دوفصلنامه پژوهش‌های بیمه‌ای، سال اول، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۵
صفحات ۱ تا ۲۸

جدول زندگی صندوق بازنشستگی صنعت نفت ایران

مرتضی اعلاباف صباغی*

چکیده

صندوق‌های بازنشستگی توجه خاصی به تعهدات بیمه‌های عمر و مستمری بازنشستگی دارند. از یک‌سو درآمد حاصل از فروش بیمه‌نامه‌های عمر و همچنین جریان نقدینگی ناشی از کسورات بازنشستگی برای صندوق‌های بازنشستگی بسیار بااهمیت است. از سوی دیگر درستی محاسبات بیمه‌ای درباره حق بیمه‌های دریافتی بر پایه مفروضات امید زندگی و احتمال بقا استوار است. ضرورت جدول زندگی مطمئن که امید زندگی و احتمال بقا را دقیق محاسبه کرده باشد در تعیین تعهدات آتی صندوق‌های بازنشستگی و همچنین شرکت‌های بیمه که در عرصه فروش بیمه‌های عمر فعالیت می‌کنند، قابل‌چشم‌پوشی و مسامحه نیست. در حال حاضر محاسبات بیمه‌های عمر بر پایه آیین‌نامه بیمه مرکزی قرار دارد و اطمینان خاطر شرکت‌های بیمه‌ای را تأمین می‌کند. صندوق‌های بازنشستگی این اطمینان را به پشتوانه حمایت‌های دولتی از کسری‌های احتمالی به‌دست می‌آورند. ولی هیچ‌یک ضرورت جدول زندگی مطمئن را کاهش نمی‌دهند. در این مقاله برای نخستین بار جدول خاص یک صندوق بازنشستگی و بر پایه ویژگی‌های آن ارائه می‌شود. در محاسبه جدول زندگی صندوق بازنشستگی صنعت نفت ایران، روش‌های ساخت جدول بررسی شده و تفاوت آن با دیگر جدول‌ها نشان داده می‌شود. همچنین آزمون‌های برازش فرازآوری که در مطالعات دیگر جداول زندگی ایران دیده نشده است مطرح می‌شوند. نتایج نشان می‌دهند که امید زندگی در

* عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی بیمه اکو، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، maalabaf@yahoo.com، aalabaf@atu.ac.ir.

صنعت نفت بیش از آنچه تصور می‌شده می‌تواند باشد که برای صندوق‌های بازنشستگی و بیمه‌نامه‌های عمر چشمگیر است.

کلید واژگان: جدول زندگی، امید زندگی، بیمه عمر، صندوق‌های بازنشستگی

طبقه‌بندی JEL: J11, G23, C49, C14

مقدمه

جدول زندگی که بانام‌های گوناگون مانند جدول‌عمر یا جدول مرگ‌ومیر نیز شناخته می‌شود، غالباً برای محاسبات مالی بیمه‌ای بکار می‌رود. این جدول براساس محاسبات اکچوئری تلاش می‌کند احتمال بقا در هرسال را تا سالگرد بعدی نشان دهد. روش‌های گوناگونی برای محاسبه این احتمال بکار می‌روند و کاربرد این جدول نیز متنوع است. به‌طورکلی می‌توان گفت که جدول زندگی بر پایه تجربیات جمعیتی مردم ساخته می‌شود؛ یعنی بر پایه وقایع مهم زندگی مانند تولد و مرگ در طول چند نسل، محاسبه می‌شود. این تجربیات می‌توانند در میان مردم چند کشور به دلیل شباهت‌های نژادی، اجتماعی، فرهنگی و دیگر عوامل مؤثر در کیفیت و کمیت زندگی، مشابه یا متفاوت باشند. بر همین اساس مردم ایران با مردم کشورهای همسایه در یک تقسیم‌بندی مشترکی ازنظر جمعیت‌شناسی و ساختار سنی جمعیتی قرار می‌گیرند. جداول زندگی در کشورهای اروپایی نسبت به دیگر مستندات ساختار سنی مردم جهان از پیشینه دورتری برخوردار بوده و تجربیات حیاتی این کشورها با سابقه بیشتری مستند شده است. در گذشته به دلیل کمبود آمارهای حیاتی در کشورهایی همچون ایران و نیاز به به‌کارگیری جدول زندگی برای محاسبات بیمه‌ای و بازنشستگی، از جدول‌های کشورهای اروپایی استفاده شده است. به‌تدریج جدول‌هایی با تقریب نزدیک‌تر نسبت به تجربیات حیاتی مردم در حوزه‌های جغرافیایی و اجتماعی مشابه محاسبه‌شده و این جدول‌های زندگی با نام «جدول‌های استاندارد[1]» شهرت یافته‌اند. بعضی از این جدول‌ها همچنان امروزه بکار گرفته می‌شوند؛ مانند جدول زندگی فرانسه (TD88-90) که باوجود بیگانه بودن آن همچنان ملاک محاسبات بیمه‌های عمر و مستمری شرکت‌های بیمه‌ای در ایران قرار می‌گیرد.

لازمه یک پژوهش پویا پیوستگی آن با تحقیقات گذشته و آوردن دلایل توجیهی در موارد اختلاف و مغایر است. در این مقاله تلاش می‌کنیم بر پایه دانسته‌های گذشته در مسیری حرکت کنیم که موارد تفاوت و مغایرت را با دلایلی روشن بیان کنیم.

به‌طورکلی جدول‌های زندگی ازنظر ساخت به دو گروه تقسیم می‌شوند. جدول‌های

1. Model life table

زندگی نسلی[1] که بر پایه زادروز یکسان و از دنیا رفتن یک نسل صدهزارنفری محاسبه می‌شوند. نوع دیگر جدول‌های زندگی دوره‌ای[2] است که بر پایه سرشماری‌های دوره‌ای و معمولاً در هر پنج سال، محاسبه می‌شوند. هر دو نوع جدول می‌توانند کامل[3] یا مختصر[4] باشند. افزون بر این، تفاوت‌هایی نیز در جزئیات هر دو نوع جدول زندگی وجود دارند، مانند جدول‌های اکچوئری برگزیده[5] که در آن‌ها بخشی از جدول به دلیل وجود عواملی که احتمال مرگ را تغییر می‌دهند، اصلاح شده است. در این مقاله به دلیل داده‌هایی که مربوط به سال‌های بزرگ‌سالی صنعت نفت می‌باشند و این‌که داده‌ای برای دوران نوزادی و کودکی در اختیار نبود، جدول زندگی مختصر یا کوتاه شده ساخته شده است.

جدول(۱) که جدول زندگی مشترکین صندوق‌های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت می‌باشد با در نظر گرفتن ویژگی‌های جمعیتی مشترکین این صندوق ساخته شده است. برآوردهای امید زندگی، در هر سن و دیگر متغیرهای جدول زندگی با استفاده از آمار کارکنان صنعت نفت در ایران محاسبه شده است. احتمال بقا در هر سن نیز با استفاده از احتمال مرگ در هر سن که در ستون دوم این جدول آمده به‌سادگی قابل‌محاسبه است. شرح کمیت‌های این جدول در بخش چهارم خواهد آمد.در ادامه این مقاله ابتدا ضرورت محاسبه جدول زندگی و نگرش‌های گوناگون آن را در بخش دوم شرح می‌دهیم و در بخش سوم به ویژگی‌های جدول زندگی صنعت نفت می‌پردازیم.

در بخش‌پنجم روش و شیوه خاصی که برای ساخت جدول زندگی از میان روش‌های موجود انتخاب و بکار گرفته‌ایم را شرح داده و روش‌های مستقیم و غیرمستقیم ساخت جدول را توضیح می‌دهیم. این روش بر پایه آمار از دنیا رفتگان مشترکین صندوق خواهد بود. روابط ریاضی میان متغیرهای جدول زندگی را در این بخش شرح داده و سپس نحوه محاسبه بیم‌رس مرگ را بازگو می‌کنیم و شرح مختصری از نرخ مرگ و

1. Cohort life table
2. Period life table
3. Complete life table
4. Abridged life table
5. Select life table

نتیجه فرازآوری[1] را خواهیم آورد.

۱ـ ضرورت جدول زندگی

جدول زندگی برای پاسخ به سؤال‌های ساده درباره عمر افراد کاربرد دارد. سؤال‌هایی همچون تا چه سنی یک فرد سی‌وسه ساله عمر خواهد کرد و احتمال اینکه او به سن بازنشستگی برسد چقدر است؟ پس از بازنشستگی در ۶۰ سالگی چند سال دیگر زندگی خواهد کرد؟

در قراردادهای بیمه عمر و بازنشستگی که میان افراد حقیقی و شرکت‌های بیمه‌ای یا صندوق‌های بازنشستگی بسته می‌شود، در برابر پرداخت حق بیمه، تعهد پرداخت مبلغی ثابت در زمان بازنشستگی و یا پرداخت مستمری برای مدت بازنشستگی تا زمان فوت وجود دارد. البته بیشتر صندوق‌های بازنشستگی در ایران، این پرداخت‌ها را برای بازماندگان نیز در نظر می‌گیرند. یک «قرارداد منصفانه» ارزش مبالغ دریافتی و پرداختی را برابر می‌کند که یک چنین قراردادی اصطلاحاً «ازنظر اکچوئری عادلانه» است. برای برابری مبالغ دریافتی از یک عضو مشترک صندوق و یا بیمه‌گزار با مبالغ پرداختی از سوی صندوق و یا بیمه‌گر، مدت بازپرداخت و مزایای بیمه عمر و بازنشستگی تخمین زده می‌شود. عمر هر عضو صندوق(و یا بیمه‌گزار) بر پایه متوسط عمر اشخاص در شرایط مشابه، برآوردی است که برای محاسبه مزایای بیمه عمر و بازنشستگی در نظر گرفته می‌شود. متوسط طول عمر، به‌صورت امید زندگی در جدول زندگی به‌طور خلاصه نشان داده می‌شود. متوسط طول عمر یا امید زندگی در هر سن می‌تواند برآوردی از عمر باقی‌مانده یک بازنشسته صندوق(و یا بیمه‌گزار) باشد. اگر این امید زندگی که به‌عبارت‌دیگر میانگین عمر باقی‌مانده است با واقعیات اختلاف چشمگیری داشته باشد، هزینه‌ای «ناعادلانه» برای عضو صندوق و یا بیمه‌گزار در صورت پرداخت بیش‌ازاندازه حق‌بیمه و یا برای صندوق و بیمه‌گر، در صورت کاستی حق‌بیمه‌ها، ایجاد می‌کند. این اختلاف برآورد امید زندگی و طول عمر، برای هریک از طرفین قرارداد، هزینه‌ای در برخواهد داشت. هزینه خطای محاسبه امید زندگی برای شرکت‌های بیمه و

1. Graduation

صندوق‌های بازنشستگی به دلیل شمار بیمه‌شدگان، بسیار بزرگ‌تر بوده و ممکن است برای ادامه فعالیت اقتصادی آن‌ها تعیین‌کننده باشد.

اهمیت دقت و نزدیکی جدول زندگی با واقعیات، با در نظر گرفتن هزینه‌های مربوطه در اختلاف با واقعیات زندگی روشن می‌شود. هرکدام از طرفین قرارداد نسبت به این مازاد پرداختی یا دریافتی می‌توانند حساسیت خود را داشته باشند و نسبت به حق‌بیمه و یا مزایا، تجدیدنظر کنند؛ بنابراین در اختیار داشتن یک جدول زندگی که باقیمانده عمر را با دقت بیشتری تخمین می‌زند، می‌تواند در محاسبه دقیق‌تر تعهدات بیمه‌های عمر و صندوق‌های بازنشستگی نقش کلیدی داشته باشد.

وجود تفاوت‌های جمعیتی در میان اقوام و گروه‌های گوناگون و اختلافات بین نسلی، تجربه شرایط متفاوت زندگی لزوم جدول‌های خاص را مطرح می‌کند. به‌ویژه اینکه در جمعیت‌های خاص مانند اعضای صندوق بازنشستگی کارکنان صنعت نفت تفاوت‌های گزینش و یا اشتغال در صنعت نفت، این افراد را با شرایط خاص و متفاوتی نسبت به کل جمعیت ایران می‌تواند روبرو کند. در صنعت نفت شرایط شغلی، جغرافیایی و حتی مزیت‌ها و امکانات رفاهی می‌توانند امید زندگی را متفاوت از دیگر افراد در جمعیت ایران سازد. از سوی دیگر برای برآورد هزینه تعهدات بازنشستگی اعضای این صندوق و نیز تأمین مالی مناسب، ضرورت دارد جدول زندگی خاص آن‌ها که از آمار و داده‌های اعضای این صندوق به‌دست آمده محاسبه شود. ازاین‌رو ساخت جدول زندگی خاص صندوق بازنشستگی صنعت نفت برای این صندوق ضروری است. در گذشته در ایران یک چنین رویکردی وجود نداشته است و این مقاله برای نخستین بار جدول زندگی خاص مشترکین یک صندوق بازنشستگی را در اختیار قرار می‌دهد.

تاکنون در هیچ‌یک از تحقیقات و ادبیات گذشته جدول زندگی خاص یک صندوق بازنشستگی محاسبه نشده است. ادبیات این موضوع برای اولین بار با این مقاله مطرح می‌شود و درنتیجه تحقیق مشابه آن وجود ندارد. هرچند که در گذشته جدول‌های زندگی کلی ایران محاسبه شده که در اینجا به چند مورد اشاره می‌شود. این تحقیقات شامل نقوی(۱۳۷۹، ۱۳۸۱، ۱۳۸٤)، نقوی و جعفری(۱۳۸٦) و معاونت سلامت(۱۳۷۹، ۱۳۸٤) می‌شوند. تحقیقاتی که در سازمان تأمین اجتماعی انجام گرفته است شامل زنجانی و نوراللهی(۱۳۷۹) می‌شود. از سوی دیگر مرکز آمار ایران نیز انتشاراتی در این

راستا داشته که شامل کهلی(۱۳٦۱)، شمس(۱۳٦۱)، نوراللهی(۱۳۷۰، ۱۳۷٦) می‌شوند.

۲ـ ویژگی‌ها جدول زندگی صنعت نفت

تعهدات صندوق بازنشستگی صنعت نفت به کارمندان و بازنشستگان این صنعت، مهم‌ترین دغدغه این صندوق بشمار می‌آید. تعهدات جاری و آینده در صورت به‌روز بودن و تعهدات معوقه در صورت وجود بدهی، محاسبات خاص خود را خواهند داشت. برای مدیریت صندوق مانند سایر صندوق‌های بازنشستگی، نیاز به آگاهی از وضعیت گذشته، حال و آینده است تا تصمیمات مدیریتی بهینه گرفته شود. آگاهی از وضعیت گذشته و در جریان قرار گرفتن وضعیت حال نیاز به محاسبات جدول زندگی ندارد؛ زیرا این تجربیات و تأثیرات آن‌ها مشاهده شده و موجود است، ولی می‌توان برای آشکار شدن وضعیت دقیق‌تر تعهدات آینده صندوق، از محاسبات اکچوئری در جدول زندگی استفاده کرد. برآوردهای حسابداری با دامنه‌ای گسترده از تخمین‌های مختلف، می‌تواند با واقعیات اختلاف نگران‌کننده‌ای داشته باشند؛ زیرا این محاسبات با فرضیات ساده‌ای محاسبه شده‌اند که غالباً با واقعیات فاصله داشته و هزینه خطای نوع دوم(درستی فرض صفر هنگام خطا) بسیار گران است. در محاسبات اکچوئری، استفاده از جدول زندگی یک ضرورت است؛ زیرا براساس امید زندگی در سنین مختلف، برآورد دقیقی از سال‌های عمر باقی‌مانده به‌دست می‌آید. صندوق بازنشستگی کارکنان صنعت نفت و البته بسیاری از صندوق‌های بازنشستگی، متناسب با قوانینی که بر آن‌ها حاکم است می‌توانند با استفاده از امید زندگی برآوردی از سال‌های عمر باقی‌مانده و تعهدات آینده به‌دست آورند. در اختیار داشتن جدولی که به‌درستی امید زندگی سنین مختلف را در سال‌های آینده نشان دهد، یک نیاز اجتناب‌ناپذیر است. در حال حاضر جدول فرانسه (TD88-90) از سوی بیمه مرکزی (آیین‌نامه شماره ٦۸)، و جدول مرگ‌ومیر سال ۱۳۷۵ زنجانی و نوراللهی که در سازمان تأمین اجتماعی بکار گرفته می‌شود، اساس محاسبات امید زندگی در بیشتر برآوردهای ملی را تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر در معاونت سلامت وزارت بهداشت و درمان، باوجود اینکه اطلاعات و آمارهای حیاتی بخش مهمی از مردم ایران در بیمارستان‌ها و سایر زیرمجموعه‌های این وزارتخانه ثبت می‌شود، اپیدمیولوژیست‌ها و متخصصین این وزارتخانه از جداول

مرگ‌ومیر استاندارد استفاده می‌کنند. برای تصمیم درست در استفاده از این جدول‌ها - باید تفاوت نگرش‌های اکچوئری و حسابداری را برای محاسبات موردنیاز مطرح کرد و جدول زندگی به‌روز برای مردم ایران که در این مقاله با در نظر گرفتن تجربیات مشترکین صندوق بازنشستگی کارکنان صنعت نفت انجام می‌شود، محاسبه و تهیه نمود. این مقاله قصد دارد با توجه به ضرورت محاسبه تعهدات آینده صندوق بازنشستگی صنعت نفت، جدول‌های زندگی موجود را بررسی و با توجه به ویژگی‌های مشترکین و اعضای این صندوق، جدول زندگی خاص آن‌ها محاسبه کند. نتایج این محاسبات در جدول(۱) نشان داده شده است.

داده‌های بکار رفته در این تحقیق از آمار ثبتی صندوق بازنشستگی صنعت نفت گرفته شده است. جامعه آماری موردمطالعه آمار ثبت‌شده مردگان صندوق است که اولین نسل آن‌ها مربوط به سال ۱۲٦۵ (ه‌ش) و آخرین نسل مربوط به سال ۱۳٦٦(ه‌ش) است. با توجه به اصلاح داده‌ها و پالایش آن‌ها از یک نسل گروهی که از پنج نسل متوالی تشکیل یافته‌اند استفاده شده است. در آغاز آمار و داده‌های موردنیاز را که به‌صورت آمار ثبتی فوت‌شدگان است بررسی و پالایش کرده و نسبت به شمار و چگونگی این داده‌ها، اطمینان قابل‌دسترسی پیدا کردیم. این کار با بررسی داده‌ها از جوانب گوناگون برای صحت و درستی آن‌ها انجام گرفته است؛ یعنی با توجه به روابط منطقی میان داده‌ها مانند ثبت تاریخ فوت پس از تولد، تاریخ بازنشستگی قبل از فوت، تکراری نبودن آن‌ها و دیگر روابط منطقی دیگر، داده‌ها پالایش شدند. داده‌های دورافتاده و پرت نادیده گرفته شده است؛ سپس داده‌های پالایش‌شده ناهمگون را شناسایی و علت‌های آن‌ها را بررسی نمودیم. درنهایت با توجه به شمار و پراکندگی داده‌ها، روش محاسبه متغیرهای جدول زندگی را که در بخش(۵-۲) آورده شده، انتخاب کردیم.

در تحلیل و بررسی‌های این آمار از روش‌های موجود و متداول محاسبه متغیرهای جدول زندگی استفاده شده است. ازآنجاکه روابط تعریف‌شده خاصی میان متغیرهای جدول زندگی وجود دارد، چارچوب و ساختار از پیش تعیین‌شده‌ای بر داده‌ها اعمال می‌شود. پس نیاز به یافتن روابط و یا مدل جدیدی برای ساخت جدول زندگی نیست و ما نیز در این محاسبه از مدل‌های شناخته‌شده و موردپذیرش ادبیات این موضوع و

جامعه علمی و اکچوئری پیروی کرده‌ایم. البته در محاسبه بیم‌رس[1] نرخ و احتمال مرگ، تحلیل، بررسی و دقت بیشتری انجام گرفت؛ زیرا این سه کمیت در بررسی‌های گوناگون، متفاوت خواهند بود. این کار، به‌ویژه که شمار داده‌ها محدود است بسیار بااهمیت می‌باشد؛ بنابراین هنگام محاسبه احتمال مرگ از روش‌های فرازآوری به‌طور خاص استفاده شده است.

در آغاز سخن اشاره کردیم که از روش نسلی و آمار فوت‌شدگان، برای ساخت جدول زندگی در این مقاله استفاده کرده‌ایم. این روش در صورت وجود شرایط کافی، یک روش مشخص و مطمئنی است. ولی برای این روش شرایطی لازم است. ازجمله داشتن داده‌های کافی و مشاهده آن‌ها در طول مدت‌زمان طولانی که می‌تواند بیش از یک‌صد سال باشد. در روش‌های دیگر که بر پایه آمارهای دوره‌ای است، نیازی به مشاهده آمار مردگان در طول زمان تا پایان آخرین نفر از نسل انتخاب شده نیست. بدین ترتیب به نظر می‌رسد که اگر نخواهیم یا نتوانیم یک‌صد سال صبر کرده و تمامی وقایع حیاتی نسلی را ثبت کنیم، روش دوره‌ای، سریع‌تر جدول موردنظر را به‌دست دهد. در روش نسلی شمار نفراتی که در ابتدای مشاهده انتخاب شده‌اند ثابت است. معمولاً یک نسل یک‌صد هزارنفری انتخاب می‌شود و دقت کافی را برای محاسبات جدول خواهد داشت.

از سوی دیگر در روش دوره‌ای که معمولاً آمار یک سال یا دوره خاص را بررسی می‌کند، تمام تغییرات حیاتی، مهاجرت‌های درون جمعیتی و برون جمعیتی در نظر گرفته می‌شوند. معمولاً دشواری این روش در ثبت تغییرات جمعیت موردنظر و نبود آمار کافی از تغییرات است. ازآنجاکه جوامع مختلف به دلایل گوناگونی تغییر می‌کنند و ایستا نیستند، ثبت و تفکیک تغییرات برای محاسبه نرخ مرگ دقت این روش را با توجه به روش نسلی کاهش می‌دهد. البته باید توجه داشت که ما نمی‌توانیم آمار زندگان در روش دوره‌ای را برای محاسبات نسلی دخالت دهیم. دلیل آشکار آن مبنای محاسبات هر روش است که کاملاً با یکدیگر متفاوت‌اند.

آنچه در هر دو روش، محاسبات را با چالش روبرو می‌کند شمار ناکافی داده‌هاست که

---

1. Exposure

در هر دو روش مشکل‌ساز است. از یک‌سو آمار زندگان که در دوره حال بررسی می‌شوند تا حدود نود هزار نفر شمارش می‌شوند که در روش دوره‌ای نیاز به جمعیتی بسیار بیشتر است و در غیر این صورت دقت محاسبات کاهش می‌یابد. هرچند که تغییرات مشترکین صندوق با دقت بیشتری ثبت می‌شود. از سوی دیگر در روش نسلی که با آمار مردگان محاسبه می‌شود، اطمینان از محاسبات افزایش می‌یابد ولی همچنان شمار کم داده‌ها همچون در روش دوره‌ای مشکل‌ساز بوده و انتخاب نسل مناسب و سپس فرازآوری را پیچیده‌تر می‌کند.

در این مقاله با در نظر گرفتن تمام جوانب، از روش نسلی و بر پایه آمار ثبت‌شده فوت‌شدگان صندوق‌های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت، جدول زندگی این صندوق را که در جدول(۱) گزارش شده محاسبه کرده‌ایم.

داده‌های اصلاح‌شده در این محاسبات شامل هر دو جنس مرد و زن به‌صورت نسل‌های تفکیک‌شده می‌باشد. تفکیک داده‌ها بر پایه سال تولد و به‌منظور به‌دست آوردن نسل‌های گوناگون این آمار انجام گرفته است. البته معمولاً در محاسبات جدول‌های نسلی، ابتدا یک نسل مشخص را تعیین و سپس با ثبت مرگ هر عضو، آمار این نسل را به‌دست آورده و جدول نسلی آن‌ها را محاسبه می‌کنند. در این مقاله برای محاسبه جدول زندگی باید از آماری که موجود است، اطلاعات لازم را استخراج نمود. برای این کار از شمار مردگان و بازماندگان هرسال که بر پایه نسل‌های مختلف تفکیک شده-اند استفاده کردیم. این بدان دلیل بوده است که هیچ نسل از فوت‌شدگان این صندوق به‌تنهایی داده‌های تعداد کافی برای محاسبه نرخ مرگ و بیم‌رس مرگ نداشته‌اند؛ پس با استفاده از بیم‌رس نسل‌هایی که بیشترین بیم‌رس را داشته‌اند استفاده کرده‌ایم. بااین‌وجود می‌توان با استفاده از روش‌هایی که در اکچوئری می‌شناسیم برای محاسبه نرخ مرگ و فرازآوری آن‌ها، احتمال مرگ را برای سال‌های میان‌سالی تا کهولت محاسبه کنیم. پس تصمیم جداسازی نسل‌ها برای بررسی تجارب زندگی نسلی داده‌ها انجام گرفته است و قصد داریم براساس آمار هر نسل، نرخ مرگ، احتمال مرگ و سپس دیگر متغیرهای جدول زندگی صندوق‌های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت را محاسبه کنیم؛ بدین ترتیب لازم و ضروت داشت تا با فرازآوری برای دامنه‌ای از سن افراد که آمار و داده‌های کافی وجود نداشت، برآوردی بر پایه بیشترین

بیم‌رس نسل‌های پرجمعیت محاسبه کنیم.

۳ـ مفاهیم اصلی در جدول زندگی

سن، مهم‌ترین کمیت در جدول زندگی است. این کمیت به‌مثابه اصلی‌ترین متغیر در این جدول با x نشان داده می‌شود. درستی سن از اهمیت بسزایی برخوردار است. ازاین‌جهت اندازه‌گیری آن حساسیت محاسباتی دارد و سن درست بر پایه سال‌روز تولد اندازه‌گیری می‌شود.؛ بنابراین نشان دادن عددی در جدول زندگی به‌عنوان سن، می‌باید به‌درستی این کمیت را اندازه‌گیری کرده باشد. ولی ازآنجا که ثبت سن در سال‌روز تولد انجام نمی‌گیرد، این متغیر با تقریب‌هایی اندازه‌گیری می‌شود. مثلاً می‌توان میانگین سن در طول سال ثبت را به‌مثابه ملاک اندازه‌گیری سن در نظر گرفت. سن افراد در این مقاله به‌صورت گسسته در نظرگرفته شده و هنگامی‌که صحبت از سن افراد می‌شود، منظور سن آن‌ها پس از آخرین زادروز یا «سن درست» است. به‌عبارت ریاضی سن در بازه زمانی $(x, x+1)$ قرار دارد.

احتمال بقا، احتمال رسیدن شخص با سن درست x به سالروز تولد خود است. این متغیر را با علامت ${}_{n}p_x$ نشان داده می‌شود. با توجه به تعریف احتمال بقا و مرگ، اتحاد زیر همیشه برقرار است:

$$(۱)\quad {}_{n}p_x = 1 - {}_{n}q_x$$

پس می‌توان گفت ${}_{n}p_x$ احتمال بقای یک فرد x ساله تا سن درست $x+n$ است. احتمال مرگ در هر سن یکی دیگر از مقادیری است که در جدول زندگی به آن توجه می‌شود. این کمیت با علامت ${}_{n}q_x$ نشان داده می‌شود. پس می‌توان گفت ${}_{n}q_x$ احتمال مرگ فرد x ساله تا سن درست $x+n$ است. شمار از دنیا رفتگان x ساله یا مردگان هر نسل در هر سن را با علامت ${}_{n}d_x$ نشان می‌دهند. پس می‌توان گفت ${}_{n}d_x$ شمار افراد x ساله است که تا سن درست $x+n$ از دنیا رفته‌اند. در ساخت جدول زندگی و برای محاسبه احتمال بقا در هر سن که یکی از ویژگی‌های جدول زندگی است، می‌باید نسبت کسانی که از دنیا رفته‌اند به شمار کسانی که زنده هستند تعیین شود. این نسبت، نرخ مرگ را در آن دوره تعیین می‌کند، ولی با اشکالاتی روبرو است. در ادبیات اکچوئری به این نرخ، نرخ تقریبی مرگ یا نرخ مرگ اشاره می‌شود ولی در ادبیات

جمعیت‌شناسی به آن نرخ مرکزی مرگ[1] گفته می‌شود. این کمیت هنگامی‌که برای یک نسل فرضی محاسبه می‌شود با علامت ${}_nm_x$ و درصورتی‌که بر پایه آمار و داده‌های جمعیتی محاسبه شود با علامت ${}_nM_x$ به‌مثابه یکی از مقادیر محاسبه‌شده در جدول زندگی نشان داده می‌شود. پس می‌توان گفت ${}_nm_x$نرخ مرگ فرد xساله تا سن درست $x+n$ است. شمار کسانی که به سن درست xرسیده‌اند بازماندگان xساله نام دارد و این متغیر را با علامت l_x نشان داده می‌شود و می‌توان از آن برای احتمال بقا استفاده کرد. البته این عدد از یک بزرگ‌تر ولی احتمال همیشه کمتر از یک است. برای محاسبه امید زندگی یا میانگین عمر با باقی‌مانده میانگین سال‌های عمر سپری‌شده افراد x ساله یا سال‌هایی که افراد x ساله زندگی کرده‌اند، اندازه‌گیری می‌شود. این متغیر را با علامت ${}_nL_x$ نشان داده می‌شود. درواقع ${}_nL_x$ ملاکی برای اندازه‌گیری میانگین ریسک مرگی است که این افراد x ساله با آن روبرو بوده‌اند. این اندازه ریسک مرگ، اندازه «بیم‌رس[2]» این افراد x ساله است. یا به عبارت‌دیگر چند نفر در سال در بیم مرگ بوده‌اند. پس می‌توان گفت ${}_nL_x$ سال‌هایی است که افراد x ساله تا سن درست $x+n$ زندگی کرده‌اند. مجموع عمر باقی‌مانده همه x ساله‌ها نیز با T_x در جدول زندگی نشان داده می‌شود. و نهایتاً امید زندگی که میانگین سال‌هایی است یک فرد x ساله امید دارد زنده باشد. این کمیت در ادبیات اکچوئری امید زندگی[3]، یا امید کامل زندگی[4] نیز گفته می‌شود

٤ـ ساخت جدول زندگی صنعت نفت

بر پایه آمار و دادهای نسلی موجود، یک جدول زندگی کوتاه که سال‌های زندگی ۲۰ تا ۱۱۰ سالگی را دربر می‌گیرد، جدول زندگی صنعت نفت را محاسبه می‌کنیم؛ بنابراین یک جدول کامل از صفر سالگی تا ۱۱۰(یا ۱۲۰) سالگی محاسبه نخواهد شد. این بدان جهت است که آمار کافی و دقیق برای سال‌های نوزادی، خردسالی و نوجوانی، در اختیار نیست. در ساخت جدول زندگی صندوق پس‌انداز کارکنان صنعت نفت که بر

1. central death rate
2. Exposure
3. expectation of life, e_x
4. complete expectations of life

پایه داده‌های پالایش‌شده مردان و زنان به‌طور توأم و پس از بررسی نسلی داده‌ها است، بیم‌رس مرگ هر فرد در طول عمر او و سپس هر نسل محاسبه شده است. پس از محاسبه بیم‌رس مرگ، سپس آن را تبدیل به نرخ مرگ کرده و در مرحله بعدی نرخ‌های مرگ را فرازآوری نموده تا احتمال مرگ به‌دست آید. با به‌دست‌آوردن احتمال مرگ جدول زندگی صندوق‌های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت را محاسبه و در جدول (۱) نشان داده‌ایم. در این بررسی فقط یک عامل مرگ در نظر گرفته شده است. مطالعاتی که بیم‌رس مرگ را از چند عامل در نظر بگیرند هنوز در ایران مطرح نشده است و این موضوعی است که در آینده می‌توان در آن تحقیق کرد.

شاید بتوان روش‌های ساخت جدول زندگی را ازنظر وجود و یا نبود آمارهای حیاتی درست و مطمئن به دو گروه تقسیم‌بندی کرد. در صورت وجود آمار دقیق و فراوان از تاریخ تولد و فوت یک نسل نسبتاً بزرگ(حدود یک‌صد هزار نفر) می‌توان احتمال مرگ را در سنین مختلف براساس شمار درگذشتگان به‌درستی محاسبه کرد. سپس با فرض بر اینکه می‌توان از این آمار احتمال مرگ در هر سن را برآورد کرده و به همه مردم گسترش داد، تمام جدول زندگی را ساخت.

در صورت نبود آمار درست و کافی باید راه‌های دیگری برای محاسبه احتمال مرگ و جدول زندگی در نظر گرفت. یکی از مسائل مهم در انتخاب مشاهدات، سن به هنگام مرگ است و اینکه این سن چه تغییراتی در طول زمان و نسل‌های مختلف داشته است. در اینجا باید از روش‌های ریاضی و توابع ریاضی که بتوانند این دگرگونی‌های سنی را نشان دهند استفاده کرد. البته می‌توان از دگرگونی‌های سنی به هنگام مرگ، استنباطی ریاضی درباره این دگرگونی‌ها داشت. ممکن است این استنباط ریاضی به‌صورت یک تابع ریاضی باشد که سن به هنگام مرگ را برآورد می‌کند یعنی فرض کرد که سن به هنگام مرگ از تابعی ریاضی پیروی می‌کند و این تابع را برای محاسبه جدول زندگی بکار گرفت، مانند توابع گومپرز[1](۱۸۲۵) و میک‌هم[2](۱۸۶۰). این مدل‌های ریاضی را مدل‌های نظری مرگ‌ومیر می‌نامند.

از سوی دیگر، در صورت نبود مشاهدات فراوان، ممکن است برآوردی از مشاهدات

1. Gompertz
2. Makeham

کمتر که بتواند سن به هنگام مرگ را پیش‌بینی کند استفاده کرد. بدین ترتیب به‌کارگیری روش‌های کاربردی، مدل‌های دیگری را به‌وجود آورده است که معروف‌ترین آن‌ها جدول‌های استاندارد می‌باشند. جدول‌های استاندارد نیز تنوع دارند و می‌توان از روش-های جدول‌های استاندارد سازمان ملل(۱۹۵۵) که برای همه کشورها و یا جدولی‌هایی که برای کشورهای خاصی طراحی‌شده نام برد. از دیگر روش‌های معروف کاربردی، روش کول و دمنی[1](۱۹٦٦)، روش لدرمن[2](۱۹٦۹) و براس[3](۱۹٦۸) می‌باشند.

البته اگر فرض کنیم که مردمان و نسل‌های کشورهای گوناگون شباهت‌های زیادی با یکدیگر دارند و عواملی که موجب مرگ می‌شود تغییر چندانی نداشته است، درآن-صورت می‌توان از این جدول‌های استاندارد استفاده کرد. ولی به تجربه با به‌کارگیری این جدول‌ها در کشورهای گوناگون، اختلاف نسل‌ها و نیز نژادهای کشورهای گوناگون مطرح شده است. افزون بر این عوامل و خطرهای جدیدی که زندگی انسان‌ها را تهدید می‌کند، روند سن به هنگام مرگ را در بسیاری از کشورها تغییر داده است.

در مقایسه مدل‌های گوناگون جدول زندگی به تفاوت‌هایی می‌رسیم که آن‌ها را به دو گروه کلی تقسیم می‌کنیم. مدل‌های نظری و مدل‌های آماری مرگ‌ومیر. کایفیتز[4](۱۹۸٤) دراین‌باره شرح مفصلی آورده است. در مدل‌های نظری که بیشتر روش‌های اکچوئری از آن پیروی می‌کنند، مدلی ریاضی برای سن به هنگام مرگ در نظر گرفته می‌شود که توجیه نظری و تطابق تجربی دارند؛ یعنی با توجه به نظریات گوناگون و مطابقت با مشاهدات نسل‌های مختلف مطرح شده‌اند. این مدل‌ها مانند گومپرز- میک‌هم، در ادبیات اکچوئری بکار می‌روند.

در مدل‌های آماری و کاربردی، تلاش برای دستیابی به روشی می‌شود که بتواند کاستی-های آمار ثبتی را چاره کند و جدا از این کاستی‌ها، جدول زندگی را محاسبه کند. این روش‌ها یا تک- پارامتری و یا چند- پارامتری هستند. جدول‌های استاندارد عموماً تک- پارامتری هستند. مدل براساس دو پارامتری و مدل لدرمن، پنج- پارامتری است. شمار پارامترهای این مدل‌ها چند ویژگی را به دنبال دارند. اگر از پارامترهای کمتری در

---

1. Cole, and Demeny
2. Lederman
3. Brass
4. Keyfitz

محاسبه استفاده شود، نیاز به داده‌های مربوطه کمتر و محاسبه آسان‌تر می‌شود. با افزایش پارامترها، دقت مدل بیشتر شده ولی محاسبات سخت‌تر می‌شوند؛ بنابراین پژوهشگر و مدل‌ساز باید با توجه به محدودیت‌هایی که با آن روبروست، تصمیم بگیرد که چه روشی مناسب‌تر است.

باوجود آمار و اطلاعات در دسترس مرگ‌ومیر کودکان و کهن‌سالان، یعنی آمار کودکان زیر پنج سال و سالمندان بیش از ٦٠ یا ٦٥ سال برای برآورد پارامترهای مدل استفاده می‌شود تا تمام جدول زندگی را محاسبه و آن را ساخت.

ماری و دیگران(۲۰۰۰) روش محاسبه جدول زندگی را در سازمان بهداشت جهانی در مقایسه با دیگر روش‌ها شرح می‌دهند. در این روش تلاش شده با استفاده از دو پارامتر و داشتن یک جدول استاندارد معمولی، جدول زندگی را ساخت. این روش فرض می‌گیرد که یک رابطه لوجیت خطی میان جدول استاندارد و جدولی که مورد نظر است وجود دارد و تنها باید دو پارامتر این رابطه خطی را از مشاهدات برآورد کرد.

۵ـ۱ـ روش مستقیم

هنگامی‌که آمار مرگ یک جمعیت ثابت و قابل‌توجه در دسترس باشد، می‌توان به‌سادگی جدول زندگی را محاسبه کرد. سادگی آن ازاین‌جهت است که روابط خاص و تعریف‌شده‌ای میان متغیرهای جدول وجود دارد. با داشتن یکی از آن متغیرها، ستون‌های دیگر این جدول به‌آسانی به‌دست می‌آید و در روش مستقیم محاسبه جدول زندگی که در ادامه این بخش می‌آید به شرح روابط متغیرهای مطرح در این جدول و نحوه محاسبه آن‌ها می‌پردازیم. در این روش باید یک جمعیت ثابت در اختیار باشد، یعنی جمعیتی که در یک روز همه متولد شده و نوزاد دیگری به آن‌ها اضافه نشود و این جمعیت تا آخرین نفر زیر نظر قرارگرفته و شمار زنده‌ها و مردگان ثبت و براساس آن احتمال مرگ و دیگر معلومات جدول زندگی به‌دست آید؛ بنابراین باید یک جمعیت بزرگ در اختیار داشت و افزون بر این شمار آن‌ها باید آن‌چنان باشد که نرخ‌های خام محاسبه‌شده را بتوان به‌مثابه احتمال در نظر گرفت. پس باید جمعیتی چشمگیر در اختیار داشت و آن‌ها را زیر نظر داشته و تا پایان زندگی آخرین نفر شمارش کرد. معمولاً شمار این جمعیت فرضی یک صد هزار نفر در نظر گرفته می‌شود. ابتدا روابط

متغیرهای جدول زندگی برای داده‌های سالانه($n = 1$) به‌طور خلاصه شرح می‌دهیم. یک‌صد هزار نوزاد یک نسل فرضی را که همه در یک روز متولد شده‌اند در نظر بگیرید. فرض می‌کنیم که نوزاد دیگری به این جمع افزوده نشود و تنها از راه مرگ شمار این نسل کاهش یابد؛ بنابراین یک نسل بسته را تشکیل می‌دهند و آن را با l_0که ریشه[1] این نسل نامیده می‌شود نشان می‌دهیم. متغیرهای دیگر جدول عبارت‌اند از l_x، d_x، p_x، q_x، L_x، T_x، $\overset{\circ}{e}_x$، و m_xکه روابط(۱) تا(۹) در میان آن‌ها برقرار است و در ادبیات این موضوع مانند باورز و دیگران[2](۱۹۹۷)، برون[3](۱۹۹۷) و لندن[4](۱۹۹۷) به‌تفصیل آمده است.

(۲) $l_0 = 100{,}000$

(۳) $d_0 = l_0 - l_1$

(۴) $d_x = l_x - l_{x+1}$

(۵) $p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$

(۶) $q_x = \frac{d_x}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} = 1 - p_x$

(۷) $L_x \approx l_x - \frac{1}{2} d_x$

(۸) $T_x = L_x + L_{x+1} + L_{x+2} + \cdots$

(۹) $\overset{\circ}{e}_x = \frac{T_x}{l_x}$

(۱۰) $m_x = \frac{d_x}{L_x}$

(۱۱) $q_x = \frac{m_x}{1 + \frac{1}{2} m_x}$

برای جدول زندگی گروهی، معمولاً دوره‌های پنج‌ساله در نظر گرفته می‌شود، n=۵ ولی به‌طورکلی عبارت‌اند از:

(۱۲) ${}_n d_x = l_x - l_{x+n}$

(۱۳) ${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}$

(۱۴) ${}_n q_x = \frac{{}_n d_x}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x} = 1 - {}_n p_x$

(۱۵) ${}_n L_x = \frac{n}{2}(l_x + l_{x+n})$

---

1. Radix
2. Bowers et al
3. Brown
4. London

$$(۱۶)\ T_x = T_{x+n} + {}_nL_x$$

$$(۱۷)\ \mathring{e}_x = \frac{T_x}{l_x}$$

$$(۱۸)\ {}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{L_x}$$

$$(۱۹)\ {}_nq_x = \frac{m_x}{1+\frac{1}{2}m_x}$$

پس‌ازاین نرخ‌های به‌دست آمده را فرازآوری کرده که نتایج فرازآوری و آزمون‌های مربوطه در بخش ششم خواهد آمد.

۵ـ۲ـ روش‌های غیرمستقیم

معمولاً مدل‌های نظری، یک مدل بسته را بر یک جامعه آماری تحمیل می‌کنند. این مدل‌ها تلاش می‌کنند تغییرات متغیر موردنظر را بر پایه تغییرات یک یا چند متغیر وابسته نشان دهند و آن را تعریف کنند. برای این‌چنین مدل‌ها فرضیات استواری لازم است تا پذیرش مدل ریاضی را آسان کند. یکی از این توابع نظری تابع گومپرتز[1] است که فرض می‌گیرد مرگ رابطه‌ای مستقیم و نمایی با سن دارد.

$$(۲۰)\ \mu = Bc^x$$

در این رابطه μ بردار نرخ آنی مرگ[2] یا شتاب مرگ[3]، B و c عددهای ثابت و x سن فرد است. این رابطه شتاب مردن را به صورتی هماهنگ با سن فرد فرض می‌گیرد و عددهای ثابت B و c از راه برازش آماری و داده‌های مربوطه محاسبه می‌شوند. بدیهی است که در رابطه(۲۰) سن شتاب مرگ به‌صورت پیوسته اندازه‌گیری می‌شوند.

اگر رابطه(٦) را در نظر بگیریم که در آن زمان در یک مدت بسیار کوچک Δt تغییر - کند، این رابطه را می‌توان به‌صورت زیر در نظرگرفت:

$$(۲۱)\ q_x = \frac{l_x - l_{x+\Delta t}}{l_x\,\Delta t}$$

با در نظر گرفتن حد معادله(۲۱) شتاب مرگ به‌دست می‌آید.

$$(۲۲)\ \mu_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{l_x - l_{x+\Delta t}}{l_x\,\Delta t}$$

ازآنجاکه طرف راست رابطه(۲۲) یک مشتق لگاریتمی است، می‌توان این رابطه را به

---

1. Gumpertz
2. Instantaneous rate of death
3. Force of mortality

یک رابطه نمایی تبدیل کرد.

$$(۲۳)\ \mu_x = -D \ln l_x$$

و یا

$$(۲۴)\ l_x = l_0 exp\{-\int_0^x \mu_z\, dz\}$$

و می‌توان با استفاده از رابطه(۵) و(٦) و(٢٤) احتمال مرگ را برحسب شتاب مرگ به‌دست آورد.

$$(۲۵)\ q_x = 1 - e^{\left[-\int_x^{x+1} \mu_z dz\right]}$$

و اگر فرض کنیم که شتاب مرگ ثابت است رابطه(۲۳) را می‌توان چنین نوشت:

$$(۲۶)\ q_x = 1 - e^{-\mu}$$

حال اگر نرخ مرگ را مساوی شتاب مرگ قرار دهیم، $m_x = \mu$خواهیم داشت:

$$(۲۷)\ q_x = 1 - e^{-m_x}$$

پس می‌توان با محاسبه نرخ مرگ از داده‌های آماری، احتمال مرگ را به‌دست آورده و سپس متغیرهای دیگر جدول زندگی را به‌دست آورد.

جدول ۱. جدول زندگی مشترکین صندوق‌های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت.

سن	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x
۲۰	۰٫۰۰۰۱۱۵۲٤۵	۹۹,۹۱۱	۱۲	۹۹۹۰۵	۵۹٤۱٤۹۹	۵۹٫٤۷
۲۱	۰٫۰۰۰۱۲۸۲۷۹	۹۹٫۸۹۹	۱۳	۹۹۸۹۲٫۵	۵۸٤۱۵۹٤	۵۸٫٤۷
۲۲	۰٫۰۰۰۱٤۲۷۸۷	۹۹٫۸۸٦	۱٤	۹۹۸۷۹	۵۷٤۱۷۰۱	۵۷٫٤۸
۲۳	۰/۰۰۰۱۵۸۹۳۵	۹۹٫۸۷۲	۱٦	۹۹۸٦٤	۵٦٤۱۸۲۲	۵٦٫٤۹
۲٤	۰٫۰۰۰۱۷٦۹۱	۹۹٫۸۵٦	۱۸	۹۹۸٤۷	۵۵٤۱۹۵۸	۵۵٫۵
۲۵	۰٫۰۰۰۱۹٦۹۱٦	۹۹٫۸۳۸	۲۰	۹۹۸۲۸	۵٤٤۲۱۱۱	۵٤٫۵۱
۲٦	۰٫۰۰۰۲۱۹۱۸۵	۹۹٫۸۱۸	۲۲	۹۹۸۰۷	۵۳٤۲۲۸۳	۵۳٫۵۲
۲۷	۰٫۰۰۰۲٤۳۹۷	۹۹٫۷۹٦	۲٤	۹۹۷۸٤	۵۲٤۲٤۷٦	۵۲٫۵۳
۲۸	۰٫۰۰۰۲۷۱۵۵۷	۹۹٫۷۷۲	۲۷	۹۹۷۵۸٫۵	۵۱٤۲٦۹۲	۵۱٫۵٤
۲۹	۰٫۰۰۰۳۰۲۲٦۳	۹۹٫۷٤۵	۳۰	۹۹۷۳۰	۵۰٤۲۹۳٤	۵۰٫۵٦
۳۰	۰٫۰۰۰۳۳٦٤۳۸	۹۹٫۷۱۵	۳٤	۹۹٦۹۸	٤۹٤۳۲۰٤	٤۹٫۵۷
۳۱	۰٫۰۰۰۳۷٤٤۷۵	۹۹٫٦۸۱	۳۷	۹۹٦٦۲٫۵	٤۸٤۳۵۰٦	٤۸٫۵۹
۳۲	۰٫۰۰۰٤۱٦۸۱۱	۹۹٫٦٤٤	٤۲	۹۹٦۲۳	٤۷٤۳۸٤۳	٤۷٫٦۱
۳۳	۰٫۰۰۰٤٦۳۹۲۸	۹۹٫٦۰۲	٤٦	۹۹۵۷۹	٤٦٤٤۲۲۰	٤٦٫٦۳

جدول زندگی صندوق بازنشستگی صنعت نفت ایران ۱۹

سن	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x
۳٤	۰٫۰۰۰۵۱٦۳٦۸	۹۹٫۵۵٦	۵۱	۹۹۵۳۰٫۵	٤۵٤٤٦٤۱	٤۵٫٦۵
۳۵	۰٫۰۰۰۵۷٤۷۳۱	۹۹٫۵۰۵	۵۷	۹۹٤۷٦٫۵	٤٤٤۵۱۱۱	٤٤٫٦۷
۳٦	۰٫۰۰۰٦۳۹٦۸۳	۹۹٫٤٤۸	٦٤	۹۹٤۱٦	٤۳٤۵٦۳٤	٤۳٫۷
۳۷	۰٫۰۰۰۷۱۱۹٦۸	۹۹٫۳۸٤	۷۱	۹۹۳٤۸٫۵	٤۲٤٦۲۱۸	٤۲٫۷۳
۳۸	۰٫۰۰۰۷۹۲٤۱۲	۹۹٫۳۱۳	۷۹	۹۹۲۷۳٫۵	٤۱٤٦۸۷۰	٤۱٫۷٦
۳۹	۰٫۰۰۰۸۸۱۹۳۳	۹۹٫۲۳٤	۸۸	۹۹۱۹۰	٤۰٤۷۵۹٦	٤۰٫۷۹
٤۰	۰٫۰۰۰۹۸۱۵۵۳	۹۹٫۱٤٦	۹۷	۹۹۰۹۷٫۵	۳۹٤۸٤۰٦	۳۹٫۸۲
٤۱	۰٫۰۰۱۰۹۲٤۰٦	۹۹٫۰٤۹	۱۰۸	۹۸۹۹۵	۳۸٤۹۳۰۹	۳۸٫۸٦
٤۲	۰٫۰۰۱۲۱۵۷۵۷	۹۸٫۹٤۱	۱۲۰	۹۸۸۸۱	۳۷۵۰۳۱٤	۳۷٫۹
٤۳	۰٫۰۰۱۳۵۳۰۰۷	۹۸٫۸۲۱	۱۳٤	۹۸۷۵٤	۳٦۵۱٤۳۳	۳٦٫۹۵
٤٤	۰٫۰۰۱۵۰۵۷۱٦	۹۸٫٦۸۷	۱٤۹	۹۸٦۱۲٫۵	۳۵۵۲٦۷۹	۳٦
٤۵	۰٫۰۰۱٦۷۵٦۱۸	۹۸٫۵۳۸	۱٦۵	۹۸٤۵۵٫۵	۳٤۵٤۰٦٦	۳۵٫۰۵
٤٦	۰٫۰۰۱۸٦٤٦۳۸	۹۸٫۳۷۳	۱۸۳	۹۸۲۸۱٫۵	۳۳۵۵٦۱۱	۳٤٫۱۱
٤۷	۰٫۰۰۲۰۷٤۹۱٤	۹۸٫۱۹۰	۲۰٤	۹۸۰۸۸	۳۲۵۷۳۲۹	۳۳٫۱۷
٤۸	۰٫۰۰۲۳۰۸۸۲	۹۷٫۹۸٦	۲۲٦	۹۷۸۷۳	۳۱۵۹۲٤۱	۳۲٫۲٤
٤۹	۰٫۰۰۲۵٦۸۹۹۳	۹۷٫۷٦۰	۲۵۱	۹۷٦۳٤٫۵	۳۰٦۱۳٦۸	۳۱٫۳۲
۵۰	۰٫۰۰۲۸۵۸۳۵۷	۹۷٫۵۰۹	۲۷۹	۹۷۳٦۹٫۵	۲۹٦۳۷۳٤	۳۰٫۳۹
۵۱	۰٫۰۰۳۱۸۰۱۵۹	۹۷٫۲۳۰	۳۰۹	۹۷۰۷۵٫۵	۲۸٦٦۳٦٤	۲۹٫٤۸
۵۲	۰٫۰۰۳۵۳۷۹۹۷	۹٦٫۹۲۱	۳٤۳	۹٦۷٤۹٫۵	۲۷٦۹۲۸۹	۲۸٫۵۷
۵۳	۰٫۰۰۳۹۳۵۸٦۱	۹٦٫۵۷۸	۳۸۰	۹٦۳۸۸	۲٦۷۲۵۳۹	۲۷٫٦۷
۵٤	۰٫۰۰٤۳۷۸۱۷	۹٦٫۱۹۸	٤۲۱	۹۵۹۸۷٫۵	۲۵۷٦۱۵۱	۲٦٫۷۸
۵۵	۰٫۰۰٤۸٦۹۸۲۲	۹۵٫۷۷۷	٤٦٦	۹۵۵٤٤	۲٤۸۰۱٦٤	۲۵٫۹
۵٦	۰٫۰۰۵٤۱٦۲۳۲	۹۵٫۳۱۱	۵۱٦	۹۵۰۵۳	۲۳۸٤٦۲۰	۲۵٫۰۲
۵۷	۰٫۰۰٦۰۲۳۳۹۳	۹٤٫۷۹۵	۵۷۱	۹٤۵۰۹٫۵	۲۲۸۹۵٦۷	۲٤٫۱۵
۵۸	۰٫۰۰٦٦۹۷۹۲۷	۹٤٫۲۲٤	٦۳۱	۹۳۹۰۸٫۵	۲۱۹۵۰۵۷	۲۳٫۳
۵۹	۰٫۰۰۷٤٤۷۱٤۹	۹۳٫۵۹۳	٦۹۷	۹۳۲٤٤٫۵	۲۱۰۱۱٤۹	۲۲٫٤۵
٦۰	۰٫۰۰۸۲۷۹۱۲٦	۹۲٫۸۹٦	۷٦۹	۹۲۵۱۱٫۵	۲۰۰۷۹۰٤	۲۱٫٦۱
٦۱	۰٫۰۰۹۲۰۲۷۵۲	۹۲٫۱۲۷	۸٤۸	۹۱۷۰۳	۱۹۱۵۳۹۳	۲۰٫۷۹
٦۲	۰٫۰۱۰۲۲۷۸۱۷	۹۱٫۲۷۹	۹۳٤	۹۰۸۱۲	۱۸۲۳٦۹۰	۱۹٫۹۸
٦۳	۰٫۰۱۱۳٦۵۰۸۸	۹۰٫۳٤۵	۱۰۲۷	۸۹۸۳۱٫۵	۱۷۳۲۸۷۸	۱۹٫۱۸
٦٤	۰٫۰۱۲٦۲٦۳۸٤	۸۹٫۳۱۸	۱۱۲۸	۸۸۷۵٤	۱٦٤۳۰٤٦	۱۸٫٤
٦۵	۰٫۰۱٤۰۲٤٦٦۳	۸۸٫۱۹۰	۱۲۳۷	۸۷۵۷۱٫۵	۱۵۵٤۲۹۲	۱۷٫٦۲
٦٦	۰٫۰۱۵۵۷٤۱۰۳	۸٦٫۹۵۳	۱۳۵٤	۸٦۲۷٦	۱٤٦٦۷۲۱	۱٦٫۸۷
٦۷	۰٫۰۱۷۲۹۰۱۹	۸۵٫۵۹۹	۱٤۸۰	۸٤۸۵۹	۱۳۸۰٤٤۵	۱٦٫۱۳
٦۸	۰٫۰۱۹۱۸۹۷۹۷	۸٤٫۱۱۹	۱٦۱٤	۸۳۳۱۲	۱۲۹۵۵۸٦	۱۵٫٤

سن	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x
۶۹	۰٫۰۲۱۲۹۱۲۶٤	۸۲٫۵۰۵	۱۷۵۷	۸۱۶۲۶٫۵	۱۲۱۲۲۷٤	۱٤٫۶۹
۷۰	۰٫۰۲۳۶۱٤٤۶۸	۸۰٫۷٤۸	۱۹۰۷	۷۹۷۹٤٫۵	۱۱۳۰۶٤۷	۱٤
۷۱	۰٫۰۲۶۱۸۰۸۸۶	۷۸٫۸٤۱	۲۰۶٤	۷۷۸۰۹	۱۰۵۰۸۵۳	۱۳٫۳۳
۷۲	۰٫۰۲۹۰۱۳۶۳۷	۷۶٫۷۷۷	۲۲۲۸	۷۵۶۶۳	۹۷۳۰٤۳٫۵	۱۲٫۶۷
۷۳	۰٫۰۳۲۱۳۷۵۱۱	۷٤٫۵٤۹	۲۳۹۶	۷۳۳۵۱	۸۹۷۳۸۰٫۵	۱۲٫۰٤
۷٤	۰٫۰۳۵۵۷۸۹۶۲	۷۲٫۱۵۳	۲۵۶۷	۷۰۸۶۹٫۵	۸۲٤۰۲۹٫۵	۱۱٫٤۲
۷۵	۰٫۰۳۹۳۶۶۰۷۹	۶۹٫۵۸۶	۲۷۳۹	۶۸۲۱۶٫۵	۷۵۳۱۶۰	۱۰٫۸۲
۷۶	۰٫۰٤۳۵۲۸۵۰۲	۶۶٫۸٤۷	۲۹۱۰	۶۵۳۹۲	۶۸٤۹٤۳٫۵	۱۰٫۲۵
۷۷	۰٫۰٤۸۰۹۷۲۹۹	۶۳٫۹۳۷	۳۰۷۵	۶۲۳۹۹٫۵	۶۱۹۵۵۱٫۵	۹٫۶۹
۷۸	۰٫۰۵۳۱۰٤۷۷۳	۶۰٫۸۶۲	۳۲۳۲	۵۹۲٤۶	۵۵۷۱۵۲	۹٫۱۵
۷۹	۰٫۰۵۸۵۸٤۲۰۸	۵۷٫۶۳۰	۳۳۷۶	۵۵۹٤۲	٤۹۷۹۰۶	۸٫۶٤
۸۰	۰٫۰۶٤۵۶۹۵۲	۵٤٫۲۵٤	۳۵۰۳	۵۲۵۰۲٫۵	٤٤۱۹۶٤	۸٫۱۵
۸۱	۰٫۰۷۱۰۹٤۸۳٤	۵۰٫۷۵۱	۳۶۰۸	٤۸۹٤۷	۳۸۹٤۶۱٫۵	۷٫۶۷
۸۲	۰٫۰۷۸۱۹۳۹٤۷	٤۷٫۱٤۳	۳۶۸۶	٤۵۳۰۰	۳٤۰۵۱٤٫۵	۷٫۲۲
۸۳	۰٫۰۸۵۸۹۹۶۹٤	٤۳٫٤۵۷	۳۷۳۳	٤۱۵۹۰٫۵	۲۹۵۲۱٤٫۵	۶٫۷۹
۸٤	۰٫۰۹٤۲٤۳۲۰۳	۳۹٫۷۲٤	۳۷٤٤	۳۷۸۵۲	۲۵۳۶۲٤	۶٫۳۸
۸۵	۰٫۱۰۳۲۵۳۰٤۳	۳۵٫۹۸۰	۳۷۱۵	۳٤۱۲۲٫۵	۲۱۵۷۷۲	۶
۸۶	۰٫۱۱۲۹۵٤۲۷۳	۳۲٫۲۶۵	۳۶٤٤	۳۰٤٤۳	۱۸۱۶٤۹٫۵	۵٫۶۳
۸۷	۰٫۱۲۳۳۶۷٤۰۸	۲۸٫۶۲۱	۳۵۳۱	۲۶۸۵۵٫۵	۱۵۱۲۰۶٫۵	۵٫۲۸
۸۸	۰٫۱۳٤۵۰۷۳۲۲	۲۵٫۰۹۰	۳۳۷۵	۲۳٤۰۲٫۵	۱۲٤۳۵۱	٤٫۹۶
۸۹	۰٫۱٤۶۳۸۲۱۲۹	۲۱٫۷۱۵	۳۱۷۹	۲۰۱۲۵٫۵	۱۰۰۹٤۸٫۵	٤٫۶۵
۹۰	۰٫۱۵۸۹۹۲۰۷۳	۱۸٫۵۳۶	۲۹٤۷	۱۷۰۶۲٫۵	۸۰۸۲۳	٤٫۳۶
۹۱	۰٫۱۷۲۳۲۸٤۹۵	۱۵٫۵۸۹	۲۶۸۶	۱٤۲٤۶	۶۳۷۶۰٫۵	٤٫۰۹
۹۲	۰/۱۸۶۳۷۲۹۱۳	۱۲٫۹۰۳	۲٤۰۵	۱۱۷۰۰٫۵	٤۹۵۱٤٫۵	۳٫۸٤
۹۳	۰٫۲۰۱۰۹۶۳۰۳	۱۰٫٤۹۸	۲۱۱۱	۹٤٤۲٫۵	۳۷۸۱٤	۳٫۶
۹٤	۰٫۲۱۶٤۵۸۶۳۱	۸٫۳۸۷	۱۸۱۵	۷٤۷۹٫۵	۲۸۳۷۱٫۵	۳٫۳۸
۹۵	۰٫۲۳۲٤۰۸۶۹٤	۶٫۵۷۲	۱۵۲۷	۵۸۰۸٫۵	۲۰۸۹۲	۳٫۱۸
۹۶	۰٫۲٤۸۸۸٤۳۲۹	۵٫۰٤۵	۱۲۵۶	٤٤۱۷	۱۵۰۸۳٫۵	۲٫۹۹
۹۷	۰٫۲۶۵۸۱۳۰۰۹	۳٫۷۸۹	۱۰۰۷	۳۲۸۵٫۵	۱۰۶۶۶٫۵	۲٫۸۲
۹۸	۰٫۲۸۳۱۱۲۸۵۵	۲٫۷۸۲	۷۸۸	۲۳۸۸	۷۳۸۱	۲٫۶۵
۹۹	۰٫۳۰۰۶۹٤۰۳	۱٫۹۹٤	۶۰۰	۱۶۹٤	٤۹۹۳	۲٫۵
۱۰۰	۰٫۳۱۸٤۶۰٤۹۳	۱٫۳۹٤	٤٤٤	۱۱۷۲	۳۲۹۹	۲٫۳۷
۱۰۱	۰٫۳۳۶۳۱۲۰۳۲	۹۵۰	۳۱۹	۷۹۰٫۵	۲۱۲۷	۲٫۲٤
۱۰۲	۰٫۳۵٤۱٤۶۵	۶۳۱	۲۲۳	۵۱۹٫۵	۱۳۳۶٫۵	۲٫۱۲
۱۰۳	۰٫۳۷۱۸۶۲۱۳۹	٤۰۸	۱۵۲	۳۳۲	۸۱۷	۲

سن	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x
۱۰٤	۰٫۳۸۹۳۵۹۸۸٦	۲۵٦	۱۰۰	۲۰٦	٤۸۵	۱٫۸۹
۱۰۵	۰٫٤۰٦۵٤۵۵۵۸	۱۵٦	٦۳	۱۲٤٫۵	۲۷۹	۱٫۷۹
۱۰٦	۰٫٤۲۳۳۳۱۷۹۲	۹۳	۳۹	۷۳٫۵	۱۵٤٫۵	۱٫٦٦
۱۰۷	۰٫٤۳۹٦۳۹٦۹۲	۵٤	۲٤	٤۲	۸۱	۱٫۵
۱۰۸	۰٫٤۵۵٤۰۰۰۹۷	۳۰	۱٤	۲۳	۳۹	۱٫۳
۱۰۹	۰٫٤۷۰۵۵٤٤۵۳	۱٦	۸	۱۲	۱٦	۱
۱۱۰	۱	۸	۸	٤	٤	۰٫۵

فرازآوری

در اغلب جدول‌های زندگی محقق با آمار و داده‌هایی روبرو می‌شود که مستقیماً احتمال مرگ را به‌دست نمی‌دهند و ناچار باید از روش‌هایی برای تخمین نرخ مرگ، احتمال مرگ و یا شتاب مرگ استفاده کرد. فرازآوری روشی برای این منظور می‌باشد که شرح آن در فورفار و دیگران(۱۹۸۸) آمده است. ازآنجاکه شرح این روش بسیار طولانی است، در این مقاله به آن نمی‌پردازیم و می‌توان به منبع بالا مراجعه کرد. در این مقاله آزمون‌های فرازآوری که در دیگر جدول‌های ایرانی دیده نشده است مطرح می‌شود. در جدول(۲) آزمون‌های مرتبط با فرازآوری را آورده‌ایم که در آن d_x شمار فوت‌شدگان، $\hat{\mathrm{d}}_{\mathrm{x}}$ برآورد شمار فوت‌شدگان و در ستون چهارم اختلاف این دو کمیت آمده است. $V_{\mathrm{x}}^{1/2}$ برآوردی از انحراف معیار شمار فوت‌شدگان و Z_{x} انحراف نسبی برآورد و S_{x}^2 مجذور انحرافات است که از یک توزیع کای- دو برخوردار است و ستون آخر جدول درصد تغییرات نسبی را نشان می‌دهد.

جدول ۲. آزمون‌های فرازآوری

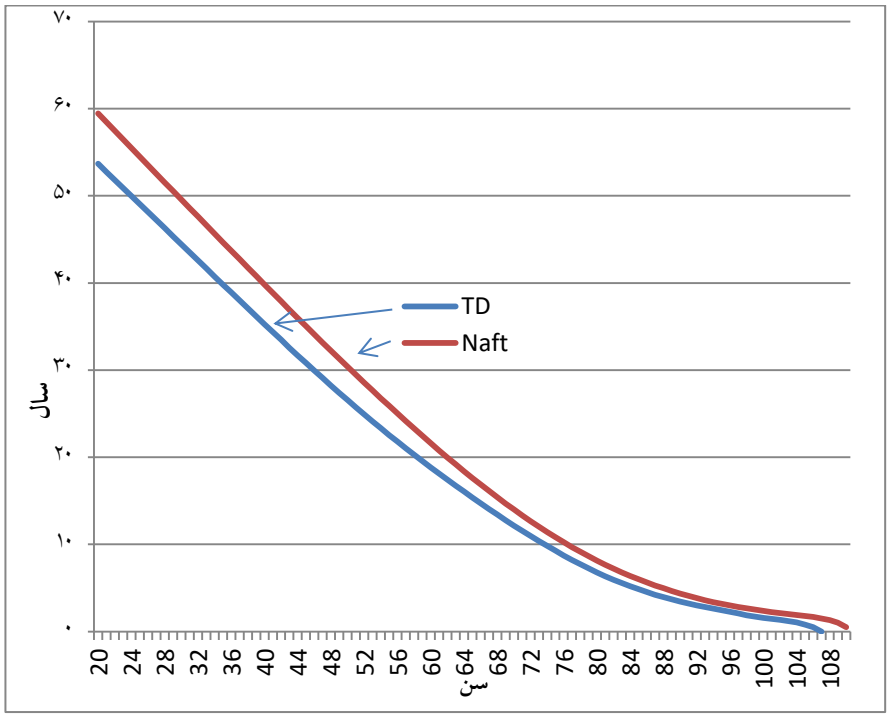
سن	d_x	$\hat{d}_x$	$dev = d_x - \hat{d}_x$	$V_x^{1/2}$	Z_x	S_x^2	$100\left(\frac{d_x}{\hat{d}_x}\right)$
۲۰	۰	۰٫۰۷٦	۰	۰٫۲۷۵٦۸۱	−۰٫۲۷۵٦۸	۰٫۰۷٦	۰
۲۱	۰	۰٫۷٦۲۰۸۲	−۰٫۷٦۲۰۸	۰٫۸۷۲۹۷۳	−۰٫۸۷۲۹۷	۰٫۷٦۲۰۸۲	۰
۲۲	۰	۰٫۰۷٦	−۰٫۰۷٦	۰٫۲۷۵٦۸۱	−۰٫۲۷۵٦۸	−۰٫۰۷٦	۰
۲۳	۰	۰٫۰۷٦	−۰٫۰۷٦	۰٫۲۷۵٦۸۱	−۰٫۲۷۵٦۸	−۰٫۰۷٦	۰
۲٤	۰	۰٫۰۷٦	−۰٫۰۷٦	۰٫۲۷۵٦۸۱	−۰٫۲۷۵٦۸	−۰٫۰۷٦	۰

سن	d_x	$\widehat{d}_x$	$dev = d_x - \widehat{d}_x$	$V_x^{1/2}$	Z_x	S_x^2	$100\left(\frac{d_x}{\widehat{d}_x}\right)$
۲۵	۰	۰٫۷۶۲۰۸۲	−۰٫۷۶۲۰۸	۰٫۸۷۲۹۷۳	−۰٫۸۷۲۹۷	۰٫۷۶۲۰۸۲	۰
۲۶	۰	۰٫۰۷۶	−۰٫۰۷۶	۰٫۲۷۵۶۸۱	−۰٫۲۷۵۶۸	−۰٫۰۷۶	۰
۲۷	۰	۰٫۰۷۶	−۰٫۰۷۶	۰٫۲۷۵۶۸۱	−۰٫۲۷۵۶۸	−۰٫۰۷۶	۰
۲۸	۱	۰٫۷۵۹۹۳۸	۰٫۲۴۰۰۶۲	۰٫۸۷۱۷۴۴	۰٫۲۷۵۳۸۱	۰٫۰۷۵۸۳۵	۱۳۱٫۵۸۹۶
۲۹	۰	۰٫۷۶۱۰۷۹	−۰٫۷۶۱۰۸	۰٫۸۷۲۳۹۹	−۰٫۸۷۲۴	۰٫۷۶۱۰۷۹	۰
۳۰	۰	۰٫۰۷۵۹	−۰٫۰۷۵۹	۰٫۲۷۵۵	−۰٫۲۷۵۵	۰٫۰۷۵۹	۰
۳۱	۴	۳٫۷۹۱۲۳	۰٫۲۰۸۷۷	۱٫۹۴۷۱۰۸	۰٫۱۰۷۲۲۱	۰٫۰۱۱۴۹۶	۱۰۵٫۵۰۶۷
۳۲	۵	۳٫۷۵۸۶۹۲	۱٫۲۴۱۳۰۸	۱٫۹۳۸۷۳۵	۰٫۶۴۰۲۶۷	۰٫۴۰۹۹۴۲	۱۳۳٫۰۲۵
۳۳	۹	۸٫۲۱۸۱۳	۰٫۷۸۱۸۷	۲٫۸۶۶۷۲۸	۰٫۲۷۲۷۳۹	۰٫۰۷۴۳۸۷	۱۰۹٫۵۱۴
۳۴	۸	۸٫۰۹۸۹۸۴	−۰٫۰۹۸۹۸	۲٫۸۴۵۸۷۱	−۰٫۰۳۴۷۸	۰٫۰۰۱۲۱	۹۸٫۷۷۷۸۳
۳۵	۷	۷٫۲۹۰۴۵۲	−۰٫۲۹۰۴۵	۲٫۷۰۰۰۸۴	−۰٫۱۰۷۵۷	۰٫۰۱۱۵۷۲	۹۶٫۰۱۵۹۹
۳۶	۱۰	۷٫۹۱۳۰۰۸	۲٫۰۸۶۹۹۲	۲٫۸۱۳۰۰۷	۰٫۷۴۱۹۰۸	۰٫۵۵۰۴۲۷	۱۲۶٫۳۷۴۲
۳۷	۶	۶٫۴۳۰۸۴۳	−۰٫۴۳۰۸۴	۲٫۵۳۵۹۱۱	−۰٫۱۶۹۹	۰٫۰۲۸۸۶۵	۹۳٫۳۰۰۳۷
۳۸	۱۳	۱۴٫۰۸۴۳	−۱٫۰۸۴۳	۳٫۷۵۲۹۰۶	−۰٫۲۸۸۹۲	۰٫۰۸۳۴۷۷	۹۲٫۳۰۱۳۵
۳۹	۷	۶٫۹۲۳۷۱۲	۰٫۰۷۶۲۸۸	۲٫۶۳۱۲۹۵	۰٫۰۲۸۹۹۲	۰٫۰۰۰۸۴۱	۱۰۱٫۱۰۱۸
۴۰	۵	۶٫۱۸۳۲۸۴	−۱٫۱۸۳۲۸	۲٫۴۸۶۶۲۱	−۰٫۴۷۵۸۶	۰٫۲۲۶۴۴۳	۸۰٫۸۶۳۱۸
۴۱	۱۳	۱۳٫۶۰۵۱	−۰٫۶۰۵۱	۳٫۶۸۸۵۰۹	−۰٫۱۶۴۰۵	۰٫۰۲۶۹۱۲	۹۵٫۵۵۲۴
۴۲	۱۳	۱۳٫۲۸۰۲۵	−۰٫۲۸۰۲۵	۳٫۶۴۴۲۰۷	−۰٫۰۷۶۹	۰٫۰۰۵۹۱۴	۹۷٫۸۸۹۷۵
۴۳	۱۳	۱۲٫۹۹۳۷۳	۰٫۰۰۶۲۷۴	۳٫۶۰۴۶۸۱	۰٫۰۰۱۷۴۱	۰٫۰۰۰۰۰۳۰۳	۱۰۰٫۰۴۸۳
۴۴	۱۶	۱۹٫۱۴۲۴۷	−۳٫۱۴۲۴۷	۴٫۳۷۵۲۱	−۰٫۷۱۸۲۴	۰٫۵۱۵۸۷۴	۸۳٫۵۸۳۸
۴۵	۹	۶٫۸۷۲۷۲۵	۲٫۱۲۷۲۷۵	۲٫۶۲۱۵۸۸	۰٫۸۱۱۴۴۵	۰٫۶۵۸۴۴۳	۱۳۰٫۹۵۲۴
۴۶	۱۳	۱۲٫۳۰۳۹۴	۰٫۶۹۶۰۵۷	۳٫۵۰۷۶۹۸	۰٫۱۹۸۴۳۷	۰٫۰۳۹۳۷۷	۱۰۵٫۶۵۷۲
۴۷	۱۲	۱۲٫۰۱۹۸۴	−۰٫۰۱۹۸۴	۳٫۴۶۶۹۶۳	−۰٫۰۰۵۷۲	۰٫۰۰۰۰۳۲۷	۹۹٫۸۳۴۹۸
۴۸	۱۰	۱۱٫۸۳۰۲۵	−۱٫۸۳۰۲۵	۳٫۴۳۹۵۱۳	−۰٫۵۳۲۱۲	۰٫۲۸۳۱۵۶	۸۴٫۵۲۹۰۹
۴۹	۱۴	۱۱٫۵۵۲۷۷	۲٫۴۴۷۲۳۳	۳٫۳۹۸۹۳۶	۰٫۷۲	۰٫۵۱۸۴	۱۲۱٫۱۸۳۱
۵۰	۱۳	۱۱٫۳۴۷۴۳	۱٫۶۵۲۵۶۷	۳٫۳۶۸۵۹۵	۰٫۴۹۰۵۸	۰٫۲۴۰۶۶۹	۱۱۴٫۵۶۳۴
۵۱	۵	۵٫۰۰۵۴۹۲	−۰٫۰۰۵۴۹	۲٫۲۳۷۲۹۶	−۰٫۰۰۲۴۵	۰٫۰۰۰۰۰۶۰۳	۹۹٫۸۹۰۲۸
۵۲	۸	۶٫۰۵۷۶۸۵	۱٫۹۴۲۳۱۵	۲٫۴۶۱۲۳۶	۰٫۷۸۹۱۶۲	۰٫۶۲۲۷۷۷	۱۳۲٫۰۶۳۷
۵۳	۱۳	۱۰٫۸۱۰۱۶	۲٫۱۸۹۸۳۶	۳٫۲۸۷۸۸۱	۰٫۶۶۶۰۳۲	۰٫۴۴۳۵۹۹	۱۲۰٫۲۵۷۲
۵۴	۱۷	۱۵٫۷۸۸۸۵	۱٫۲۱۱۱۵۵	۳٫۹۷۳۵۱۸	۰٫۳۰۴۸۰۷	۰٫۰۹۲۹۰۷	۱۰۷٫۶۷۱
۵۵	۸	۱۰٫۲۲۹۲۶	−۲٫۲۲۹۲۶	۳٫۱۹۸۳۲۱	−۰٫۶۹۷۰۱	۰٫۴۸۵۸۲۲	۷۸٫۲۰۷۰۲
۵۶	۱۵	۱۵٫۰۶۲۵۹	−۰٫۰۶۲۵۹	۳٫۸۸۱۰۵۵	−۰٫۰۱۶۱۳	۰٫۰۰۰۲۶	۹۹٫۵۸۴۴۷

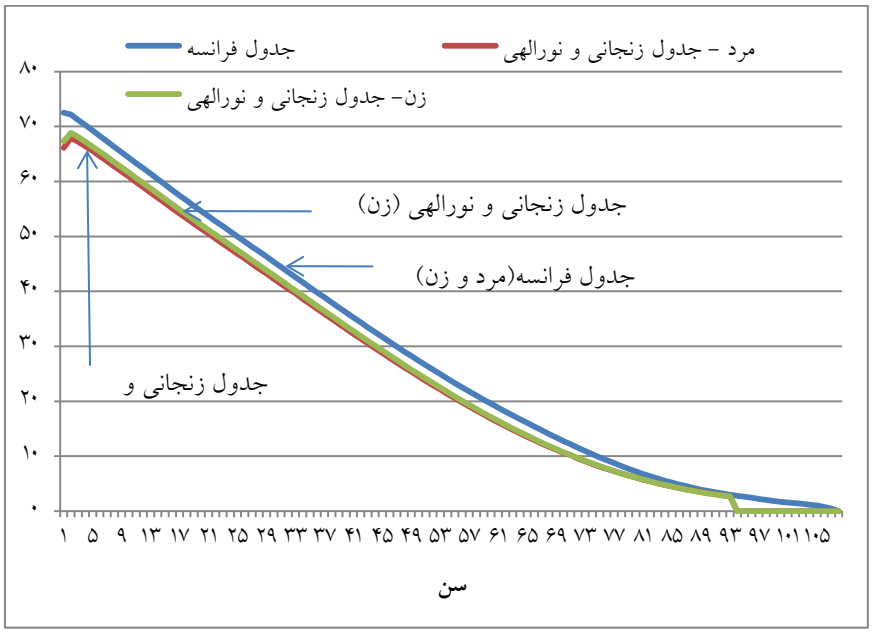
سن	d_x	$\widehat{d}_x$	$dev = d_x - \widehat{d}_x$	$V_x^{1/2}$	Z_x	S_x^2	$100\left(\frac{d_x}{\widehat{d}_x}\right)$
۵۷	۸	۹٫۷۵۷٤۷۹	−۱٫۷۵۷٤۸	۳٫۱۲۳٦۹٦	−۰٫۵٦۲٦۳	۰٫۳۱٦۵۵	۸۱٫۹۸۸۳۹
۵۸	۱۸	۱۹٫۰۳۲٤۹	−۱٫۰۳۲٤۹	٤٫۳٦۲٦۲٤	−۰٫۲۳٦٦۷	۰٫۰۵٦۰۱۱	۹٤٫۵۷۵۱۲
۵۹	۲۲	۲۲٫۵۸۸۹	−۰٫۵۸۸۹	٤٫۷۵۲۷۷۹	−۰٫۱۲۳۹۱	۰٫۰۱۵۳۵۳	۹۷٫۳۹۲۹۵
۶۰	۲٦	۲۱٫۵۸۹۰٤	٤٫٤۱۰۹۵۹	٤٫٦٤٦٤۰۱	۰٫۹٤۹۳۲۸	۰٫۹۰۱۲۲٤	۱۲۰٫٤۳۱۵
۶۱	۱۷	۱٦٫٤۲۷۳٤	۰٫۵۷۲٦۵۸	٤٫۰۵۳۰٦٦	۰٫۱٤۱۲۹	۰٫۰۱۹۹٦۳	۱۰۳٫٤۸٦
۶۲	۱۵	۱۵٫۷۱٦۰۲	−۰٫۷۱٦۰۲	۳٫۹٦٤۳٤۳	−۰٫۱۸۰٦۱	۰٫۰۳۲٦۲۲	۹۵٫٤٤٤۰۳
۶۳	۲۳	۱۸٫۷۲۵۱٤	٤٫۲۷٤۸٦۳	٤٫۳۲۷۲۵۵	۰٫۹۸۷۸۹۳	۰٫۹۷۵۹۳۲	۱۲۲٫۸۲۹۵
۶٤	۱٤	۱٤٫۲۸۲۵۲	−۰٫۲۸۲۵۲	۳٫۷۷۹۲۲۲	−۰٫۰۷٤۷٦	۰٫۰۰۵۵۸۸	۹۸٫۰۲۱۹۱
۶۵	۱۰	۱۰٫۲۹۵۲٦	−۰٫۲۹۵۲٦	۳٫۲۰۸٦۲۳	−۰٫۰۹۲۰۲	۰٫۰۰۸٤٦۸	۹۷٫۱۳۲۰۸
۶٦	۱۱	۱۰٫۰٤۰۱۱	۰٫۹۵۹۸۸۵	۳٫۱٦۸٦۱٤	۰٫۳۰۲۹۳۵	۰٫۰۹۱۷۷	۱۰۹٫۵٦۰۵
۶۷	۱۳	۱۲٫۹٤۷۵٦	۰٫۰۵۲٤۳۸	۳٫۵۹۸۲۷۲	۰٫۰۱٤۵۷۳	۰٫۰۰۰۲۱۲	۱۰۰٫٤۰۵
۶۸	۷	٦٫۲۳۹۳۷	۰٫۷٦۰٦۳	۲٫٤۹۷۸۷۳	۰٫۳۰٤۵۱۱	۰٫۰۹۲۷۲۷	۱۱۲٫۱۹۰۸
۶۹	۱۰	۹٫۱۲۰۲٤۷	۰٫۸۷۹۷۵۳	۳٫۰۱۹۹۷۵	۰٫۲۹۱۳۱۲	۰٫۰۸٤۸٦۲	۱۰۹٫٦٤٦۲
۷۰	۱٤	۱٤٫۵۹٤۲۳	−۰٫۵۹٤۲۳	۳٫۸۲۰۲٤	−۰٫۱۵۵۵۵	۰٫۰۲٤۱۹۵	۹۵٫۹۲۸۳۱
۷۱	۱۰	۱۳٫۹۲۸۷۷	−۳٫۹۲۸۷۷	۳٫۷۳۲۱۲٦	−۱٫۰۵۲٦۹	۱٫۱۰۸۱۵۳	۷۱٫۷۹۳۸٦
۷۲	۳	۲٫۹۹۷۸٦۲	۰٫۰۰۲۱۳۸	۱٫۷۳۱٤۳۳	۰٫۰۰۱۲۳۵	۰٫۰۰۰۰۰۱۵۳	۱۰۰٫۰۷۱۳
۷۳	۳	۲٫۹۷۵٤٤	۰٫۰۲٤۵٦	۱٫۷۲٤۹٤٦	۰٫۰۱٤۲۳۸	۰٫۰۰۰۲۰۳	۱۰۰٫۸۲۵٤
۷٤	۱	۱٫۳٤۵۱۵۳	−۰٫۳٤۵۱۵	۱٫۱۵۹۸۰۸	−۰٫۲۹۷٦	۰٫۰۸۸۵٦۳	۷٤٫۳٤۰۹٦
۷۵	۰	۰٫۰۲٦۸	−۰٫۰۲٦۸	۰٫۱٦۳۷۰۷	−۰٫۱٦۳۷۱	۰٫۰۲٦۸	۰
۷٦	۰	۰٫۰۲٦۸	−۰٫۰۲٦۸	۰٫۱٦۳۷۰۷	−۰٫۱٦۳۷۱	۰٫۰۲٦۸	۰
۷۷	۱	۱٫۳۳۸۹۱۱	−۰٫۳۳۸۹۱	۱٫۱۵۷۱۱۳	−۰٫۲۹۲۸۹	۰٫۰۸۵۷۸۷	۷٤٫٦۸۷۵۷
۷۸	۲	۲٫٤۰۱۱۵۱	−۰٫٤۰۱۱۵	۱٫۵٤۹۵٦۵	−۰٫۲۵۸۸۸	۰٫۰٦۷۰۱۹	۸۳٫۲۹۳٤
۷۹	۱	۱٫۳۲۲٦۱۲	−۰٫۳۲۲٦۱	۱٫۱۵۰۰٤۹	−۰٫۲۸۰۵۲	۰٫۰۷۸٦۹۲	۷۵٫٦۰۷۹۵
۸۰	۳	۲٫۸۸٤٤۲٦	۰٫۱۱۵۵۷٤	۱٫٦۹۸۳٦	۰٫۰٦۸۰۵	۰٫۰۰٤٦۳۱	۱۰٤٫۰۰٦۸
۸۱	۳	۲٫۸۵۵۰۱۲	۰٫۱٤٤۹۸۸	۱٫٦۸۹٦۷۸	۰٫۰۸۵۸۰۸	۰٫۰۰۷۳٦۳	۱۰۵٫۰۷۸٤
۸۲	۵	۵٫۱۰۵۳٤۲	−۰٫۱۰۵۳٤	۲٫۲۵۹۵	−۰٫۰٤٦٦۲	۰٫۰۰۲۱۷٤	۹۷٫۹۳٦٦۲
۸۳	۸	۷٫٤۸۷۳۵	۰٫۵۱۲٦۵	۲٫۷۳٦۳۰۲	۰٫۱۸۷۳۵۱	۰٫۰۳۵۱۰۱	۱۰٦٫۸٤٦۹
۸٤	۰	۰٫۰۲۳۸	−۰٫۰۲۳۸	۰٫۱۵٤۲۷۲	−۰٫۱۵٤۲۷	۰٫۰۲۳۸	۰
۸۵	۳۵	۳۳٫۱۰٦٦٤	۱٫۸۹۳۳۵٦	۵٫۷۵۳۸۳۷	۰٫۳۲۹۰٦	۰٫۱۰۸۲۸	۱۰۵٫۷۱۹
۸٦	۲٤	۲۸٫۹۸٦۹۹	−٤٫۹۸٦۹۹	۵٫۳۸۳۹۵٦	−۰٫۹۲٦۲۷	۰٫۸۵۷۹۷۲	۸۲٫۷۹۵۷۸
۸۷	۱٤	۱۷٫۵٦٦۷۹	−۳٫۵٦٦۷۹	٤٫۱۹۱۲۷٦	−۰٫۸۵۱	۰٫۷۲٤۲۰۸	۷۹٫٦۹۵۸۲
۸۸	۱۸	۱۵٫۵۸٦۵۸	۲٫٤۱۳٤۲۵	۳٫۹٤۷۹۸٤	۰٫٦۱۱۳۰٦	۰٫۳۷۳٦۹۵	۱۱۵٫٤۸٤

سن	d_x	$\hat{d}_x$	$dev = d_x - \hat{d}_x$	$V_x^{1/2}$	Z_x	S_x^2	$100\left(\frac{d_x}{\hat{d}_x}\right)$
۸۹	۲۵	۲۷٫۹۱۷۵۳	−۲٫۹۱۷۵۳	۵٫۲۸۳۷۰۵	−۰٫۵۵۲۱۸	۰٫۳۰۴۸۹۸	۸۹٫۵۴۹۴۶
۹۰	۱۹	۱۷٫۲۳۷۰۵	۱٫۷۶۲۹۴۵	۴٫۱۵۱۷۵۳	۰٫۴۲۴۶۲۷	۰٫۱۸۰۳۰۸	۱۱۰٫۲۲۷۶
۹۱	۲۶	۲۶٫۲۷۳۹۴	−۰٫۲۷۳۹۴	۵٫۱۲۵۸۱۱	−۰٫۰۵۳۴۴	۰٫۰۰۲۸۵۶	۹۸٫۹۵۷۳۷
۹۲	۳۳	۳۰٫۷۵۶۹۹	۲٫۲۴۳۰۱۴	۵٫۵۴۵۸۹۸	۰٫۴۰۴۴۴۶	۰٫۱۶۳۵۷۶	۱۰۷٫۲۹۲۷
۹۳	۰	= جمع انحرافات	−۲٫۵۵۵۲۵			۱۸٫۹۹۷۵	

برای مشاهده و مقایسه امید زندگی در جدول زندگی صنعت نفت و آنچه بر پایه «جدول فرانسه» محاسبه می‌شود، نمودارهای(۱) و(۲) را آورده‌ایم. همان‌گونه که دیده می‌شود تخمین امید زندگی با برآوردی بیشتر در تمام سنین محاسبه شده است. البته ازآنجاکه داده‌های دوران نوزادی و خردسالی در اختیار نیست، نمودار امید زندگی از بیست‌سالگی شروع می‌شود.



نمودار ۱. امید زندگی در جدول صنعت نفت و برگرفته از جدول(TD88-90)



نمودار ۲. مقایسه امید زندگی در ایران در «جدول فرانسه» و زنجانی و نوراللهی(۱۳۷۹).

۵ـ بهبود امید زندگی در جدول‌های زندگی ایران

از حدود یک‌صدسال پیش، امید زندگی افزایش چشمگیری در بسیاری از کشورها و ایران داشته است. عوامل اصلی بهبود امید زندگی، آب آشامیدنی سالم‌تر، تغذیه بهتر، پیروی از بهداشت عمومی و پیشرفت داروهای آنتی‌بیوتیک و ضدویروسی است. جدول زیر تخمین امید زندگی در ایران را برای سال‌های ۷۶-۱۳۷۳ نشان می‌دهد.

جدول ۳. امید زندگی در آغاز زندگی و در ده‌سالگی در ایران (۱۹۷۶-۱۹۷۳).

مردم ایران	امید زندگی	
	هنگام تولد	در ۱۰ سالگی
مردان	۵۷٫۲	۵۹٫۵
زنان	۵۶٫۶	۶۰٫۸

منبع: **Model Life Tables for Developing Countries**

در بسیاری از موارد اهمیت افزایش امید زندگی در نشان دادن بهبود شرایط زندگی است؛ یعنی با افزایش امید زندگی نتیجه گرفته می‌شود که شرایط زندگی بهتر شده و این شاخص یکی از ملاک‌های ارزیابی کیفیت زندگی در کشورها محسوب می‌شود. از سوی دیگر اهمیت افزایش امید زندگی در ادامه تعهدات صندوق‌های بازنشستگی واضح و آشکار است. در جدول‌های زندگی نیز به دلیل تغییر و افزایش امید زندگی در طول سال‌های گذشته ضرورت محاسبه جدول به‌روز را مشخص و نمایان می‌کند. بدین ترتیب محاسبه دقیق‌تر امید زندگی و کمیت‌های دیگر جدول زندگی با توجه به نیازهای بیمه‌ای بسیار بااهمیت و نمایان می‌شود.

نتایج

جدول‌های زندگی درگذشته امید زندگی را بسیار کمتر محاسبه کرده و همان‌گونه که در جدول(۳) دیده می‌شود امید زندگی در بدو تولد را در حدود ۵۷ سال برآورد کرده بودند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که این برآوردها فاصله فاحشی با حقیقت‌های امروز ایران دارند که با مقایسه جدول‌های(۱) و(۳) بسیار آشکار است. امید زندگی در محاسبات جدول صنعت نفت که در این مقاله ارائه شده در مقایسه با جدول‌های سازمان ملل افزایشی تقریباً ۱۵ ساله و در مقایسه با «جدول فرانسه» افزایشی در حدود پنج سال دارد که در سنین کهولت به‌تدریج اختلاف این دو جدول کاسته می‌شود. با این تفاوت، چشم‌پوشی و مسامحه در محاسبات بیمه عمر و صندوق‌های بازنشستگی هزینه‌های جبران‌ناپذیری خواهند داشت. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که محاسبات دقیق‌تر کمیت‌های جدول زندگی با توجه به اختلاف‌های موجود در این کمیت‌ها، می‌توانند در ضرر و زیان و ریسک بیمه‌نامه‌های عمر بسیار بااهمیت باشند.

منابع

زنجانی، حبیب‌الله و طه نوراللهی(۱۳۷۹). جدول مرگ‌ومیر ایران برای سال ۱۳۷۵. موسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی.

شمس، حسن(۱۳٦۱). جدول امید به زندگی در ایران، مرکز آمار ایران.

کهلی، ک.ال(۱۳٦۱). جداول خلاصه عمر در ایران برای سال‌های ۱۳۵۲-۱۳۵٦، ترجمه آریکیان، گ. مرکز آمار ایران.

معاونت سلامت(۱۳۷۹). سیمای جمعیت و سلامت در جمهوری اسلامی ایران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

معاونت سلامت(۱۳۸٤). دگرگونی سیمای سلامت در روستانشینان ایران ۱۳۷۲-۱۳۸۲، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

نقوی، محسن(۱۳۷۹). سیمای مرگ در ده استان کشور سال ۱۳۷۹، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

نقوی، محسن(۱۳۸۱). دگرگونی سیمای سلامت در ایران، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی.

نقوی، محسن(۱۳۸٤). سیمای مرگ‌ومیر در ۲۳ استان کشور سال ۱۳۸۲، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

نقوی، محسن و ناهید جعفری(۱۳۸٦). سیمای مرگ‌ومیر در ۲۹ استان کشور سال ۱۳۸۳، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

نوراللهی، طه(۱۳۷۰). جدول عمر جمعیت کشور، مناطق شهری و روستایی، مرکز آمار ایران.

نوراللهی، طه(۱۳۷٦). سطح و روند مرگ‌ومیر در ایران ۱۳۵۲-۱۳۷۳، مجموعه مقالات سومین کنفرانس آمار ایران، مرکز آمار ایران.

Bowers, N.L. Gerber, H.U., Jones, D.A. Hickman, J.C. and Nesbitt, C.J. (1997) Actuarial Mathematics (2nd ed.). The Society of Actuaries.

Brass, W. (1968) "The demography of French-speaking territories covered by special sample inquiries: Upper Volta, Dahomey, Guinea, North Cameron and other areas". Chapter 7 in The Demography of Tropical Africa by Brass, W., Coale, A.J., Demeny, P., Heisel, D.F., Lorimer, F., Romaniuk, A., and Walle, E., Princeton, New Jersey, USA.

Coal, A.J. and Demeny, P.(1966) Regional Model Life Tables and Stable Populations, Princeton, N.J., Princeton University Press.

Forfar, D.O., McCutcheon, J.J. and Wilkie, A.D.(1988) "On graduation by a mathematical Formula". Journal of the Institute of Actuaries, 115, 1-149.

Gompertz, B. (1825). "On the nature of the function expressive of the law of

human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies". Philosophical Transactions of the Royal Society of London (115) 513–583.

Keyfitz, N.(1984) "Choice of function for mortality analysis: Effective forecasting depends on a minimum parameter representation" in Vallin, J., Pollard J.H. and Heligman,L. eds., Methodologies for the Collection and Analysis of Mortality Data, IUSSP, Ordina Editions, Liege, Belgium, pp 225-241.

Ledermann, S. (1969) Nouvelles Tables-type de Mortalite. Traveauxet Document, Cahier No. 53, Paris, Institut National d'etudes Demographiques.

Makeham, W. M. (1860) "On the law of mortality and the construction of annuity tables."

Journal of Institute of Actuaries and Assurance Magazine,(8) 301-310.

Murray, C.J.L., Ahmad, O.B., Lopez, A.D and Salomon, J.A.(2000) "WHO system of model lifetables", GPE discussion paper No.8, World Health Organization.

United Nations (1955) Age and Sex Pattern of Mortality: Model Life Table for Under-Developed Countries, No.22, Department of Social Affairs.

United Nations (1982) Model Life Tables for Developing Countries, Department of International Economic and Social Affairs, No.77, New York.