فصلنامه جمعیت | سال بیست و چهارم، بهار و تابستان ۱۳۹۶ | شماره ۹۹ و ۱۰۰ | ۱۰۶-۸۳

جدول زندگی صندوق بازنشستگی صنعت نفت ایران

مرتضی اعلاباف صباغی [۱]

چکیده

صندوق‌های بازنشستگی توجه خاصی به تعهدات بیمه‌های عمر و مستمری بازنشستگی دارند. از یک سو درآمد حاصل از فروش بیمه‌نامه‌های عمر و همچنین جریان نقدینگی ناشی از کسورات بازنشستگی، برای صندوق‌های بازنشستگی بسیار با اهمیت است، از سوی دیگر درستی محاسبات بیمه‌ای در مورد حق بیمه‌های دریافتی، بر پایه مفروضات امیدزندگی و احتمال بقا استوار است. ضرورت جدول زندگی مطمئن که امیدزندگی 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، قابل چشم‌پوشی 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 هیچ یک 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 صنعت نفت ایران، روش‌های ساخت جدول را بررسی و تفاوت آن با دیگر جدول‌ها نشان داده می‌شود. همچنین، آزمون‌های برازش فرازآوری که در مطالعات دیگر جداول زندگی ایران دیده نشده‌است، مطرح می‌شوند. نتایج نشان می‌دهند، که امیدزندگی در صنعت نفت، بیش از آنچه که تصور می‌شده، می‌تواند برای صندوق‌های بازنشستگی و بیمه‌نامه‌های عمر قابل توجه باشد.

واژگان کلیدی: جدول زندگی، امیدزندگی، صندوق‌های بازنشستگی، فرازآوری.

---

[۱] – مربی دانشگاه علامه طباطبایی

مقدمه

جدول زندگی که با نام‌های گوناگونی مانند جدول‌عمر یا جدول مرگ‌ومیر نیز شناخته می‌شود، غالباً برای محاسبات مالی بیمه‌ای به‌کار می‌رود. این جدول براساس محاسبات اکچوئری تلاش می‌کند، احتمال بقا در هر سال را تا سالگرد بعدی نشان دهد. روش‌های گوناگونی برای محاسبه این احتمال به‌کار می‌روند و کاربرد این جدول نیز متنوع است. به‌طور کلی می‌توان گفت، که جدول زندگی بر پایه تجربیات جمعیتی مردم ساخته می‌شود. یعنی برپایه 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 موثر در کیفیت و کمیت زندگی، مشابه یا متفاوت باشند. بر همین اساس، مردم ایران با مردم کشورهای همسایه در یک تقسیم‌بندی مشترکی از نظر 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 استفاده جدول زندگی برای محاسبات بیمه‌ای و بازنشستگی، از جدول‌های کشورهای اروپایی استفاده شده‌است. به‌تدریج جدول‌هایی با تقریب نزدیک‌تر نسبت به تجربیات حیاتی مردم مشابه، محاسبه شده و این جدول‌های زندگی با نام «جدول‌های استاندارد[1]» شهرت یافته‌اند. بعضی از این جدول‌ها، همچنان امروزه به‌کار گرفته می‌شوند. مانند جدول زندگی فرانسه (TD88-90) که با وجود 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.

به‌طور کلی جدول‌های زندگی از نظر ساخت، به دو گروه تقسیم می‌شوند. جدول‌های زندگی نسلی[2] که بر پایه زادروز یکسان و از دنیا رفتن یک نسل یکصد هزار نفری محاسبه می‌شوند. نوع دیگر جدول‌های زندگی دوره‌ای[3] است که بر پایه سرشماری‌های دوره‌ای، و معمولاً در هر پنج سال، محاسبه می‌شوند. هر دو نوع جدول، می‌توانند کامل[4] یا مختصر[1] باشند. افزون بر این،

---

[1]- Model life table
[2]- Cohort life table
[3]- Period life table
[4]- Complete life table

تفاوت‌هایی نیز در جزئیات هر دو نوع جدول زندگی وجود دارند، مانند جدول‌های اکچوئری برگزیده[۲] که در آنها بخشی از جدول به‌دلیل وجود عواملی که احتمال مرگ را تغییر می‌دهند، اصلاح شده‌است. در این مقاله، به‌دلیل 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 شده‌است.

جدول (۱) که جدول زندگی مشترکین صندوق‌های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت می‌باشد، با درنظر گرفتن ویژگی‌های جمعیتی مشترکین این صندوق، ساخته شده‌است. برآوردهای امیدزندگی در هر سن و دیگر متغیرهای جدول زندگی، با استفاده از آمار کارکنان صنعت نفت در ایران محاسبه شده‌است. احتمال بقا در هر سن نیز با استفاده از احتمال مرگ در هر سن که در ستون دوم این جدول آمده، به سادگی قابل محاسبه است. شرح کمیت‌های این جدول در ادامه خواهد آمد. در این مقاله، ابتدا ضرورت محاسبه جدول زندگی را شرح می‌دهیم. سپس نگرش‌های گوناگون آن و بعد به ویژگی‌های جدول زندگی صنعت نفت می‌پردازیم. در نهایت، روش و شیوه خاصی که برای ساخت جدول زندگی از میان روش‌های موجود انتخاب و به‌کار 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 نتیجه فرازآوری[۳] را خواهیم آورد.

ضرورت جدول زندگی

جدول زندگی برای پاسخ به سوال‌های ساده در باره عمر افراد، کاربرد، دارد. سوال‌هایی همچون تا چه سنی یک فرد سی و سه 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 درنظر می‌گیرند. یک

---

[1]- Abridged life table
[2]- Select life table
[3]- Graduation

«قرارداد منصفانه» ارزش مبالغ دریافتی و پرداختی را برابر می‌کند، که یک چنین قراردادی اصطلاحاً «از نظر 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 درنظر گرفته می‌شود. متوسط طول عمر، به صورت امیدزندگی در جدول زندگی، به‌طور خلاصه نشان داده می‌شود. متوسط طول عمر یا امیدزندگی در هر سن می‌تواند برآوردی از عمر باقی مانده یک بازنشسته صندوق (و یا بیمه‌گزار) باشد. اگر این امیدزندگی، که به‌عبارت دیگر میانگین عمر باقی مانده است، با واقعیات اختلاف چشم‌گیری داشته باشد، هزینه‌ای «ناعادلانه» برای عضو صندوق و یا بیمه‌گزار، در صورت پرداخت بیش از اندازه حق‌بیمه، و یا برای صندوق و بیمه‌گر، در صورت کاستی حق‌بیمه‌ها، ایجاد می‌کند. این اختلاف برآورد امیدزندگی و طول عمر، برای هر یک از طرفین قرارداد، هزینه‌ای در برخواهد داشت. هزینه خطای محاسبه امیدزندگی برای شرکت‌های بیمه و صندوق‌های بازنشستگی به‌دلیل 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 اعضاء 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 امیدزندگی را متفاوت از دیگر افراد در جمعیت ایران سازد. از سوی دیگر برای برآورد هزینه تعهدات بازنشستگی اعضاء این صندوق و نیز تأمین مالی مناسب، ضرورت دارد، جدول زندگی خاص آنها که از آمار و داده‌های اعضاء این صندوق، به‌دست آمده، محاسبه شود. از این‌رو ساخت جدول زندگی خاص صندوق بازنشستگی صنعت نفت برای این صندوق ضروری است. البته در

گذشته و 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 هیچ یک از تحقیقات و ادبیات گذشته، جدول زندگی خاص یک صندوق بازنشستگی محاسبه نشده‌است. ادبیات این موضوع برای اولین بار با این مقاله مطرح می‌شود و در نتیجه 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، ۱۳۸۴)، نقوی و جعفری (۱۳۸۶) و معاونت سلامت (۱۳۷۹، ۱۳۸۴) می‌شوند. تحقیقاتی که در سازمان تأمین اجتماعی انجام گرفته‌است، شامل زنجانی و نورالهی (۱۳۷۹) می‌شود. از سوی دیگر مرکز آمار ایران نیز انتشاراتی در این راستا داشته، که شامل کهلی (۱۳۶۱)، شمس (۱۳۶۱)، نورالهی (۱۳۷۰، ۱۳۷۶) می‌شوند.

ویژگی‌ها جدول زندگی صنعت نفت

تعهدات صندوق بازنشستگی صنعت نفت به کارمندان و بازنشستگان این صنعت، مهمترین دغدغه این صندوق به‌شمار می‌آید. تعهدات جاری و آینده در صورت به روز 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) بسیارگران است. در محاسبات اکچوئری، استفاده از جدول زندگی یک ضرورت است. زیرا بر اساس امیدزندگی در سنین مختلف، برآورد دقیقی از سال‌های عمر باقی‌مانده، به‌دست می‌آید. صندق بازنشستگی کارکنان صنعت نفت و البته بسیاری از صندوق‌های بازنشستگی، متناسب با قوانینی که بر آنها حاکم است، می‌توانند با استفاده از امیدزندگی، برآوردی از سال‌های عمر باقی‌مانده و تعهدات آینده به‌دست آورند. در اختیار داشتن جدولی که به‌درستی امیدزندگی 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 ۶۸)، و جدول

مرگ و میر سال ۱۳۷۵ زنجانی و نورالهی، که در سازمان تأمین اجتماعی به‌کار گرفته می‌شود، اساس محاسبات امیدزندگی، در بیشتر برآوردهای ملی را تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر در معاونت سلامت وزارت بهداشت و درمان، با وجود اینکه اطلاعات و آمارهای حیاتی، بخش مهمی از مردم ایران در بیمارستان‌ها و سایر زیرمجموعه‌های این وزارت‌خانه ثبت می‌شود، اپیدمیولوجیست‌ها 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 مورد نیاز مطرح کرد و جدول زندگی به روز برای مردم ایران که در این مقاله با درنظر 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 اعضاء این صندوق، جدول زندگی خاص آنها را محاسبه کند. نتایج این محاسبات در جدول (۱) نشان داده شده‌است.

داده‌های به‌کار رفته در این تحقیق، از آمار ثبتی صندوق بازنشستگی صنعت نفت گرفته شده-است. در آغاز آمار و داده‌های مورد نیاز را که به‌صورت آمار ثبتی فوت‌شدگان است، بررسی و پالایش کرده و نسبت به شمار و چگونگی این داده‌ها، اطمینان قابل دسترسی پیدا کردیم. این کار با بررسی داده‌ها از جوانب گوناگون برای صحت و درستی آنها انجام گرفته‌است. 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 دور افتاده و پرت نادیده گرفته شده‌است. سپس داده‌های پالایش شده ناهمگون را شناسایی و علت‌های آنها را بررسی نمودیم. در نهایت، با توجه به شمار و پراکندگی داده‌ها، روش محاسبه متغیرهای جدول زندگی را انتخاب کردیم.

در تحلیل و بررسی‌های این آمار از روش‌های موجود و متداول محاسبه متغیرهای جدول زندگی استفاده شده‌است. از آنجا که روابط تعریف شده خاصی میان متغیرهای جدول زندگی وجود دارد، چارچوب و ساختار از پیش تعیین شده‌ای 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 شناخته شده و مورد پذیرش 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

[1]- Exposure

است، بسیار با اهمیت 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. از جمله داشتن داده‌های کافی و مشاهده آنها در طول مدت زمان طولانی که می‌تواند، بیش از یکصد سال باشد. در روش‌های دیگر که بر پایه آمارهای دوره‌ای است، نیازی به مشاهده آمار فوت شدگان، در طول زمان تا پایان آخرین نفر از نسل انتخاب شده نیست. بدین ترتیب، به‌نظر می‌رسد، که اگر نخواهیم یا نتوانیم، یکصد سال صبر کرده و تمامی وقایع حیاتی نسلی را ثبت کنیم، روش دوره‌ای، سریع‌تر جدول مورد نظر را به‌دست دهد. در روش نسلی شمار نفراتی که در ابتدای مشاهده انتخاب شده‌اند، ثابت است. معمولاً یک نسل یکصد هزار نفری انتخاب می‌شود و این دقت کافی را برای محاسبات جدول خواهد داشت.

از سوی دیگر، در روش دوره‌ای که معمولاً آمار یکسال 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 مورد نظر و نبود آمار کافی از تغییرات است. از آنجا که 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 متفاوتند.

آنچه که در هر دو روش، محاسبات را با چالش روبه‌رو می‌کند، شمار ناکافی داده‌ها است، که در هر دو روش مشکل‌ساز است. از یک سو، آمار زندگان که در دوره حال بررسی می‌شوند تا حدود نود هزار نفر شمارش می‌شوند که در چنین روشی نیاز به جمعیت کشور است و دقت محاسبات را کاهش می‌دهد. ولی 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 درنظر گرفتن تمام جوانب، از روش نسلی و برپایه آمار ثبت شده از دنیا رفتگان صندوق‌های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت، جدول زندگی این صندوق را که در جدول (۱) گزارش شده، محاسبه کرده‌ایم.

داده‌های اصلاح شده در این محاسبات، شامل هر دو جنس مرد و زن و به‌صورت نسل‌های تفکیک شده می‌باشد. تفکیک داده‌ها بر پایه سال تولد و به منظور به‌دست آوردن نسل‌های گوناگون این آمار انجام گرفته‌است. 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 این‌کار از شمار مردگان و بازماندگان هر سال که بر پایه نسل‌های مختلف تفکیک شده‌اند استفاده کردیم. این بدان دلیل بوده است که هیچ نسل از فوت‌شدگان این صندوق به تنهایی داده‌های تعداد کافی برای محاسبه نرخ مرگ و بیم‌رس مرگ نداشته‌اند. بنابراین از بیم‌رس نسل‌هایی که بیشترین بیم‌رس را داشته‌اند، استفاده کرده‌ایم. با این وجود 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 گرفته‌است و قصد داریم براساس آمار هر نسل، نرخ مرگ، احتمال مرگ و سپس دیگر متغیرهای جدول زندگی صندوق-های بازنشستگی، پس‌انداز و رفاه کارکنان صنعت نفت را محاسبه کنیم. بدین ترتیب، ضرورت 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.

مفاهیم اصلی در جدول زندگی

سن، یکی از مقادیر اصلی در جدول زندگی است. این کمیت به‌عنوان یک متغیر اصلی، در این جدول با x نشان داده می‌شود. درستی سن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. از این جهت 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 اندازه-گیری کرده باشد. ولی از آنجایکه ثبت سن در سال‌روز تولد انجام نمی‌گیرد، این متغیر را با تقریب‌هایی اندازه‌گیری می‌کنند. مثلاً می‌توان میانگین سن در طول سال ثبت را به‌عنوان ملاک اندازه‌گیری سن در نظر گرفت. سن افراد در این مقاله، به‌صورت گسسته درنظر گرفته شده و هنگامی‌که صحبت از سن افراد می‌شود، منظور سن آنها پس از آخرین زادروز یا «سن درست» است. به عبارت 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 ${}_np_x$ نشان می‌دهند. با توجه به تعریف احتمال بقا و مرگ، اتحاد زیر همیشه برقرار است:

$${}_nq_x{}_np_x = 1 \quad (۱)$$

پس می‌توان گفت ${}_np_x$ 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 ${}_nq_x$ نشان داده می‌شود. پس می‌توان گفت، ${}_nq_x$ 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 ${}_nd_x$ نشان می‌دهند. پس می‌توان گفت، ${}_nd_x$ 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، به‌شمار کسانی که زنده هستند، تعیین شود. این نسبت، نرخ مرگ را در آن دوره تعیین می‌کند، ولی با اشکالاتی روبه‌رو است. در ادبیات اکچوئری به‌این نرخ، نرخ تقریبی مرگ یا نرخ مرگ اشاره می‌شود، ولی در ادبیات جمعیت‌شناسی به آن نرخ مرکزی مرگ (central death rate) گفته می‌شود. این کمیت هنگامی که برای یک نسل فرضی محاسبه می‌شود، با علامت ${}_nm_x$ و در صورتی که بر پایه آمار و داده‌های جمعیتی محاسبه شود، با علامت ${}_nM_x$ به‌عنوان یکی از مقادیر محاسبه شده در جدول زندگی نشان داده می‌شود. پس می‌توان گفت ${}_nm_x$ نرخ مرگ فرد x ساله تا سن درست $x+n$ است. شمار کسانی که به سن درست x رسیده‌اند، بازماندگان x ساله نام دارد و این متغیر را با علامت l_x نشان می‌دهند و می‌توان از آن برای احتمال بقا استفاده کرد. البته این عدد از یک بزرگتر، ولی احتمال، همیشه کمتر از یک است. برای محاسبه امیدزندگی یا میانگین عمر باقی‌مانده، میانگین سال‌های عمر سپری شده افراد x ساله یا سال‌هایی که افراد x ساله زندگی کرده‌اند، اندازه‌گیری می‌شود. این متغیر را با علامت ${}_nL_x$ نشان می‌دهند. در واقع ${}_nL_x$ ملاکی برای اندازه‌گیری میانگین ریسک مرگی است که این افراد x ساله با آن روبه‌رو بوده‌اند. این اندازه ریسک مرگ، اندازه «بیم‌رس» این افراد x ساله است. یا به‌عبارت دیگر چند نفر 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 را نیز با T_x در جدول زندگی نشان می‌دهند. و نهایتاً امیدزندگی که میانگین سال‌هایی است که یک فرد x ساله امید دارد، زنده باشد. این کمیت در ادبیات اکچوئری امیدزندگی (expectation of life, e_x)، یا امید کامل زندگی (complete expectations of life) نیز گفته می‌شود.

ساخت جدول زندگی صنعت نفت

برپایه آمار و داده‌های موجود، جدول زندگی کوتاه که سال‌های زندگی ۲۰ تا ۱۱۰ سالگی را در بر 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 پس-انداز کارکنان صنعت نفت، که بر پایه داده‌های پالایش شده مردان و زنان به‌طور توام و پس از بررسی نسلی داده‌ها می‌باشد، بیم‌رس مرگ هر فرد در طول عمر او و سپس هر نسل محاسبه - شده‌است. پس از محاسبه بیم‌رس مرگ، آنرا تبدیل به نرخ مرگ کرده و در مرحله بعدی نرخ‌های مرگ را فرازآوری نموده، تا احتمال مرگ به‌دست آید. با به‌دست آوردن 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 شده‌است. مطالعاتی که بیم‌رس مرگ را از چند عامل در نظر بگیرند، هنوز در ایران مطرح نشده‌است و این موضوعی است که در آینده می‌توان به آن توجه کرد.

شاید بتوان روش‌های ساخت جدول زندگی را از نظر 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 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 درنظر گرفت. یکی از مسایل مهم در انتخاب مشاهدات، سن به هنگام مرگ است و اینکه این سن چه تغییراتی در طول زمان و نسل‌های مختلف داشته‌است. در اینجا باید از روش‌های ریاضی و توابع ریاضی، که بتوانند این دگرگونی‌های سنی را نشان دهند، استفاده کرد. البته می-توان از دگرگونی‌های سنی به‌هنگام مرگ، استنباطی ریاضی در مورد این دگرگونی‌ها داشت. ممکن است این استنباط ریاضی به‌صورت یک تابع ریاضی باشد که سن به‌هنگام مرگ را برآورد می‌کند. یعنی فرض کرد که سن به‌هنگام مرگ از تابعی ریاضی پیروی می‌کند و این تابع را برای محاسبه جدول زندگی به‌کار گرفت، مانند توابع گومپرز[1](۱۸۲۵)، میک‌هم[2](۱۸۶۰). این مدل‌های ریاضی را مدل‌های نظری مرگ‌ومیر می‌نامند.

از سوی دیگر ممکن است، برآوردی از مشاهدات کمتر که بتواند سن به‌هنگام 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

[1]- Gompertz
[2]- Makeham

می‌توان از روش‌های جدول‌های استاندارد سازمان ملل (۱۹۵۵) که برای همه کشورها و یا جدول‌هایی که برای کشورهای خاصی، طراحی شده، نام برد. از دیگر روش‌های معروف کاربردی، روش کول و دمنی[1](۱۹۶۶)، روش لدرمن[2](۱۹۶۹)، و براس[3] (۱۹۶۸) 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، در آن 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 شده‌است. افزون بر این، عوامل و خطرهای جدیدی که زندگی انسان‌ها را تحدید می‌کند، روند سن به‌هنگام مرگ را در بسیاری از کشورها تغییر داده‌است.

در مقایسه مدل‌های گوناگون جدول زندگی، به تفاوت‌هایی می‌رسیم، که آنها را به دو گروه کلی تقسیم می‌کنیم. مدل‌های نظری و مدل‌های آماری مرگ و میر. کایفیتز[4] (۱۹۸۴) در این باره شرح مفصلی آورده‌است. در مدل‌های نظری که بیشتر روش‌های اکچوئری از آن پیروی می‌کنند، مدلی ریاضی برای سن به‌هنگام مرگ درنظر 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 به‌کار می‌روند.

در مدل‌های آماری و کاربردی، تلاش برای دست‌یابی به روشی می‌شود که بتواند کاستی‌های آمار ثبتی را چاره کند و جدا از این کاستی‌ها، جدول زندگی را محاسبه کند. این روش‌ها یا تک‌پارامتری و یا چندپارامتری هستند. جدول‌های استاندارد عموماً تک‌پارامتری هستند. مدل براس، دو پارامتری و مدل لدرمن، پنج پارامتری است. شمار پارامترهای این مدل‌ها، چند ویژگی را به‌دنبال دارند. اگر از پارامترهای کمتری در محاسبه استفاده شود، نیاز به داده‌های مربوطه کمتر و محاسبه آسان‌تر می‌شود. با افزایش پارامترها، مدل دقت بیشتری پیدا می‌کند، ولی محاسبات سخت‌تر می‌شوند. مدل‌ساز، باید با توجه به محدودیت‌هایی که با آن روبه‌روست، تصمیم بگیرد که چه روشی مناسب‌تر است.

معمولاً آمار و اطلاعاتی که بیشتر در اختیار می‌باشد، مرگ‌ومیر کودکان و کهنسالان است. یعنی آمار کودکان زیر پنج‌سال و پیران بیش از ۶۰ یا ۶۵ سال و از این آمار برای برآورد پارامترهای مدل استفاده می‌شود، تا تمام جدول زندگی را محاسبه و آن را ساخت.

---

[1]- Cole, and Demeny
[2]- Lederman
[3]- Brass
[4]- Keyfitz

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 استاندار 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 از مشاهدات را برآورد کرد.

روش مستقیم

هنگامی که آمار مرگ یک جمعیت ثابت و قابل توجهی در اختیار باشد، می‌توان به‌سادگی جدول زندگی را محاسبه کرد. سادگی آن از این جهت است که روابط خاص و تعریف شده‌ای میان متغیرهای جدول وجود دارد. با داشتن یکی از آن متغیرها، ستون‌های دیگر این جدول به آسانی به‌دست می‌آید و در روش مستقیم محاسبه جدول زندگی که در ادامه این بخش می‌آید، به‌شرح 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 زیرنظر قرار گرفته 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 براین، شمار آنها باید آنچنان باشد، که نرخ‌های خام محاسبه شده را بتوان به‌عنوان احتمال درنظر گرفت. پس باید جمعیتی چشم‌گیر در اختیار داشت و آنها را زیر نظر گرفته و تا پایان زندگی آخرین نفر شمارش کرد. معمولاً شمار این جمعیت فرضی یکصد هزار نفر درنظر گرفته می‌شود. ابتدا روابط متغیرهای جدول زندگی برای داده‌های دوره‌ای (سالانه $n = 1$) را 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 می‌یابد. بنابراین، یک نسل بسته را تشکیل می‌دهند و آنرا با l_0 که ریشه[1] این نسل نامیده می‌شود، نشان می‌دهیم. متغیرهای دیگر جدول عبارتند از l_x، d_x، p_x، q_x، L_x، T_x، $\overset{\circ}{e}_x$ و m_x که روابط (۱) تا (۹) میان آنها برقرار است و در ادبیات این موضوع، مانند باورز[2] (۱۹۹۷)، برون[3] (۱۹۹۷) و لندن[4] (۱۹۹۷) به تفصیل آمده‌است.

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

$$l_0 = 100{,}000 \quad (۲)$$

$$d_0 = l_0 - l_1 \quad (۳)$$

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad (۴)$$

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x} \quad (۵)$$

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

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

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

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

$$m_x = \frac{d_x}{L_x} \quad (۱۰)$$

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

برای جدول زندگی گروهی، معمولاً دوره‌های پنج ساله در نظر گرفته می‌شود، (n=۵) ولی به‌طور کلی عبارتند از:

$${}_n d_x = l_x - l_{x+n} \quad (۱۲)$$

$${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x} \quad (۱۳)$$

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

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

$${}_n L_x T_x = T_{x+n} + \quad (۱۶)$$

$$\overset{\circ}{e}_x = \frac{T_x}{l_x} \quad (۱۷)$$

$${}_n m_x = \frac{{}_n d_x}{L_x} \quad (۱۸)$$

$${}_n q_x = \frac{m_x}{1 + \frac{1}{2} m_x} \quad (۱۹)$$

پس از این، نرخ‌های به‌دست آمده را فرازآوری کرده، که نتایج فرازآوری و آزمون‌های مربوطه در بخش ششم خواهد آمد.

روش‌های غیر مستقیم

معمولاً مدل‌های نظری، یک مدل بسته را بر یک جامعه آماری تحمیل می‌کنند. این مدل‌ها تلاش می‌کنند، تغییرات متغیر مورد نظر را برپایه تغییرات یک یا چند متغیر وابسته نشان دهند و آنرا تعریف کنند. برای اینچنین مدل‌هایی، فرضیات محکمی 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.

$$\mu = Bc^x \qquad (۲۰)$$

در این رابطه μ بردار نرخ آنی مرگ[2] یا شتاب مرگ[3]، B و c عدد ثابت و x سن فرد است. این رابطه شتاب مردن را به‌صورت نمایی 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 و شتاب مرگ، به‌صورت پیوسته اندازه‌گیری می‌شوند.

اگر رابطه (۶) را درنظر بگیریم که در آن زمان برای مدت بسیار کوچک Δt تغییر کند، این رابطه را می‌توان به‌صورت زیر درنظر گرفت:

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

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

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

از آنجا که طرف راست رابطه (۲۲) یک مشتق لگاریتمی است، می‌توان این رابطه را به یک رابطه نمایی تبدیل کرد.

$$\mu_x = -D \ln l_x \qquad (۲۳)$$

و یا:

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

و می‌توان با استفاده از رابطه (۵) و (۶) و (۲۴) احتمال مرگ را بر حسب شتاب مرگ به‌دست آورد.

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

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

$$q_x = 1 - e^{-\mu} \qquad (۲۶)$$

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

$$q_x = 1 - e^{-m_x} \qquad (۲۷)$$

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

---

[1]- Gumpertz
[2]- Instantaneous rate of death
[3]- Force of mortality

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
20	0.000115245	99,911	12	99905	5941499	59.47
21	0.000128279	99,899	13	99892.5	5841594	58.47
22	0.000142787	99,886	14	99879	5741701	57.48
23	0.000158935	99,872	16	99864	5641822	56.49
24	0.00017691	99,856	18	99847	5541958	55.5
25	0.000196916	99,838	20	99828	5442111	54.51
26	0.000219185	99,818	22	99807	5342283	53.52
27	0.00024397	99,796	24	99784	5242476	52.53
28	0.000271557	99,772	27	99758.5	5142692	51.54
29	0.000302263	99,745	30	99730	5042934	50.56
30	0.000336438	99,715	34	99698	4943204	49.57
31	0.000374475	99,681	37	99662.5	4843506	48.59
32	0.000416811	99,644	42	99623	4743843	47.61
33	0.000463928	99,602	46	99579	4644220	46.63
34	0.000516368	99,556	51	99530.5	4544641	45.65
35	0.000574731	99,505	57	99476.5	4445111	44.67
36	0.000639683	99,448	64	99416	4345634	43.7
37	0.000711968	99,384	71	99348.5	4246218	42.73
38	0.000792412	99,313	79	99273.5	4146870	41.76
39	0.000881933	99,234	88	99190	4047596	40.79
40	0.000981553	99,146	97	99097.5	3948406	39.82
41	0.001092406	99,049	108	98995	3849309	38.86
42	0.001215757	98,941	120	98881	3750314	37.9
43	0.001353007	98,821	134	98754	3651433	36.95
44	0.001505716	98,687	149	98612.5	3552679	36
45	0.001675618	98,538	165	98455.5	3454066	35.05
46	0.001864638	98,373	183	98281.5	3355611	34.11
47	0.002074914	98,190	204	98088	3257329	33.17
48	0.00230882	97,986	226	97873	3159241	32.24
49	0.002568993	97,760	251	97634.5	3061368	31.32
50	0.002858357	97,509	279	97369.5	2963734	30.39
51	0.003180159	97,230	309	97075.5	2866364	29.48

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
52	0.003537997	96,921	343	96749.5	2769289	28.57
53	0.003935861	96,578	380	96388	2672539	27.67
54	0.00437817	96,198	421	95987.5	2576151	26.78
55	0.004869822	95,777	466	95544	2480164	25.9
56	0.005416232	95,311	516	95053	2384620	25.02
57	0.006023393	94,795	571	94509.5	2289567	24.15
58	0.006697927	94,224	631	93908.5	2195057	23.3
59	0.007447149	93,593	697	93244.5	2101149	22.45
60	0.008279126	92,896	769	92511.5	2007904	21.61
61	0.009202752	92,127	848	91703	1915393	20.79
62	0.010227817	91,279	934	90812	1823690	19.98
63	0.011365088	90,345	1027	89831.5	1732878	19.18
64	0.012626384	89,318	1128	88754	1643046	18.4
65	0.014024663	88,190	1237	87571.5	1554292	17.62
66	0.015574103	86,953	1354	86276	1466721	16.87
67	0.01729019	85,599	1480	84859	1380445	16.13
68	0.019189797	84,119	1614	83312	1295586	15.4
69	0.021291264	82,505	1757	81626.5	1212274	14.69
70	0.023614468	80,748	1907	79794.5	1130647	14
71	0.026180886	78,841	2064	77809	1050853	13.33
72	0.029013637	76,777	2228	75663	973043.5	12.67
73	0.032137511	74,549	2396	73351	897380.5	12.04
74	0.035578962	72,153	2567	70869.5	824029.5	11.42
75	0.039366079	69,586	2739	68216.5	753160	10.82
76	0.043528502	66,847	2910	65392	684943.5	10.25
77	0.048097299	63,937	3075	62399.5	619551.5	9.69
78	0.053104773	60,862	3232	59246	557152	9.15
79	0.058584208	57,630	3376	55942	497906	8.64
80	0.06456952	54,254	3503	52502.5	441964	8.15
81	0.071094834	50,751	3608	48947	389461.5	7.67
82	0.078193947	47,143	3686	45300	340514.5	7.22
83	0.085899694	43,457	3733	41590.5	295214.5	6.79

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
84	0.094243203	39,724	3744	37852	253624	6.38
85	0.103253043	35,980	3715	34122.5	215772	6
86	0.112954273	32,265	3644	30443	181649.5	5.63
87	0.123367408	28,621	3531	26855.5	151206.5	5.28
88	0.134507322	25,090	3375	23402.5	124351	4.96
89	0.146382129	21,715	3179	20125.5	100948.5	4.65
90	0.158992073	18,536	2947	17062.5	80823	4.36
91	0.172328495	15,589	2686	14246	63760.5	4.09
92	0.186372913	12,903	2405	11700.5	49514.5	3.84
93	0.201096303	10,498	2111	9442.5	37814	3.6
94	0.216458631	8,387	1815	7479.5	28371.5	3.38
95	0.232408694	6,572	1527	5808.5	20892	3.18
96	0.248884329	5,045	1256	4417	15083.5	2.99
97	0.265813009	3,789	1007	3285.5	10666.5	2.82
98	0.283112855	2,782	788	2388	7381	2.65
99	0.30069403	1,994	600	1694	4993	2.5
100	0.318460493	1,394	444	1172	3299	2.37
101	0.336312032	950	319	790.5	2127	2.24
102	0.3541465	631	223	519.5	1336.5	2.12
103	0.371862139	408	152	332	817	2
104	0.389359886	256	100	206	485	1.89
105	0.406545558	156	63	124.5	279	1.79
106	0.423331792	93	39	73.5	154.5	1.66
107	0.439639692	54	24	42	81	1.5
108	0.455400097	30	14	23	39	1.3
109	0.470554453	16	8	12	16	1
110	1	8	8	4	4	0.5

فرازآوری

در اغلب جدول‌های زندگی، محقق با آمار و داده‌هایی روبه‌رو 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. از آنجا که شرح این روش بسیار طولانی است، در این مقاله به آن نمی-پردازیم و می‌توان به منبع بالا مراجعه کرد. در این مقاله آزمون‌های فرازآوری که در دیگر جدول-های ایرانی دیده نشده است، مطرح می‌شود. در جدول (۲) آزمون‌های مرتبط با فرازآوری را آورده‌ایم که در آن d_x شمار فوت‌شدگان، $\hat{d}_x$ برآورد شمار فوت‌شدگان و در ستون چهارم اختلاف این دو کمیت آمده است. $V_x^{1/2}$ برآوردی از انحراف معیار شمار فوت‌شدگان و Z_x انحراف نسبی برآورد و S_x^2 مجذور انحرافات است که از یک توزیع کای ـ دو برخوردار می‌باشد 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	$100\left(\frac{d_x}{\hat{d}_x}\right)$
20	0	0.076	-0.076	0.275681	-0.27568	0.076	0
21	0	0.762082	-0.76208	0.872973	-0.87297	0.762082	0
22	0	0.076	-0.076	0.275681	-0.27568	0.076	0
23	0	0.076	-0.076	0.275681	-0.27568	0.076	0
24	0	0.076	-0.076	0.275681	-0.27568	0.076	0
25	0	0.762082	-0.76208	0.872973	-0.87297	0.762082	0
26	0	0.076	-0.076	0.275681	-0.27568	0.076	0
27	0	0.076	-0.076	0.275681	-0.27568	0.076	0
28	1	0.759938	0.240062	0.871744	0.275381	0.075835	131.5896
29	0	0.761079	-0.76108	0.872399	-0.8724	0.761079	0
30	0	0.0759	-0.0759	0.2755	-0.2755	0.0759	0
31	4	3.79123	0.20877	1.947108	0.107221	0.011496	105.5067
32	5	3.758692	1.241308	1.938735	0.640267	0.409942	133.025
33	9	8.21813	0.78187	2.866728	0.272739	0.074387	109.514
34	8	8.098984	-0.09898	2.845871	-0.03478	0.00121	98.77783
35	7	7.290452	-0.29045	2.700084	-0.10757	0.011572	96.01599
36	10	7.913008	2.086992	2.813007	0.741908	0.550427	126.3742
37	6	6.430843	-0.43084	2.535911	-0.1699	0.028865	93.30037
38	13	14.0843	-1.0843	3.752906	-0.28892	0.083477	92.30135
39	7	6.923712	0.076288	2.631295	0.028992	0.000841	101.1018

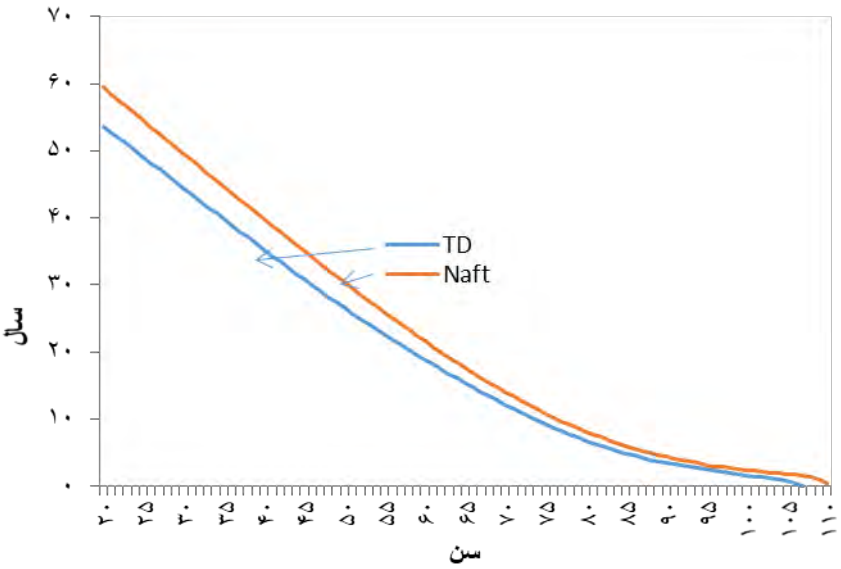
جدول ۲: آزمون‌های فرازآوری

سن	d_x	$\hat{d}_x$	$dev = d_x - \hat{d}_x$	$V_x^{1/2}$	Z_x	S_x^2	$100\left(\frac{d_x}{\hat{d}_x}\right)$
40	5	6.183284	-1.18328	2.486621	-0.47586	0.226443	80.86318
41	13	13.6051	-0.6051	3.688509	-0.16405	0.026912	95.5524
42	13	13.28025	-0.28025	3.644207	-0.0769	0.005914	97.88975
43	13	12.99373	0.006274	3.604681	0.001741	3.03E-06	100.0483
44	16	19.14247	-3.14247	4.37521	-0.71824	0.515874	83.5838
45	9	6.872725	2.127275	2.621588	0.811445	0.658443	130.9524
46	13	12.30394	0.696057	3.507698	0.198437	0.039377	105.6572
47	12	12.01984	-0.01984	3.466963	-0.00572	3.27E-05	99.83498
48	10	11.83025	-1.83025	3.439513	-0.53212	0.283156	84.52909
49	14	11.55277	2.447233	3.398936	0.72	0.5184	121.1831
50	13	11.34743	1.652567	3.368595	0.49058	0.240669	114.5634
51	5	5.005492	-0.00549	2.237296	-0.00245	6.03E-06	99.89028
52	8	6.057685	1.942315	2.461236	0.789162	0.622777	132.0637
53	13	10.81016	2.189836	3.287881	0.666032	0.443599	120.2572
54	17	15.78885	1.211155	3.973518	0.304807	0.092907	107.671
55	8	10.22926	-2.22926	3.198321	-0.69701	0.485822	78.20702
56	15	15.06259	-0.06259	3.881055	-0.01613	0.00026	99.58447
57	8	9.757479	-1.75748	3.123696	-0.56263	0.31655	81.98839
58	18	19.03249	-1.03249	4.362624	-0.23667	0.056011	94.57512
59	22	22.5889	-0.5889	4.752779	-0.12391	0.015353	97.39295
60	26	21.58904	4.410959	4.646401	0.949328	0.901224	120.4315
61	17	16.42734	0.572658	4.053066	0.14129	0.019963	103.486
62	15	15.71602	-0.71602	3.964343	-0.18061	0.032622	95.44403
63	23	18.72514	4.274863	4.327255	0.987893	0.975932	122.8295
64	14	14.28252	-0.28252	3.779222	-0.07476	0.005588	98.02191
65	10	10.29526	-0.29526	3.208623	-0.09202	0.008468	97.13208
66	11	10.04011	0.959885	3.168614	0.302935	0.09177	109.5605
67	13	12.94756	0.052438	3.598272	0.014573	0.000212	100.405
68	7	6.23937	0.76063	2.497873	0.304511	0.092727	112.1908
69	10	9.120247	0.879753	3.019975	0.291312	0.084862	109.6462
70	14	14.59423	-0.59423	3.82024	-0.15555	0.024195	95.92831

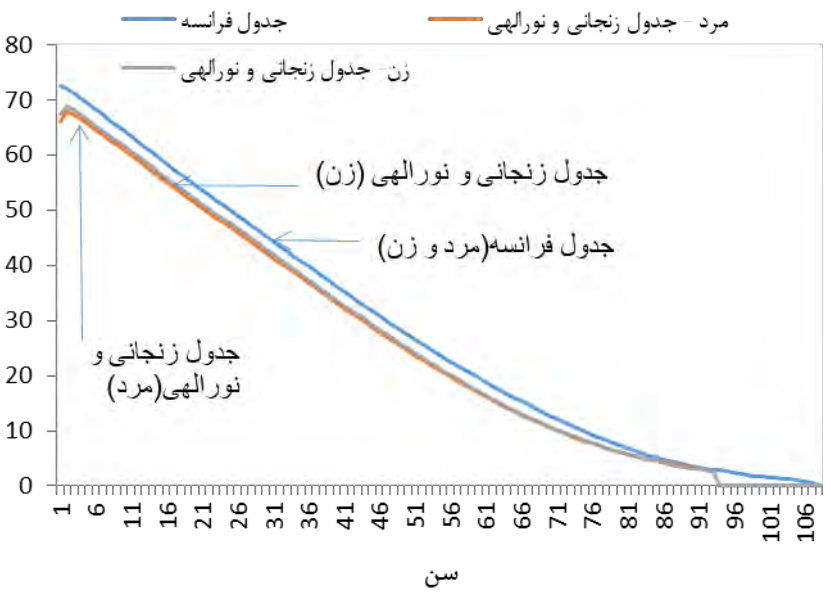
جدول ۲: آزمون‌های فرازآوری

سن	d_x	$\hat{d}_x$	$dev = d_x - \hat{d}_x$	$V_x^{1/2}$	Z_x	S_x^2	$100\left(\frac{d_x}{\hat{d}_x}\right)$
71	10	13.92877	-3.92877	3.732126	-1.05269	1.108153	71.79386
72	3	2.997862	0.002138	1.731433	0.001235	1.53E-06	100.0713
73	3	2.97544	0.02456	1.724946	0.014238	0.000203	100.8254
74	1	1.345153	-0.34515	1.159808	-0.2976	0.088563	74.34096
75	0	0.0268	-0.0268	0.163707	-0.16371	0.0268	0
76	0	0.0268	-0.0268	0.163707	-0.16371	0.0268	0
77	1	1.338911	-0.33891	1.157113	-0.29289	0.085787	74.68757
78	2	2.401151	-0.40115	1.549565	-0.25888	0.067019	83.2934
79	1	1.322612	-0.32261	1.150049	-0.28052	0.078692	75.60795
80	3	2.884426	0.115574	1.69836	0.06805	0.004631	104.0068
81	3	2.855012	0.144988	1.689678	0.085808	0.007363	105.0784
82	5	5.105342	-0.10534	2.2595	-0.04662	0.002174	97.93662
83	8	7.48735	0.51265	2.736302	0.187351	0.035101	106.8469
84	0	0.0238	-0.0238	0.154272	-0.15427	0.0238	0
85	35	33.10664	1.893356	5.753837	0.32906	0.10828	105.719
86	24	28.98699	-4.98699	5.383956	-0.92627	0.857972	82.79578
87	14	17.56679	-3.56679	4.191276	-0.851	0.724208	79.69582
88	18	15.58658	2.413425	3.947984	0.611306	0.373695	115.484
89	25	27.91753	-2.91753	5.283705	-0.55218	0.304898	89.54946
90	19	17.23705	1.762945	4.151753	0.424627	0.180308	110.2276
91	26	26.27394	-0.27394	5.125811	-0.05344	0.002856	98.95737
92	33	30.75699	2.243014	5.545898	0.404446	0.163576	107.2927
93	0	sum dev=	-2.55525		$\chi^2 =$	18.9975	

برای مشاهده و مقایسه امید زندگی در جدول زندگی صنعت نفت و آنچه که برپایه «جدول فرانسه» محاسبه می‌شود، نمودارهای (۱) و (۲) را آورده‌ایم. همان‌گونه که دیده می‌شود، تخمین امیدزندگی با برآوردی بیشتر در تمام سنین محاسبه شده‌است و از آنجا که داده‌های دوران نوزادی و خردسالی در اختیار نمی‌باشد، نمودار امیدزندگی از بیست سالگی 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 نورالهی(۱۳۷۹).

بهبود امید زندگی در جدول‌های زندگی ایران

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

جدول ۳: امید زندگی در آغاز زندگی و در ده سالگی در ایران(۱۹۷۶-۱۹۷۳).

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

Source: Model Life Tables for Developing Countries

در بسیاری از موارد، اهمیت افزایش امیدزندگی در نشان دادن بهبود شرایط زندگی است. یعنی با افزایش امیدزندگی، 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 امیدزندگی در ادامه تعهدات صندوق‌های بازنشستگی، واضح و آشکار است. در جدول‌های زندگی نیز به‌دلیل تغییر و افزایش امیدزندگی در طول سال‌های گذشته، ضرورت محاسبه جدول به‌روز را مشخص و نمایان می‌کند. بدین ترتیب محاسبه دقیق‌تر امیدزندگی و کمیت‌های دیگر جدول زندگی با توجه به نیازهای بیمه‌ای، بسیار با اهمیت و نمایان می‌شود.

نتیجه‌گیری

جدول‌های زندگی در گذشته، امیدزندگی را بسیار کمتر محاسبه کرده و همان‌گونه که برای سال‌های ۷۶-۱۳۷۳، در جدول (۳) دیده می‌شود، امیدزندگی 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. امیدزندگی 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، چشم پوشی و مسامحه در محاسبات بیمه عمر و صندوق‌های بازنشستگی، هزینه‌های جبران ناپذیری 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 با اهمیت باشند.

منابع

- زنجانی، حبیب‌اله و طه نورالهی (۱۳۷۹) جدول مرگ و میر ایران برای سال ۱۳۷۵. موسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی.
- شمس، حسن (۱۳۶۱) جدول امید به زندگی در ایران، مرکز آمار ایران.
- کهلی، ک.ال (۱۳۶۱) جداول خلاصه عمر در ایران برای سال‌های ۱۳۵۲-۱۳۵۶، 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 (۱۳۸۴) 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 (۱۳۸۴) سیمای مرگ‌ومیر در ۲۳ استان کشور سال ۱۳۸۲، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
- نقوی، محسن و ناهید جعفری (۱۳۸۶) سیمای مرگ‌ومیر در ۲۹ استان کشور در سال ۱۳۸۳، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
- نورالهی، طه (۱۳۷۰) جدول عمر جمعیت کشور، مناطق شهری و روستایی، مرکز آمار ایران.
- نورالهی، طه (۱۳۷۶) سطح و روند مرگ‌ومیر در ایران ۱۳۵۲-۱۳۷۳، مجموعه مقالات سومین کنفرانس آمار ایران، مرکز آمار ایران.

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

- rass, W. (1968) بThe demography of French-speaking territories covered by special sample inquiries: Upper Volta, Dahomey, Guinea, North Cameron and other areasپ. Chapter 7 in The Demography of 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) بOn graduation by a mathematical Formulaپ.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 contingenciesپ Philosophical Transactions of the Royal Society of London (115) 513ت583.
- Keyfitz, N. (1984) بChoice of function for mortality analysis: Effective forecasting depends on a minimum parameter representationپin Vallin, J., Pollard J.H. and Heligman, L. eds., Methodologies for the Collection and Analysis of Mortality Data, IUSSP, Ordinal Editions, Liege, Belgium, pp 225-241.
- Ledermann, S. (1969) Nouvelles Tables-type de Mortalite. Traveauxet Document, Cahier No. 53, Paris, Institut National dبetudesDemographiques.
- 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) بWHO system of model lifetablesپ,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.