین دو سرشماری آخر به دست می‌آید، لذا

$$P_t = P_{-k} (1 + \gamma)^k$$

یعنی

$$(1 + \gamma) = \sqrt[k]{\frac{P_t}{P_{-k}}}$$

با توجه به مقدار فوق و رابطه (۲-۱) می‌توان برآورد جمعیت کل کشور در میانه سال  $t$  را به گونه زیر به دست آورد:

$$P_t = P_0 \left( \frac{P_t}{P_{-k}} \right)^{\frac{t}{k}} \quad (۴-۱)$$

به طریق مشابه می‌توان میزان رشد  $r$  را نیز به صورت زیر به دست آورد:

$$P_t = P_{-k} e^{k.r}$$

و لذا

$$r = \frac{1}{k} \ln \left( \frac{P_t}{P_{-k}} \right)$$

که با قرار دادن این ضریب در رابطه (۳-۱) برآورد جمعیت کل کشور در میانه سال  $t$  به دست می‌آید: