



مدل بندی و پیش بینی مرگ و میر با رویکرد ماکسیمم آنٹروپی

مدرس:
آیدا اعلائیکی





اطلاعات مدرس و همکاران

آیدا اعلا بیکی: دانشجوی دکتری بیم‌سنجی، دانشگاه شهید بهشتی
مطالب ارائه شده حاصل تحقیق پایان‌نامه ارشد اینجانب به راهنمایی جناب آقای
دکتر پاینده و جناب آقای دکتر منصوری می‌باشد که در سی‌امین همایش بیمه و
توسعه به عنوان پایان‌نامه برتر حائز رتبه اول شده است.





بیان مسأله و ضرورت انجام کارگاه

صندوق‌های بازنشستگی
ارائه محصولات عمر بیمه عمر
سیستم مراقبت بهداشتی

جمعیت‌شناسی

صنعت بیمه

مدل‌سازی مرگ‌ومیر





بیان مسأله و ضرورت انجام کارگاه

❖ یکی از برجسته ترین دستاوردهای بشر در طول دو قرن اخیر، افزایش بی سابقه امید به زندگی بوده است. در کشورهای توسعه یافته که دارای نرخ مرگ و میر پایین هستند، **امید به زندگی در بدو تولد** برای هر دو جنس از حدود ۳۰ تا ۴۵ سال در اواسط قرن نوزدهم به حدود ۸۰ سال در دوره های اخیر افزایش یافته است. اگر چه افزایش طول عمر انسان بدون شک یکی از برجسته ترین دستاوردهای جوامع مدرن است اما افزایش امید به زندگی همراه با کاهش باروری باعث ایجاد روند پیری در جمعیت شده است و بخش های دولتی و خصوصی را برای ارائه محصولات بازنشستگی و مراقبت های بهداشتی سالمندان با چالش رو به رو کرده است.





بیان مسأله و ضرورت انجام کارگاه (ادامه)

- ❖ عواقب این دو معضل به گونه‌ای است که صنعت مالی برای اشاره به این موضوع اصطلاح «**ریسک طول عمر**» را به کار برده است.
- ❖ از منظر مالی اگر افراد زیادی (بیش از متوسط جمعیت) بیشتر از طول عمر تخمینی خود زندگی کنند، مؤسسه با خروج پولی بیشتر از ذخایر برنامه ریزی شده خود مواجه خواهد شد.





بیان مسأله و ضرورت انجام کارگاه (ادامه)

- ✓ در نتیجه نیاز به مدل‌های نوآورانه‌ای که بتواند سیر مرگ‌ومیر آینده را با دقت بیشتری نسبت به رویکردهای قبلی پیش بینی کند، مشهود است.
- ✓ به منظور پیش بینی مناسب نرخ‌های فوت جمعیت و با توجه به اینکه مرگ و میر یک فرآیند پویا است که با گذشت زمان دستخوش تغییرات می‌شود، نیاز است مدل‌های تصادفی و پویا در پیش‌بینی مرگ‌ومیر جایگزین مدل‌های گسسته شوند.
- ✓ شایان ذکر است که علم بیم‌سنجی به دلیل اینکه وظیفه سنجش مخاطره‌های اقتصادی را دارد، نقش اساسی در مدل‌سازی این پدیده‌ی مرگ‌ومیر دارد.





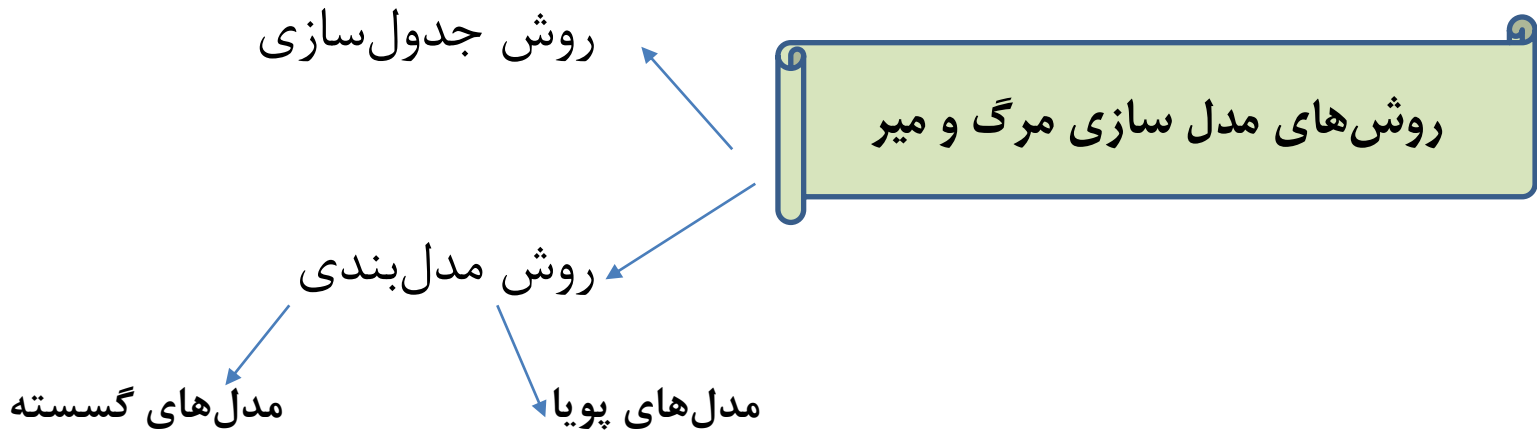
بیان مسأله و ضرورت انجام کارگاه (ادامه)

❖ چالش مهم در این راستا، دقت مدل‌های ریاضی است.





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه (ادامه)

❖ جداول مرگومیر به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

(۱) جدول‌های نسلی

(۲) جدول‌های پویا

❖ برای تدوین جدول مرگومیر روش‌های مختلفی وجود دارد. این روش‌ها به دو گروه مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌شوند.

شاخص‌های جدول مرگومیر عبارتند از:

• نرخ فوت خاص سنی (m_x)

$$m_x = \frac{d_x}{E_x}$$





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه (ادامه)

- احتمال فوت (q_x)

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}.$$

- احتمال بقا (p_x)

$$p_x = 1 - q_x.$$

- تعداد بازماندگان (l_x)

$$l_{x+n} = l_x \times p_x \quad \text{یا} \quad l_{x+n} = l_x - d_x.$$





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه (ادامه)

- تعداد فوتی (d_x)

$$d_x = l_x \times q_x.$$

- میانگین تعداد زنده‌ها (L_x)

$$L_x = T_x - T_{x+1}.$$

- جمعیت کل سن x و بالاتر (T_x)

$$T_x = T_{x+1} + L_x.$$





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه (ادامه)

• امید زندگی (e_x)

$$d_x = l_x \times q_x.$$





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه (ادامه)

❖ مدل سازی مرگومیر از نیمه اول قرن هجدهم به یک موضوع تحقیقاتی ثابت تبدیل شده است. پیشرفت های مهم در **پیش بینی مرگومیر** از سال ۱۹۸۰ تحت سه رویکرد کلی بررسی شدند:

۱. رویکرد مبتنی بر تجربه
۲. رویکرد مبتنی بر برون یابی
۳. رویکرد مبتنی بر علت





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه (ادامه)

مدل صفر عاملی: یک اندازه کلی یا یک نرخ ویژه خاص سنی است.

مدل یک عاملی: نرخ فوت تابعی از سن است. (مکهم / گومپرتز)

مدل دو عاملی: استفاده از دو عامل سن و دوره یا سن و گروه (لی کارتر)

مدل سه عاملی: استفاده از سه عامل سن، دوره، گروه (رینشو و هابرم)

طبقه‌بندی مدل پایه

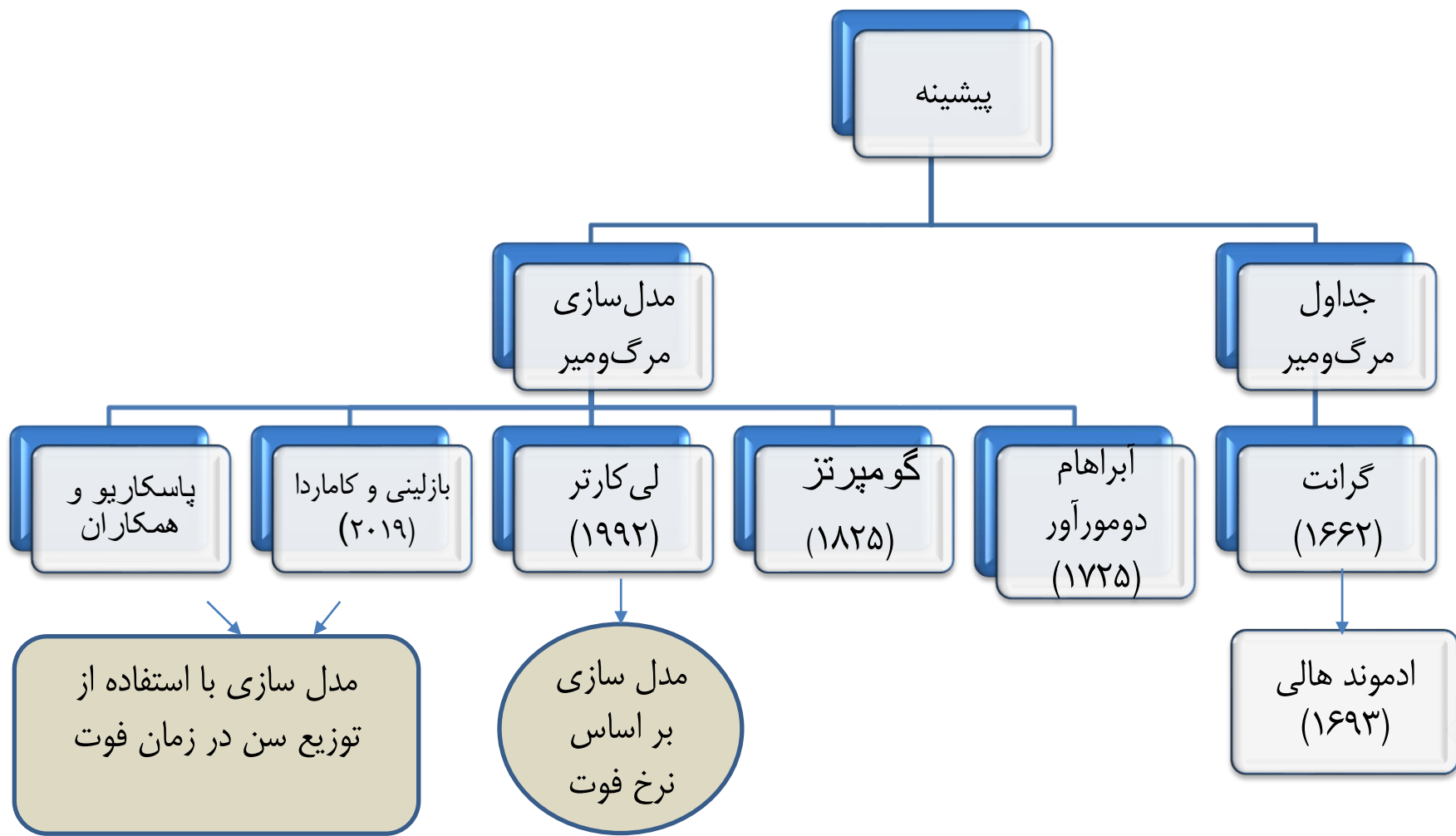
معیار انتخاب مدل پایه: (۱) قابلیت تفسیر پارامترها

(۲) دقت پیش‌بینی





سوابق مطالعاتی و پژوهشی مربوطه (ادامه)





نرخ فوت

❖ ساده ترین معیار مرگومیر تعداد مرگومیر است. با این حال، برای اهداف عملی کاربرد چندانی ندارد، زیرا به شدت تحت تأثیر تعداد افرادی است که در معرض خطر مرگ هستند. به همین دلیل، جمعیت شناسان معمولاً به جای تعداد مرگومیر از نرخ فوت استفاده می کنند. ساده ترین نرخ فوت قابل تصور از تقسیم تعداد کل فوت های یک جمعیت در یک دوره زمانی بر کل جمعیت مورد بررسی به دست می آید. به این معیار نرخ فوت خام می گویند. دوره زمانی مورد بررسی معمولاً یک سال تقویمی است.

$$m_x = \frac{d_x}{E_x}$$





نرخ مرگ و میر

❖ نرخ مرگ و میر نشان دهنده احتمال فوت فرد X ساله در سال تقویمی t است. همچنین رابطه بین دو شاخص نرخ فوت و نرخ مرگ و به صورت زیر بیان می شود:

$$m_{x,t} = -\log(1 - q_{x,t}),$$

یا به عبارتی

$$q_{x,t} = 1 - e^{-m_{x,t}}.$$





مدل سازی مبتنی بر نرخ فوت / نرخ مرگ و میر

❖ **مزایای** استفاده از نرخ های فوت در مدل سازی و پیش بینی مرگ و میر آینده این است که به آسانی بیانگر تغییر در خطر مرگ در طول سن و زمان هستند. علاوه بر این، پنج مؤلفه الگوی مرگ و میر انسانی (مرگ و میر نوزادان، کودکان، جوانان، بزرگ سالان و سالمندان) را میتوان به وضوح در یک نمایش گرافیکی از منحنی خطر شناسایی کرد و انواع مدل های سری زمانی را میتوان برای برون یابی روندهای شناسایی شده در طول زمان به کار برد.

❖ **معایب** آن این است که هنگامی که نرخ فوت بررسی می شود، در مورد سن در زمان فوت، نابرابری تجربه شده توسط جمعیت در زمان فوت و یا طول عمر طولانی تر از حد انتظار افراد نمی توان نتیجه گیری کرد.





مدل‌های مبتنی بر نرخ فوت / نرخ مرگ و میر

مدل لی کارتر

$$\log(m_{x,t}) = \alpha_x + B_x k_t + \epsilon_{x,t},$$

مدل رینشو هابرمین

$$\log(m_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x^{(1)} k_t + \beta_x^{(2)} \gamma_{t-x} + \epsilon_{x,t},$$

مدل APC

$$\log(m_{x,t}) = B_x + \frac{1}{n_a} k_t + \frac{1}{n_a} \gamma_{t-x},$$

مدل CBD

$$\left[\text{logit } q_{(t,x)} = \log \frac{q_{(t,x)}}{1 - q_{(t,x)}} \right] = k_t^{(1)} + (x - \bar{x}) k_t^{(2)},$$

مدل CMI

$$\text{logit } q_{(t,x)} = k_t^{(1)} + k_t^{(2)}(x - \bar{x}) + k_t^{(3)}((x - \bar{x})^2 - \hat{\sigma}_x^2) + \gamma_{t-x},$$



مدل‌های مبتنی بر نرخ فوت / نرخ مرگ و میر

مدل پلیت

$$\ln m_{x,t} = \alpha_x + k_t^{(1)} + k_t^{(2)}(\bar{x} - x) + k_t^{(3)}(\bar{x} - x)^+ + \gamma_{t-x},$$

مدل هیندمن اولاً

$$\log(m_{x,t}) = \alpha_x + \sum_{k=1}^K \beta_{x,k} \phi_{t,k} + e_{x,t} + \sigma_{t,x} \varepsilon_{x,t}$$

مدل قدم زدن
تصادفی

$$\log(m_{x,t}) = \theta_x + \log(m_{x,t-1}) + \varepsilon_{x,t}.$$

مدل لی لی

$$\ln(m_{x,t}^v) = \alpha_x^v + B_x K_t + b_x^v k_t^v + \epsilon_{x,t}^v,$$



مدل سازی مبتنی بر توزیع سن در زمان فوت

❖ یکی دیگر از دیدگاه‌های متفاوت و عین حال کارآمد در مورد تحولات مرگ ومیر و تغییرات الگوی طول عمر انسان، استفاده از توزیع سن در زمان فوت است که نمایانگر مرگ ومیر تجربی در یک جمعیت است و به این ترتیب پاسخ گوی دو سوال کلیدی در مطالعات مرگ ومیر خواهد بود.

I. انسان ها به طور متوسط چند سال عمر می کنند؟

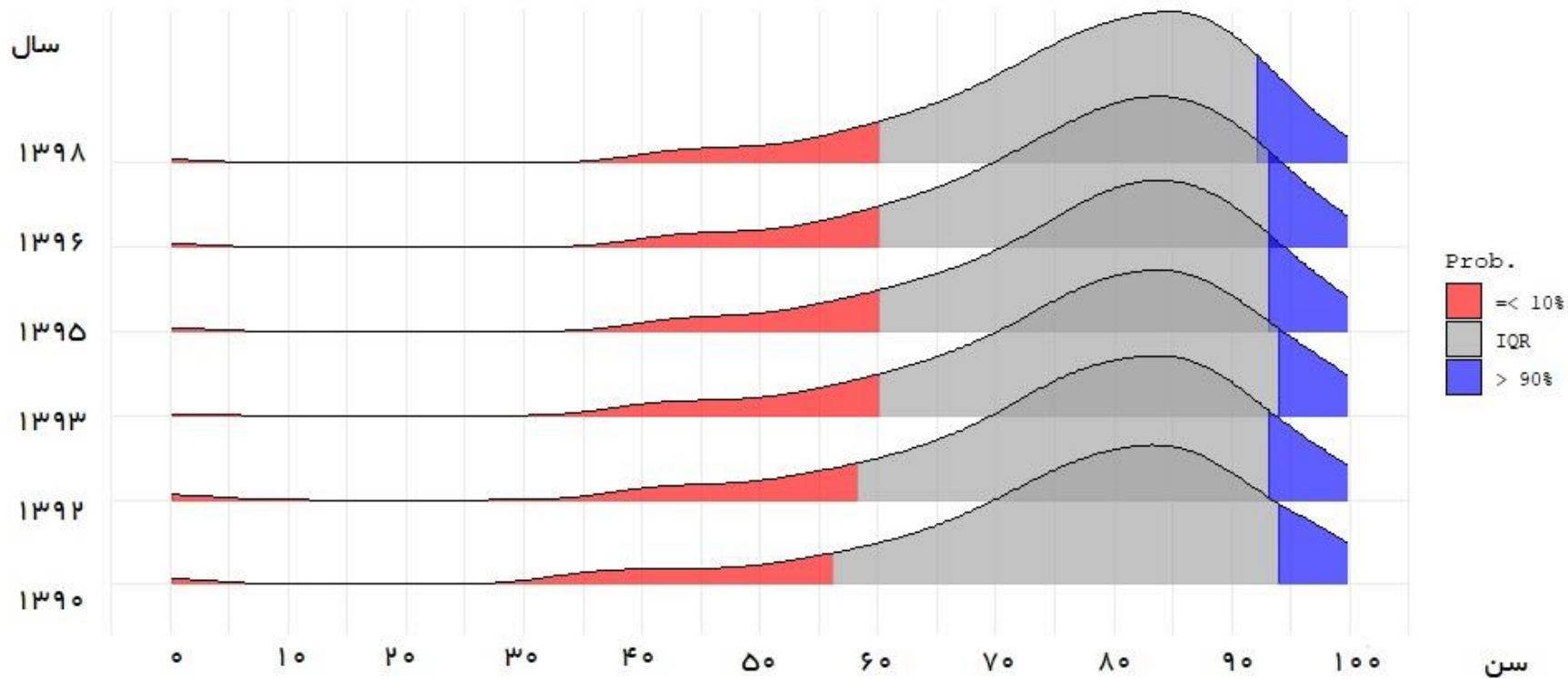
II. سن در زمان فوت چقدر متغیر است؟

در اینجا قصد داریم به معرفی مدل مرگ ومیر ماکسیمم آنتروپی که مبتنی بر توزیع سن در زمان فوت است پردازیم.



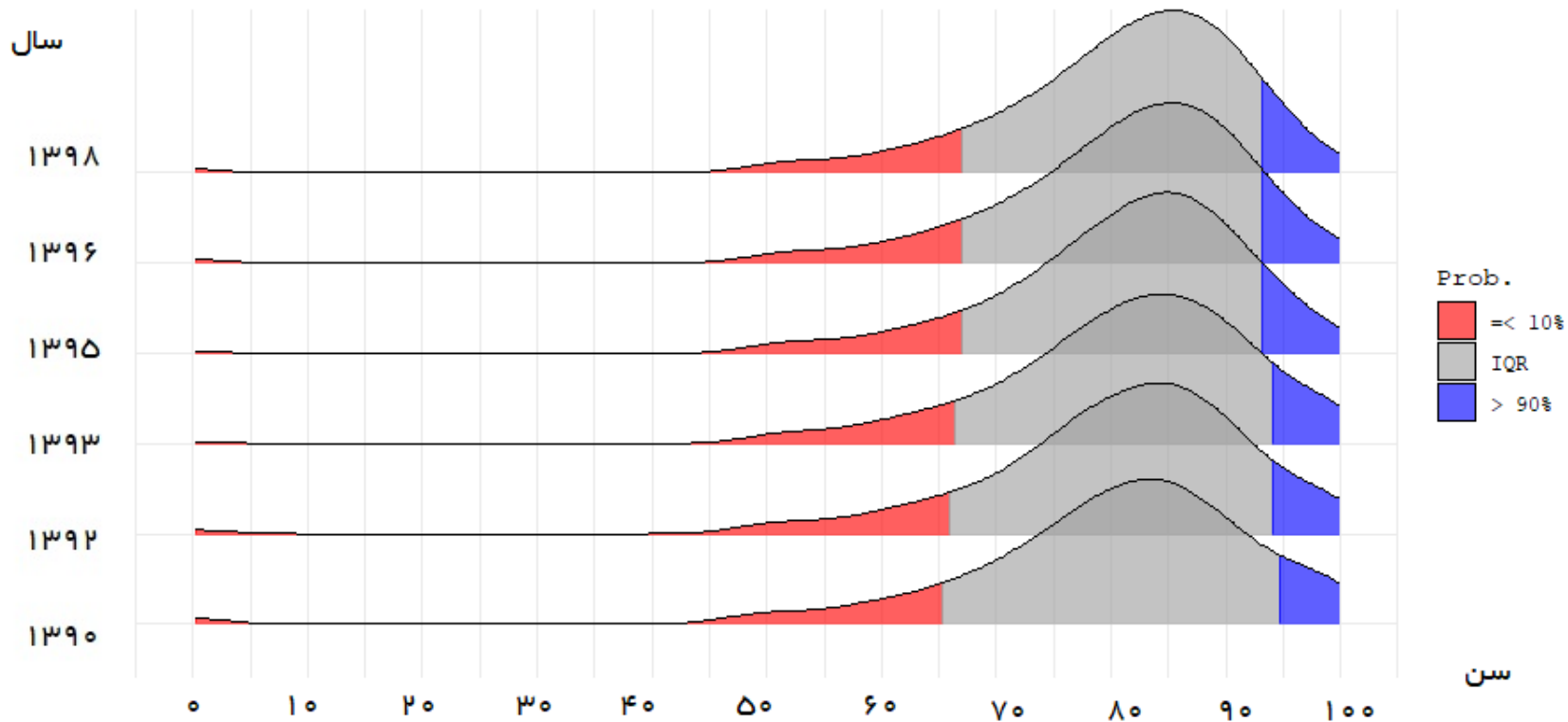


توزیع سن مشاهده شده در زمان فوت برای جمعیت مردان ایران در سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸





توزیع سن مشاهده شده در زمان فوت برای جمعیت زنان ایران در سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸





تعاریف

آنترופی : معیاری برای اندازه‌گیری میزان عدم قطعیت یک متغیر تصادفی
❖ آنترופی با نماد $H(X)$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

(1) اگر X متغیر تصادفی گسسته با تکیه‌گاه S باشد،

$$H(X) = - \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \log_b f(x) dx.$$

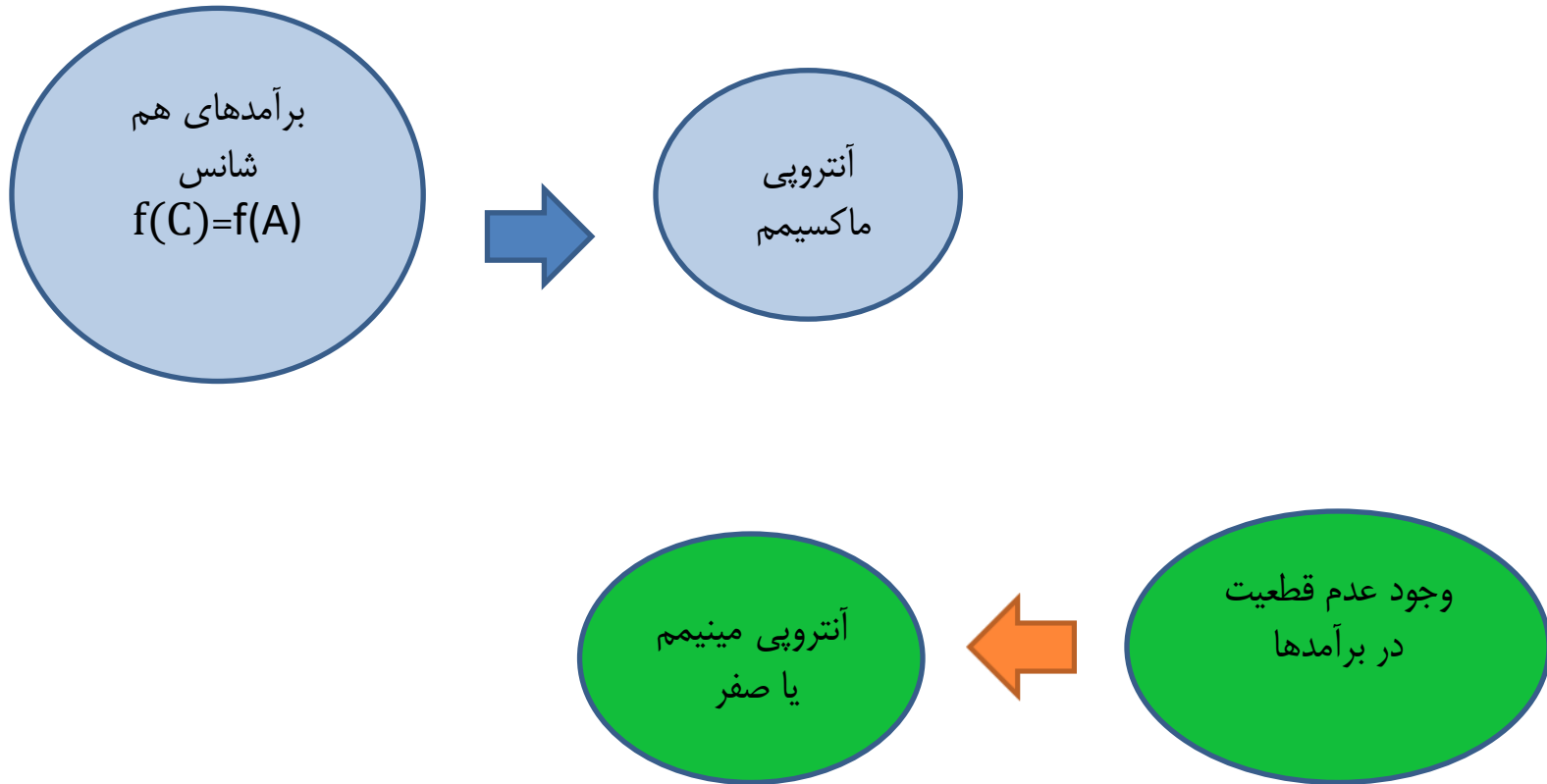
(۲) اگر X متغیر تصادفی پیوسته باشد،

$$H(X) = - \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \log_b f(x) dx.$$





تعاریف (ادامه)





گشتاورهای آماری

1

امید به زندگی یا میانگین سن در زمان فوت

2

واریانس، میزان پراکنش سن افراد جامعه

3

چولگی، میزان تقارن توزیع سن افراد هنگام مرگ

4

کشیدگی، میزان تیزی یا پخی توزیع سن داده‌ها





مدل مرگومیر ماکسیمم آنتروپی

❖ یک روش جدید و نوآورانه برای مدل سازی و پیش بینی مرگومیر استفاده از شکل تابع چگالی و گشتاورهای آماری استفاده شده است و با استفاده از گشتاورهای آماری و تابع چگالی توزیع فوت به پیش بینی سطوح مرگومیر خاص سنی پرداخته می شود. روش های سری زمانی برای برون یابی تعداد محدودی از گشتاورها استفاده می شوند و به کمک گشتاورهای برون یابی شده، توزیع سن در زمان فوت برای آینده بازسازی می شود. همچنین روش ارائه شده در این بخش مسئله گشتاور متناهی را در نظر می گیرد که در آن چگالی مثبت، $f(x)$ را می توان با کمک تعداد محدودی از گشتاورها به دست آورد.





مشکل گشتاور متناهی

به دست آوردن تابع چگالی احتمال با
کمک تعداد محدودی از گشتاورهای
آماری (مشکل گشتاور متناهی)

استفاده از الگوریتم مید و پاپانویکا برای ساخت دنباله‌ای از تقریب‌ها
نزدیک به چگالی واقعی

ماکسیمم کردن آنتروپی

استفاده از ضرایب لاگرانژ





مشکل گشتاور متناهی (ادامه)

❖ برای رفع مشکل گشتاور متناهی هدف ساخت دنباله ای از $f_N(x)$ است که به $f(x)$ همگرا شود. زیرا تعداد N به بی نهایت میل می کند.

○ در ابتدا قیود زیر بیان می شود:

$$\int_a^w f(x) dx = 1.$$

و

$$\hat{\mu}_n = \int_a^w x^n f_N(x) dx, \quad n = 0, 1, 2, \dots, N.$$

سپس برای بازسازی تابع چگالی از بازسازی ماکسیمم آنروپی و الگوریتم توسعه یافته توسط مید و پاپانویکا در سال ۱۹۸۴ به عنوان یک روش مشخص برای ساخت دنباله ای از تقریب ها نزدیک به چگالی واقعی پیروی می شود.





مشکل گشتاور متناهی (ادامه)

❖ این روش براساس آنتروپی اطلاعات داده شده وابسته به تابع چگالی است به طوریکه تابع H ماکسیمم شود.

$$H = - \int_a^w f(x) \log f(x) dx$$

حال از روش لاگرانژ برای n امین گشتاور می توان نوشت:

$$\begin{aligned} L &= \int_a^w -f(x) \log f(x) dx + \lambda_0 \left(\int_a^w f(x) dx - 1 \right) + \sum_{n=1}^N \lambda_n \int_a^w (f(x)x^n - \mu_n) \\ &= \int_a^w \left[-f(x) \log f(x) + \lambda_0 f(x) + f(x) \sum_{n=1}^N \lambda_n x^n \right] dx - (\lambda_0 + \sum_{n=1}^N \lambda_n \mu_n). \end{aligned}$$

با استفاده از معادله اویلر

$$\frac{\partial L}{\partial f} \left\{ -f \log f + (\lambda_0 + 1)f + \left(\sum_{n=1}^N \lambda_n x^n \right) f \right\} = 0,$$





مشکل گشتاور متناهی (ادامه)

$$f(x) = f_N(x) = \exp\left\{-\sum_{n=0}^N \lambda_n x^n\right\} = \exp\left(-\lambda_0 - \sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right).$$

فرم کلی تابع چگالی احتمال ماکسیمم آنتروپی است.

از طرفی n امین گشتاور خام را می توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\mu_n = \int_a^\omega x^n \exp\left(-\lambda_0 - \sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right) dx.$$

باتوجه به دانستن اولین گشتاور :

$$\mu_0 = \int_a^\omega x^0 f_N(x) dx = \int_a^\omega \exp\left(-\lambda_0 - \sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right) dx = 1,$$

و اولین ضریب لاگرانژ بر حسب ضرایب باقیمانده لاگرانژ به دست می آید:

$$\int_a^\omega \exp\left(-\sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right) = e^{\lambda_0} = Z,$$





مشکل گشتاور متناهی (ادامه)

$$\mu_n = \frac{\int_a^\omega x^n \exp\left(-\sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right) dx}{\int_a^\omega \exp\left(-\sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right) dx}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, N$$

برای حل ضرایب لاگرانژ $\lambda = [\lambda_1, \dots, \lambda_N]$ از روش نیوتن رافسون استفاده می‌شود

$$L = \log Z + \sum_{n=1}^N \mu_n \lambda_n$$

برای حل ضرایب لاگرانژ $\lambda = [\lambda_1, \dots, \lambda_N]^+$ از روش نیوتن رافسون، از روش به‌هنگام سازی

متوالی استفاده می‌شود

$$\lambda_{(1)} = \lambda_{(0)} - H^{-1} \frac{\partial L}{\partial \lambda_n}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_n} = \mu_n - \frac{\int_a^\omega x^n \exp\left(-\sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right) dx}{\int_a^\omega \exp\left(-\sum_{n=1}^N \lambda_n x^n\right) dx} = \mu_n - \mu_n(\lambda), \quad n = 0, 1, 2, \dots, N$$





مدل ماکسیمم آنتروپی

شاخص دوره مورد استفاده در پیش‌بینی با تفاوت مرتبه اول

$$y_{n,t} = \log |\widetilde{\mu}_{n,t}| - \log |\widetilde{\mu}_{n,t-1}|$$

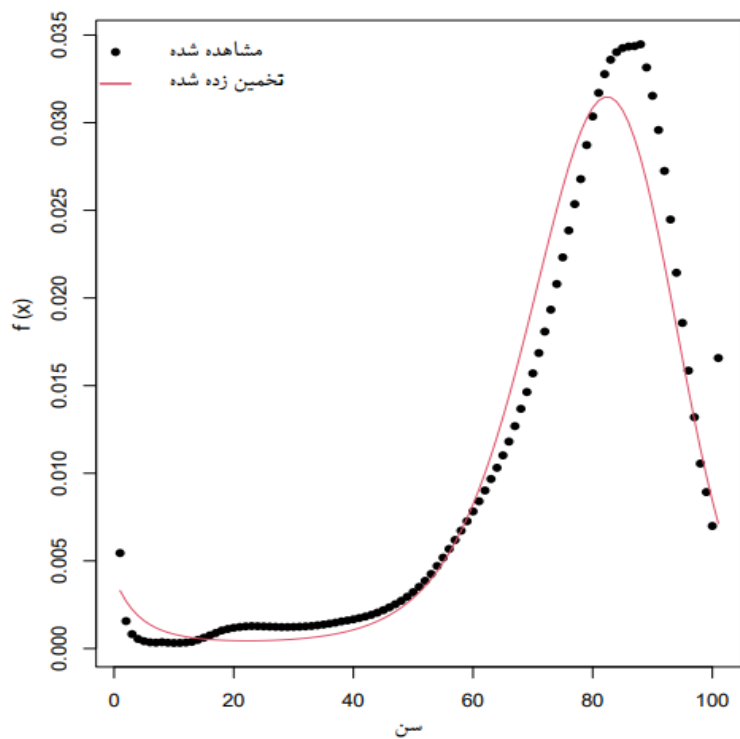
از یک قدم زدن تصادفی چندمتغیره به همراه رانش برای سنجش پویایی شاخص دوره چندگانه استفاده می‌شود.

$$y_{n,t} = \theta_n + y_{n,t-1} + \varepsilon_{x,t} , t = 1, 2, \dots, \tau , n = 1, 2, \dots, N$$

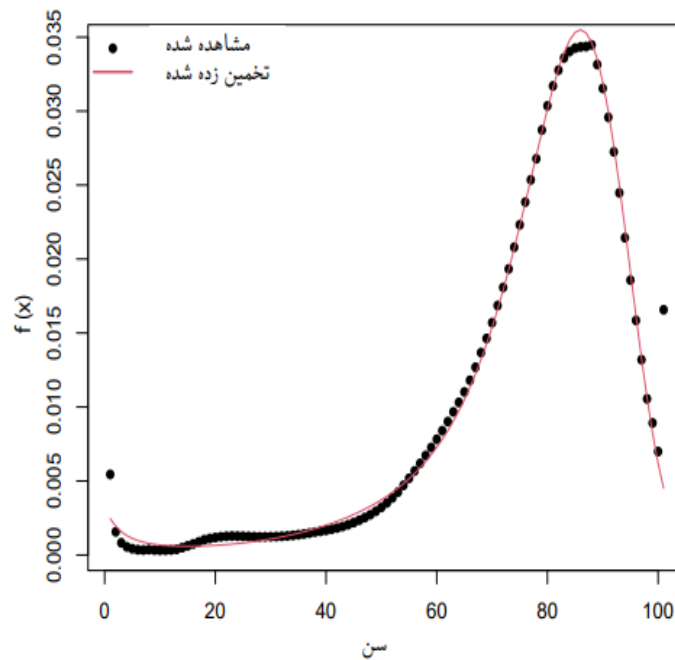




تابع چگالی مشاهده شده و برآورد شده (جمعیت مردان ایران)



۳ گشتاور

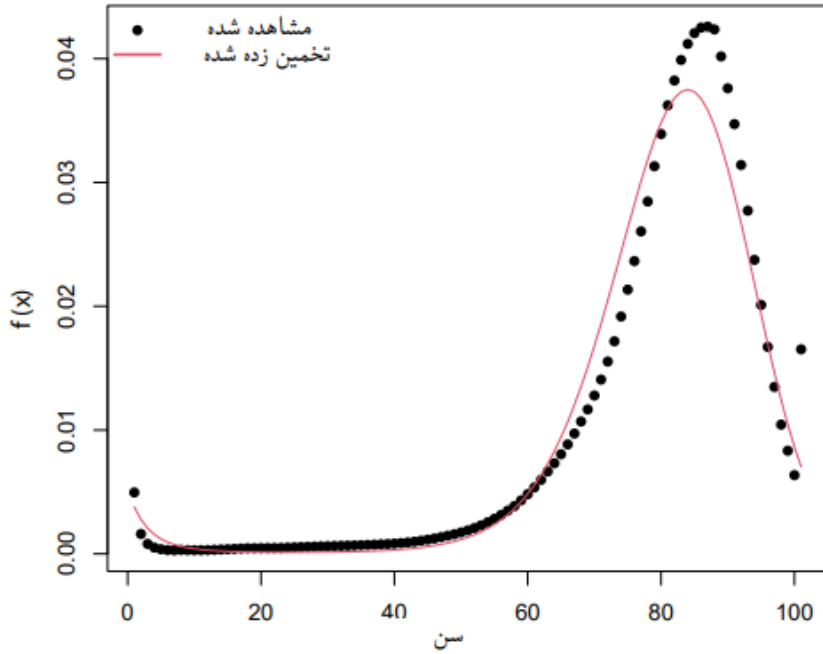


۶ گشتاور

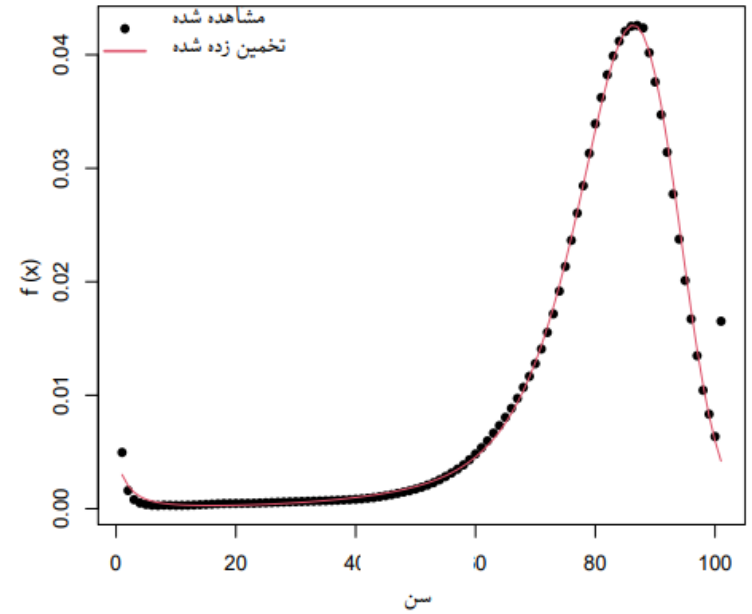




تابع چگالی مشاهده شده و برآورد شده (جمعیت زنان ایران)



۳ گشتاور



۶ گشتاور





معیارهای ارزیابی مدل

MAE- میانگین خطای مطلق

sMAPE - میانگین درصد قدر مطلق خطای متقارن

RMSE - ریشه میانگین مربعات خطا

MAPE - میانگین درصد قدر مطلق خطا

MSE - میانگین مربعات خطا





نتایج

جمعیت
مردان
۱۰۰ تا ۱۰۰
سال

مدل	میانگین قدرمطلق خطا	میانگین درصد قدرمطلق خطای متقارن	ریشه میانگین مربعات خطا	میانگین درصد قدرمطلق خطا	میانگین مربعات خطا	رتبه نهایی
مدل قدم زدن تصادفی	۰٫۴۴۱۱(۳)	۴٫۶۵۷۲(۳)	۱٫۸۴۶۲(۵)	۴٫۸۲۱۴(۳)	۰٫۰۳۴۰(۵)	۳
مدل لی لی	۰٫۴۵۸۹(۵)	۵٫۵۱۲۴(۹)	۲٫۱۴۰۵(۷)	۵٫۸۷۴۴(۹)	۰٫۰۴۵۸(۷)	۸
مدل لی کارتر	۰٫۳۷۸۱(۱)	۴٫۵۰۴۱(۲)	۱٫۶۵۶۴(۲)	۴٫۶۵۸۳(۱)	۰٫۰۲۶۸(۱)	۱
مدل هیندمن اولا	۰٫۳۸۲۹(۲)	۴٫۴۷۹۱(۱)	۱٫۶۷۸۶(۳)	۴٫۶۸۴۵(۲)	۰٫۰۲۸۱(۳)	۲
مدل رینشو هابرمن	۰٫۵۳۲۴(۹)	۵٫۹۲۵(۱۰)	۲٫۲۹۰۰(۹)	۶٫۱۷۷۹(۱۰)	۰٫۰۵۲۴(۹)	۱۰
مدل ماکسیمم آنتروپی با ۴ گشتاور	۰٫۵۶۵۶(۱۰)	۵٫۲۰۰۹(۵)	۲٫۲۹۷۱(۱۰)	۵٫۵۰۲۷(۵)	۰٫۰۵۲۷(۱۰)	۹
مدل ماکسیمم آنتروپی با ۵ گشتاور	۰٫۵۲۱۵(۸)	۵٫۲۲۰۷(۶)	۲٫۲۰۵۰(۸)	۵٫۵۱۱۲(۶)	۰٫۰۴۸۶(۸)	۷
مدل ماکسیمم آنتروپی با ۶ گشتاور	۰٫۴۷۹۷(۷)	۵٫۱۱۰۱(۴)	۲٫۰۹۵۷(۶)	۵٫۳۹۲۴(۴)	۰٫۰۴۳۹(۶)	۵
مدل APC	۰٫۴۷۱۲(۶)	۵٫۵۱۲۰(۸)	۱٫۶۹۲۸(۴)	۵٫۷۳۶۷(۸)	۰٫۰۲۸۶(۴)	۶
مدل CBD	۱٫۵۸۷(۱۲)	۴۰٫۹۰۵۳(۱۲)	۴٫۸۰۵۲(۱۲)	۱۴۲٫۲۸۰۴(۱۲)	۰٫۲۳۰۹(۱۲)	۱۲
مدل CMI	۰٫۸۵۹۱(۱۱)	۲۰٫۳۷۱۶(۱۱)	۳٫۵۶۰۱(۱۱)	۲۵٫۵۳۲۵۴(۱۱)	۰٫۱۲۶۷(۱۱)	۱۱
مدل PLAT	۰٫۴۵۲۱(۴)	۵٫۳۴۳۳(۷)	۱٫۶۳۸۹(۱)	۵٫۵۴۷۸۲۳(۷)	۰٫۰۲۷۴(۲)	۴





نتایج

مدل	میانگین قدرمطلق خطا	میانگین درصد قدرمطلق خطای متقارن	ریشه میانگین مربعات خطا	میانگین درصد قدرمطلق خطا	میانگین مربعات خطا	رتبه نهایی
مدل قدم زدن تصادفی	۰٫۳۵۶۷(۶)	۷٫۳۶۶۵(۶)	۱٫۲۲۳۳(۶)	۷٫۱۹۶۳(۶)	۰٫۰۱۴۹(۶)	۶
مدل لی لی	۰٫۳۱۱۷(۳)	۶۸۰۵۸(۲)	۱٫۰۱۵۷(۴)	۶٫۷۲۵۷(۲)	۰٫۰۱۰۳(۴)	۳
مدل لی کارتر	۰٫۳۸۸۴(۹)	۷٫۱۳۹۷(۵)	۱٫۳۹۳۴(۷)	۷٫۰۳۳۹(۵)	۰٫۰۱۹۴(۷)	۸
مدل هیندمن اولا	۰٫۳۸۸۱(۸)	۷٫۱۳۶۲(۴)	۱٫۳۹۳۷(۸)	۷٫۰۲۹۴(۴)	۰٫۰۱۹۴(۸)	۷
مدل رینشو هابرم	۰٫۳۱۴۳(۴)	۷٫۷۶۲۴(۸)	۰٫۸۹۲۲(۲)	۷٫۶۴۸۰(۸)	۰٫۰۰۷۹(۲)	۴
مدل ماکسیمم آنتروپی با ۴ گشتاور	۰٫۴۵۲۷(۱۰)	۸٫۱۱۰۸(۹)	۱٫۶۳۸۱(۱۰)	۸٫۰۸۸۴(۹)	۰٫۰۲۶۸(۱۰)	۱۰
مدل ماکسیمم آنتروپی با ۵ گشتاور	۰٫۳۸۱۰(۷)	۸٫۳۶۴۷(۱۰)	۱٫۴۰۲۹(۹)	۸٫۴۴۵۵(۱۰)	۰٫۰۱۹۶(۹)	۹
مدل ماکسیمم آنتروپی با ۶ گشتاور	۰٫۳۴۶۳(۵)	۷٫۵۸۷۷(۷)	۱٫۲۰۵۸(۵)	۷٫۵۳۰۸(۷)	۰٫۰۱۴۵(۵)	۵
مدل APC	۰٫۲۹۸۱(۱)	۶٫۹۲۸۱(۳)	۰٫۸۶۷۷(۱)	۶٫۸۵۴۵(۳)	۰٫۰۰۷۵(۱)	۱
مدل CBD	۱٫۰۱۱۹(۱۲)	۵۲٫۱۶۱۱(۱۲)	۲٫۴۹۹۴(۱۲)	۴۲۰٫۵۴۷۱(۱۲)	۰٫۰۶۲۴(۱۲)	۱۲
مدل CMI	۰٫۶۵۷۱(۱۱)	۱۹٫۴۹۸۶(۱۱)	۲٫۲۹۷۲(۱۱)	۲۱۹۲۰۴(۱۱)	۰٫۰۵۲۷(۱۱)	۱۱
مدل PLAT	۰٫۳۰۵۴(۲)	۶٫۶۵۷۵(۱)	۰٫۹۲۳۲(۳)	۶٫۵۷۶۶(۱)	۰٫۰۰۸۵(۳)	۲

جمعیت
زنان
۱۰۰ تا
سال

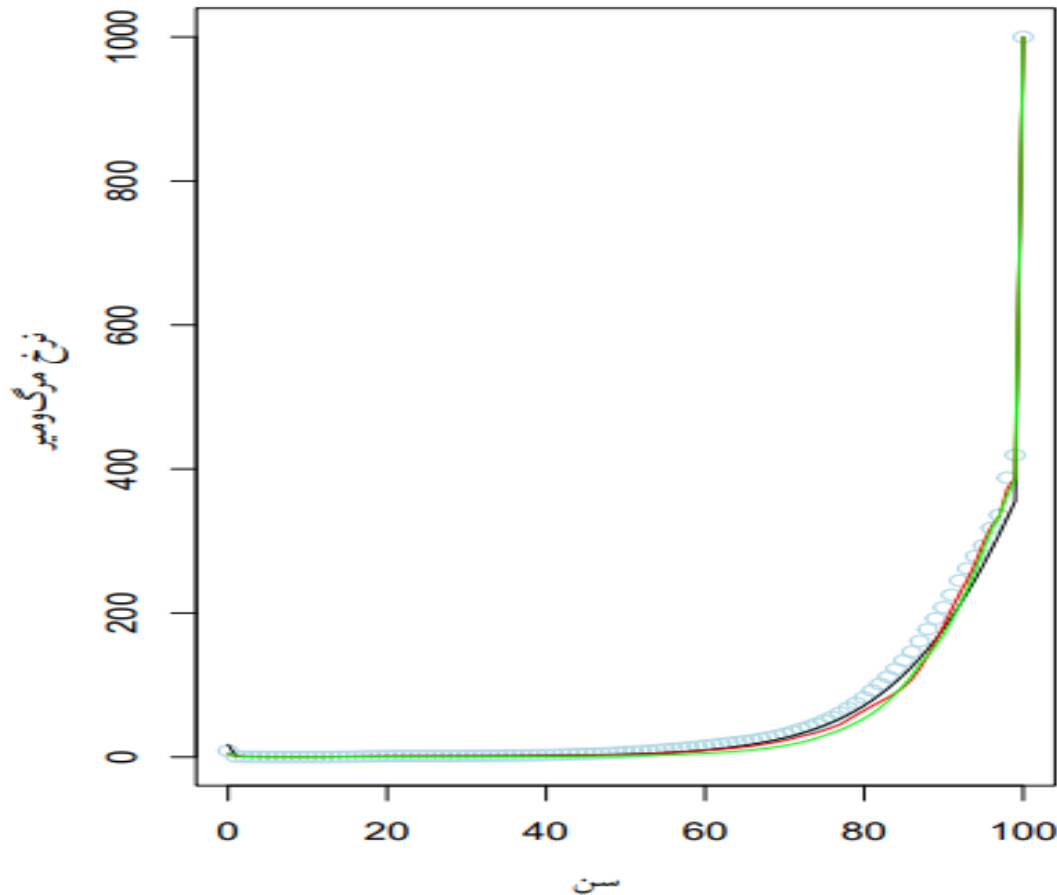




مقایسه نرخ مرگ و میر جداول موجود در ایران با نرخ مرگ و میر پیش‌بینی شده در سال ۱۴۰۰ بر اساس بهترین مدل انتخابی برای بازه ۰ تا

۱۰۰ سال

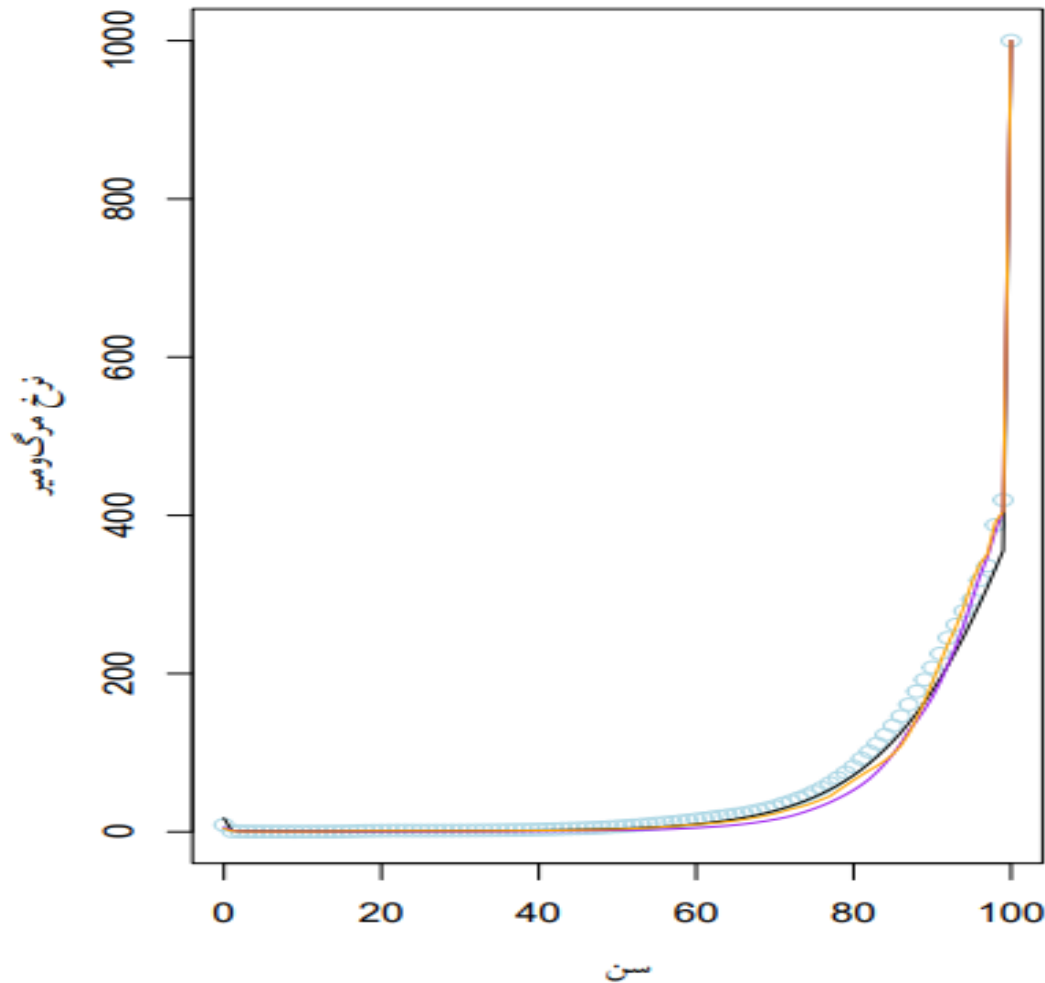
رنگ آبی، جدول TD
مشکی، جدول ILT
قرمز، پیش‌بینی مدل لی کارت
سبز، پیش‌بینی مدل APC





مقایسه نرخ مرگومیر جداول موجود در ایران با نرخ مرگومیر پیش‌بینی شده در سال ۱۴۰۱ بر اساس بهترین مدل انتخابی برای بازه ۰ تا

۱۰۰ سال



رنگ آبی، جدول TD
مشکی، جدول ILT
نارنجی، پیش‌بینی مدل لی کارتر
بنفش، پیش‌بینی مدل APC





با سپاسی از شما

