

امید به زندگی

بک شاخص

: پیشرفت

شرایط کلی اقتصادی - اجتماعی يك کشور از نظر درجه پیشرفت را میتوان در میزان عمر متوسط یا امید به زندگی در لحظه تولد در آن کشور مشاهده کرد. از این نظر است که این شاخص همواره در کنار سایر شاخصهای اجتماعی، اقتصادی، جمعیتی، فرهنگی و بهداشتی و به عنوان یکی از مهمترین آنها در بررسی وضع کشورها و مناطق مختلف دنیا بکار میرود. اهمیت آن بیشتر از این جهت است که خلاصه کننده و یا ترکیب کننده بسیاری از متغیرهای دیگر است.

در عین حال باید اضافه کرد که محاسبه عمر متوسط موکول به وجود اطلاعات آماری بالنسبه دقیقی است، که غالباً در سطح کشورهای در حال توسعه در دسترس نیست، و از اینرو آگاهی از میزان واقعی عمر متوسط دشوار است. با توجه به اهمیت این شاخص و کمبود مدارک علمی درباره روش محاسبه این شاخص به زبان فارسی، مقاله حاضر که توسط آقای دکتر عزت‌الله کیوان استاد یار دانشگاه تبران نوشته شده است میتواند راهنمای جامعی در این زمینه باشد.

مقدمه

یکی از شاخصهای نسبتاً خوب سنجش وضع اقتصادی - اجتماعی و بهداشتی جامعه، امید به زندگی، یا « امید بقا » (Life Expectancy)، یا بعبارت دیگر متوسط طول عمر بعد از رسیدن به سن معینی میباشد. اگرچه این شاخص برای هر سنی قابل محاسبه است، ولی بطور معمول، بیشتر امید به زندگی به هنگام تولد مورد توجه میباشد.

پیشرفتهای اقتصادی - اجتماعی همگام با افزایش سطح بهداشت و سلامتی جامعه، مرگ و میر - بویژه مرگ و میر

نامه پژوهشکده، سال دوم، شماره دوم، تابستان ۲۵۳۷

دوره نوزادی و کودکی را - کم کرده، موجب افزایش طول عمر و یا عبارت دیگر امید به زندگی به هنگام تولد میشود. امید به زندگی در گذشته بجهت فقر بهداشتی جوامع بسیار پایین بود، ولی امروزه، بویژه در کشورهای پیشرفته از مرز ۷۰ سالگی نیز گذشته است (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱- امید به زندگی به هنگام تولد در ایالات متحده آمریکا (۱)

سال	امید به زندگی (به سال)
۱۹۰۰	۴۷/۳
۱۹۵۰	۶۸/۲
۱۹۶۰	۶۹/۷
۱۹۷۰	۷۰/۹

وقتی امید به زندگی به هنگام تولد در رابطه با شاخصهای مختلف اقتصادی اجتماعی و بهداشتی مورد بررسی قرار می گیرد، رابطه مثبت آن با شاخصهایی که فزونی آنها بیانگر پیشرفت اقتصادی و سلامتی جامعه است، و رابطه منفی آن با شاخصهایی که فزونی آنها به نحوی از اتحنا گویای فقر اقتصادی و بهداشتی جامعه است به دست می آید (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲ - امید به زندگی به هنگام تولد در رابطه با بعضی شاخصهای

اقتصادی - اجتماعی و بهداشتی در کشورهای مختلف (۴۰۳۶۲)

کشور	درآمد سرانه (به دلار)	درصد باسوادان	درصد شهرنشینی	نسبت پزشک به جمعیت	امید به زندگی (به سال)	مرگ و میر اطفال (در هزار)	درصد جمعیت کمتر از ۱۵ سال
کانادا	۶۰۸۰	۱۰۰	۷۶	۷۰۰	۷۳	۱۶	۲۹
آلمان غربی	۵۸۹۰	۹۹	۸۸	۶۰۰	۷۱	۲۱	۲۳
ژاپن	۳۸۸۰	۹۸	۷۲	۹۰۰	۷۳	۱۱	۲۴
سوئد	۶۷۲۰	۹۹	۸۱	۷۰۰	۷۵	۹	۲۱
برزیل	۹۰۰	۶۷	۵۸	۲۰۰۰	۶۱	۸۲	۴۲
فیلیپین	۳۱۰	۸۳	۳۲	۲۸۰۰	۵۸	۷۴	۴۳
ترکیه	۶۹۰	۵۵	۲۹	۱۷۰۰	۵۴	۱۱۹	۴۲
پاکستان	۱۳۰	۱۴	۲۶	۶۰۰۰	۵۰	۱۲۴	۴۶
هندوستان	۱۳۰	۲۹	۲۰	۳۲۰۰	۵۰	۱۳۹	۴۰
اندونزی	۱۵۰	۶۰	۱۸	۲۱۰۰۰	۴۸	۱۲۵	۴۴

افزایش امید به زندگی به هنگام تولد موجب افزایش طول عمر و نهایتاً افزایش افراد سالمند جامعه می‌شود که خود مسایل اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی جدیدی را موجب می‌گردد. به این ترتیب این شاخص نه تنها وضع اقتصادی - اجتماعی جامعه را معلوم می‌دارد، بلکه با در دست داشتن آن نیازهای جامعه را در آینده نیز می‌توان پیش‌بینی و معلوم داشت. بنابراین آگاهی از نحوه محاسبه و تعیین آن در بسیاری از مطالعات اجتماعی مفید می‌باشد. برای محاسبه امید به زندگی باید جدول عمر را شناخت و از نحوه تهیه آن آگاه بود. بر این اساس در این گفتار به دنبال مروری کوتاه از کم و کیف ویژگیهای جدول عمر، چگونگی ساختمان جدول و نحوه محاسبه امید به زندگی آورده می‌شود.

ویژگیها و کاربردهای جدول عمر

جدول عمر (Life Table) وسیله‌ای است برای تعیین طول عمر (Survivorship) و چون اساس تهیه و تنظیم آن بر تعیین میزان مرگ و میر استوار است، در گذشته گاهی بعنوان جدول مرگ و میر (Mortality Table) نیز از آن نام برده شده است. امروزه جدول عمر تنها برای تعیین طول عمر مورد استفاده نیست، بلکه در موارد بسیار و به صورتهای متفاوت مورد استفاده می‌باشد. جمعیت‌شناسان، متخصصین بهداشت و آمار حیاتی از جدول عمر برای مطالعه میزان بقا (Longevity)، باروری، مهاجرت، تخمین میزان بیوگی (Widowhood) و یتیمی (Orphanhood)، احتمال ازدواج، طول زندگی زناشویی، رشد جمعیت، پیش‌بینی اندازه و ویژگیهای جمعیت در آینده، و بالاخره طول دوران کار و فعالیت (Working Life) استفاده می‌کنند. از اصول تنظیم جدول عمر برای تعیین مدت و میزان کارکرد دستگاههای صنعتی نیز استفاده می‌شود. (۸۰۷۰۶، ۵).

اصول کلی در جدول عمر تعیین میزان مرگ و میر اختصاصی هر سن و بر اساس آن تعیین مرگ و میر، میزان بقا و طول عمر افراد می‌باشد. برای این منظور جدول عمر تاریخیچه و روند مرگ و میر یک گروه فرضی یا «کوهورت» (Cohort) را معمولاً از موقع تولد تا فوت آخرین نفر مورد توجه قرار میدهد. این گروه فرضی واجد شرایط زیر است:

الف - «کوهورت» در مقابل هر گونه ورود و خروج (Migration) افراد بسته است. و بنابراین هیچ گونه تغییری در تعداد افراد آن پیدا نمی‌شود، مگر کم شدن بعات فوت.

ب - «کوهورت» يك میزان بدون تغییر و از پیش تعیین شده‌ای از افراد خود را در هر سن از دست می‌دهد .

ج - «کوهورت» معمولاً از تعداد «روندی» زایمان‌زنده (معمولاً ۱۰۰،۱۰۰ هزار یا ۱۰۰ هزار) که ریشه (Radix) جدول عمر نامیده می‌شود تشکیل می‌گردد . این امر اولاً مقایسه بین جدولهای عمر مختلف را آسانتر میکند ، و ثانیاً نسبت زنده‌مانده‌ها از موقع تولد تا هر سنی را با يك نگاه به جدول عمر معلوم می‌دارد . مثلاً اگر ۵۴۲ نفر از يك «کوهورت» ۱۰ هزار نفری در سن ۳۵ سالگی زنده باشند ، این بدن معنی است که دقیقاً $\frac{542}{10000}$ افراد بداین سن میرسند .

د - فوتهای مربوط به هر سن (غیر از چند سال اول عمر) بطور یکنواختی در آن سن پخش شده‌اند . یعنی میتوان انتظار داشت که مثلاً نیمی از مرگهای بین سن ۹ تا ۱۰ سالگی ، تا قبل از $\frac{9}{5}$ سالگی اتفاق بیفتند .

ه - «کوهورت» معمولاً شامل افراد يك جنس می‌باشد . اگرچه میتوان جدول عمر مشترك از افراد هر دو جنس تنظیم کرد ، ولی به جهت تفاوت مرگ و میر زن و مرد در اکثر گروههای سنی بهتر آن است که برای هر يك از آنها جدول عمر جداگانه تهیه کرد (۶) .

انواع جدول عمر

جدولهای عمر بر حسب سال مورد استناد (Reference Year) ، چگونگی گروههای سنی ، و متغیرهای مورد بررسی به چند نوع تقسیم میشوند .

از نظر سال مورد استناد دوتنوع جدول عمر وجود دارد ؛ جدول عمر دوره‌ای یا معمولی (Current or Period L.T.) و جدول عمر «کوهورت» یا نسلی (Generation Or Cohort L. T.) . جدول عمر دوره‌ای بر اساس مرگ و میر يك دوره کوتاه - مثلاً يك سال یا سه سال (و در مواردی دوره ۵ یا ۱۰ ساله بین سرشماری) - که بهر حال روند مرگ و میر تا حد زیادی یکنواخت است - استوار است . اطلاعات جمعیتی مورد استفاده در این جدول اطلاعات مربوط به میانه آن دوره می‌باشد . بطور کلی این نوع جدول ، ترکیب کلی مرگ و میر را بر حسب سن جمعیت در يك دوره کوتاه و مشخص نشان میدهد . به این ترتیب روند مرگ و میر مربوط به يك «کوهورت» واقعی نمی‌باشد ، بلکه يك «کوهورت» فرضی در نظر گرفته میشود ، که در معرض میزانهای مرگ و میر اختصاصی سنی يك دوره خاص قرار گرفته است . جدول عمر دوره‌ای را میتوان تصویری (Sanpshot) از وضع مرگ و میر موجود دانست .

جدول عمر نسلی بر اساس میزانهای مرگ و میر یک «کوهورت» واقعی - مثلاً تمام افرادی که در یک سال معین به دنیا آمده‌اند - استوار است. در این نوع جدول، مرگ و میر افراد «کوهورت»، از لحظه تولد آنها در سنین مختلف، تا موقعی که عمده آنها فوت کنند بررسی میشود. تهیه جدول عمر بصورت «کوهورت» یا نسلی بسیار مشکل است، زیرا که اولاً باید از سرانجام عمده افراد «کوهورت» اطلاع داشت، و ثانیاً اطلاعات مرگ و میر سالیهای بسیاری (شاید بیش از یک قرن) مورد نیاز است، چراکه بعضی از افراد «کوهورت» ممکن است تا ۱۰۰ سالگی و شاید بیشتر عمر کنند. به این علت معمولاً جدول عمر بصورت دوره‌ای تهیه میشود. بهر حال جدول عمر نسلی یا «کوهورت» برای پیش بینی مرگ و میر، مطالعه روند مرگ و میر، و اندازه گیری باروری و قدرت تولید مثل (Reproductivity) مورد استفاده می‌باشد.

جدول عمر را همچنین ممکن است برحسب چگونگی تنظیم گروههای سنی به دو نوع کامل (Complete) یا مشروح (Unabridged) و خلاصه شده (Abridged) تقسیم کرد. در جدول عمر کامل سن بصورت تک سال (Single Year) از تولد تا آخرین سن ممکن (۱۰۰ و یا بیشتر) آورده می‌شود، و حال آنکه در جدول عمر خلاصه شده، سن بصورت گروههای سنی پنج ساله باده ساله میباشد. معمولاً جدولهای عمر بصورت خلاصه شده تهیه میشود، چراکه هم تهیه آن ساده تر است، و هم آنکه آوردن اطلاعات مرگ و میر بصورت میزانهای اختصاصی پنج ساله (و یا حتی ده ساله) آنقدر صحیح و قابل اعتماد هستند که بتوانند مورد استناد قرار گیرند.

بالاخره جدول عمر را ممکن است به روش استاندارد (Standard L.T.) و با بد روش کاهش مضاعف (Multiple Decrement L.T.) تهیه کرد. اساس، بهر حال در هر دو نوع جدول، وضع مرگ و میر است. با این تفاوت که در جدول عمر استاندارد روند کلی مرگ و میر یک «کوهورت» برحسب سن مورد توجه است، ولی در جدول عمر کاهش مضاعف روند مرگ و میر برحسب عوامل مختلف، مثلاً علت مرگ و یا خصوصیات اقتصادی اجتماعی مورد توجه قرار می‌گیرد. شك نیست که تهیه جدول به روش نخست بسیار آسانتر از روش دوم است (۵). - *پایان جامع علوم انسانی*

تاریخچه جدول عمر

اولین جدول عمر بسال ۱۶۹۳ توسط «هالی» (Halley)، و با استفاده از آمار موالید و مرگ و میر سالهای ۱۶۸۷-۱۶۹۱ شهر «برسلاو» (Breslau) در هلند تهیه شد، که چون پایه‌های فرضی تهیه آن - اینکه جمعیت «برسلاو» برای مدت نسبتاً طولانی

ساکن (Stationary) خواهد بود - زیر بنای کاملاً درستی نبود ، جدول به دست آمده اطلاعات قابل اعتمادی به دست نداد . جدولهای عمر دیگری هم در قرنهای عقده و هجده ، براساس اطلاعات محدودی تهیه شدند، که چون آنها نیز جلگی بر فرضیات ساده‌ای استوار بودند لزوماً نمی‌توانستند صحیح و قابل استناد باشند .

نخستین جدول عمر صحیح توسط «میلن» (Milne) تنظیم و به سال ۱۸۱۵ منتشر شد . این جدول براساس میزانهای مرگ و میر سالهای ۱۷۷۹-۸۷ دو بخش از منطقه «کارلیسل» (Carlisle) انگلستان تهیه گردید . بعد از آن جدولهای عمر متعددی تهیه شدند ، که بیشترین آنها مربوط به کشورهای اروپایی ، و بویژه ممالک اسکاتلندیناوی بودند .

امروزه تقریباً برای اکثر کشورها و مناطق مختلف جهان، جدول عمر به گونه‌های متفاوت تهیه شده است که نمونه‌های آنها را در «سالنامه جمعیتی سازمان ملل متحد» میتوان مشاهده کرد (۵) ،

ساختمان جدول عمر

پیش از پرداختن به ساختمان جدول عمر از مفهوم سن در جدول عمر و تعریف متغیرهای جدول باید آگاهی داشت . براین اساس در این قسمت از گفتار خود نخست به آنها اشاره‌ای میشود و سپس ساختمان جدول مورد بررسی قرار می‌گیرد .

مفهوم سن در جدول عمر : هر عددی (Value) در جدول عمر به سن بخصوصی مربوط میشود . در بررسیها و صحبت‌های روزمره سن چندان دقیق و مشخص نیست، ولی در جدول عمر سن خیلی مشخص و قاطع (Strict) بیان میشود، و آن عبارت است از تعداد سالهای کاملی که از هنگام تولد يك فرد گذشته است . وقتی در جدول عمر از «سن ۲۰ سالگی» صحبت میشود ، منظور لحظه‌ای است که شخص ۲۰ سال تمام دارد . برای يك سال بعد این شخص در فاصله سنی ۲۰ ، ۲۱ سال است ، تا اینکه به سن کامل ۲۱ سالگی برسد . در این فاصله سنی ، سن او نه ۲۰ سال است نه ۲۱ سال ، بلکه ۲۰ ، بعلاوه جزئی از یکسال است (۶) .

متغیرهای جدول عمر : جدول عمر نشان متغیر اصلی دارد (۵، ۷، ۶، ۸) که عبارتند از: q_x ، l_x ، d_x ، L_x ، T_x ، e_x . بسوند x مربوط به سن است و در مواردی که سن مشخص باشد، عدد آن به همراه متغیر آورده میشود (مثل q_{15} ، T_{60} ، ...). اگر سن بخصوصی مورد نظر نباشد پسوند x آورده میشود . برای ساختن جدول عمر،

هریک از متغیرهای فوق باید برای همهٔ سنین (یا گروههای سنی در جدول عمر خلاصه شده) محاسبه و در ستونهای جداگانه بدنبال یکدیگر آورده شوند. در مواردی ممکن است به جهت کمبود جا بعضی از متغیرها و ستون مربوط به آنها حذف شوند. این عمل از ارزش جدول نمی‌کاهد، چراکه اطلاعات مربوط به آنها را از سایر ستونها میتوان محاسبه و معلوم داشت، ولی بهر حال ستون مربوط به میزان مرگ و میر (q_x) ستون اصلی جدول است، که بر اساس آن سایر متغیرها محاسبه میشوند. تعریف هر یک از متغیر فوق به شرح زیر است:

q_x = نسبت افرادی از «کوهورت» که در شروع سن x زنده هستند، ولی در فاصله زمانی x تا $x+1$ فوت خواهند کرد. عبارت دیگر q_x احتمال فوت بین سن x تا $x+1$ است.

l_x = تعداد افراد زنده مانده در سن x ، از کل افرادی که بعنوان ریشه (Radix) جدول عمر در نظر گرفته شده‌اند.

d_x = تعداد افرادی که در فاصلهٔ سنی x تا $x+1$ از کل افراد در نظر گرفته شده بعنوان ریشهٔ جدول، فوت می‌کنند.

L_x = تعداد سالهای عمر (Person-Year) که در فاصلهٔ سنی x تا $x+1$ بوسیلهٔ افراد «کوهورت» سپری میشود.

T_x = جمع سالهای عمر که بوسیلهٔ افراد «کوهورت» بعد از رسیدن به سن x سپری خواهد شد.

e_x = متوسط سالهای عمر باقی‌مانده برای فردی که به سن x رسیده است. این متغیر همان امید به زندگی (Life Expectancy) است، که معمولاً از آن بصورت e_x یا امید به زندگی در موقع تولد یاد میشود.

همان‌طور که از تعریف متغیرها معلوم میشود، بعضی از آنها (l_x ، T_x ، e_x) به سن دقیق x مربوط میشوند و بعضی دیگر (q_x ، L_x ، d_x) به فاصلهٔ زمانی بین سن x تا $x+1$.

در مواردی پیشوندی نیز به همراه متغیرهای جدول عمر وجود دارد که منظور فاصلهٔ زمانی به همان مدت از سن مورد نظر است. این پیشوند که با حرف Π نشان داده میشود، معمولاً فاصلهٔ زمانی ۵ یا ۱۰ سال است، و در جدولهای عمر خلاصه شده (Abridged) که از گروههای سنی بجای تک سن استفاده میشود آورده میشود.

با آگاهی از مفهوم سن و تعریف متغیرهای جدول عمر اکنون به بیان ساختمان جدول می‌پردازیم. برای ساختمان جدول سه اقدام اساسی باید صورت گیرد:

۱ - از آنجا که دست مایهٔ اولیهٔ جدول عمر، اطلاعات مربوط به مرگ و میر،

موالید و جمعیت است ، لذا این اطلاعات باید دقیق ، کامل و مبرا از هرگونه انحراف یا «تورش» (Biase) ، تناقض (Inconsistency) و اشتباه (Error) باشند . بنابراین پیش از استفاده از اطلاعات موجود باید آنها را از هر نظر کنترل کرد و در صورت لزوم تطبیق (Adjustment) لازم در آنها انجام شود .

۲ - میزانهای مرگ و میر (q_x) محاسبه و یکدواخت (graduate) شوند .

۳ - سایر متغیرها محاسبه و تعیین شوند .

با قبول این فرض که اطلاعات مورد استفاده کامل ، دقیق و عاری از هرگونه اشتباه هستند ، در اینجا قسمت‌های دوم و سوم مورد بررسی قرار می‌گیرد .

محاسبه میزانهای مرگ و میر (q_x) : میزانهای مرگ و میر (q_x) جدول عمر معمولاً اولین متغیری است که از اطلاعات اولیه استخراج میشود . سایر متغیرها بدنیال تعیین میزان (احتمال) مرگ و میرهای سنی معلوم میشوند .

در محاسبه و یکدواخت سازی میزانهای مرگ و میر سنی معمولاً سه گروه سنی با خصوصیات خاص خود در نظر گرفته میشوند :

۱ - گروه کودکان و اطفال ، یا گروههای سنی کمتر از ۵ سال .

۲ - گروه سنی ۵ تا ۸۵ (یا ۹۰) سال که بیشترین و دقیقترین اطلاعات برای آنها وجود دارد .

۳ - گروه سنی ۸۵ سال و بیشتر که مسن‌ترین افراد را شامل میشود ، و معمولاً اطلاعات مربوط به آنها با کمترین دقت و صحت همراه است (۷،۶۰۵) .

البته این یک تقسیم بندی حتمی نبوده ، بلکه اختیاری است و بسته به کیفیت و ماهیت اطلاعات میتوان آنها را تغییر داد ، یا کم و زیاد کرد . مثلاً در مواردی که اطلاعات نسبتاً دقیق وجود دارد ، و سطح مرگ و میر پایین است ، میتوان گروه سنی ۴-۱ ساله را نیز به گروه دوم اضافه کرد ، و اولین گروه فقط شامل افراد کمتر از یکسال باشد (۵) .

محاسبه مرگ و میر اطفال کمتر از ۵ سال : روشهای مورد استفاده محاسبه میزانهای مرگ و میر گروه سنی کمتر از ۵ سال به نوع و کیفیت اطلاعات موجود بستگی دارد . از آنجاکه در اغلب موارد اطلاعات مرشماری مربوط به گروه سنی کمتر از ۵ سال کامل نیست ، بنابراین بهتر آنست که روشهای محاسبه میزان مرگ و میر در این گروه سنی براساس ثبت موالید استوار باشد . روشی که بیشتر از همه مورد استفاده بوده است ، روش جمع آوری - تا حد ممکن - آمار موالید و مرگ و میر درسالهای گذشته است ، تا بر اساس آنها بتوان میزان مرگ و میر قابل قبولی برای نوزادان و اطفال محاسبه کرد . در این روش متولدین یک سال درسالهای بعد ردیابی (Trace) میشوند ، و تعداد قوت شدگان از آن کم میشود ، تا تعداد افراد زنده به دست آید .

۱ - ردیابی «کوهورت» مولید: در ردیابی «کوهورت» ها باید بین هر دو میر سالیانه‌ای که بعد از سالگرد تولد (αD_x) ، و بیش از سالگرد تولد ($(1 - \phi) D_x$) ، در یکسال تقویمی اتفاق می‌افتد اختلاف گذاشت. مثلا نوزادی که در تیرماه ۲۵۳۴ به دنیا آمده و در شهریور ۲۵۳۶ فوت کرده است ، باید در گروه مرگ و میرهای ۲۵۳۶ αD_x آورده شود ، ولی اگر این کودک بیش از سالگرد تولد - مثلا در اریبشت ۲۵۳۶ - فوت میکرد ، باید در گروه مرگ و میرهای ۲۵۳۶ ϕD_x آورده شود . برای تعیین تعداد افرادی که از یک «کوهورت» معین مولید در سنین مختلف زنده هستند ، از فرمولهای زیر استفاده میشود :

$$p_{z+1}^z = B^z - \alpha D_x^z$$

$$p_{z+2}^{z+1} = p_{z+1}^z - \phi D_x^{z+1} - \alpha D_x^{z+1}$$

$$p_{z+6}^{z+5} = p_{z+5}^z - \phi D_x^{z+5} - \alpha D_x^{z+5}$$

که مشخصات هر یک از علایم بالا عبارتند از :

$$B^z = \text{تعداد مولید در سال تقویمی } z$$

$\alpha D_x^z = \text{تعداد نوزادان زنده بدنیا آمده در سال تقویمی } z \text{ که پیش از پایان سال فوت کرده‌اند .}$

$p_{z+1}^z = \text{تعداد افراد زنده مانده در شروع سال تقویمی } z+1 \text{ که کمتر از یکسال دارند .}$

$\phi D_x^{z+1} = \text{تعداد افراد زنده در شروع سال تقویمی } z+1 \text{ که کمتر از یکسال دارند ، و پیش از رسیدن به یکسالگی فوت میکنند .}$

$\alpha D_x^{z+1} = \text{تعداد افرادی که در سال تقویمی } z+1 \text{ به یکسالگی میرسند و پیش از پایان آن سال فوت میکنند .}$

$p_{z+2}^z = \text{تعداد افراد زنده مانده در شروع سال تقویمی } z+2 \text{ که یکساله هستند .}$

علایم فوق را میتوان بصورت علایم کلی زیر نشان داد :

$\alpha D_x^z = \text{تعداد افرادی که در سال تقویمی } z \text{ به سن } x \text{ میرسند و پیش از پایان سال تقویمی فوت میکنند .}$

$\phi D_x^z = \text{تعداد افراد زنده در شروع سال تقویمی } z \text{ که } x \text{ سال سن دارند و پیش از رسیدن به سن } x+1 \text{ فوت میکنند .}$

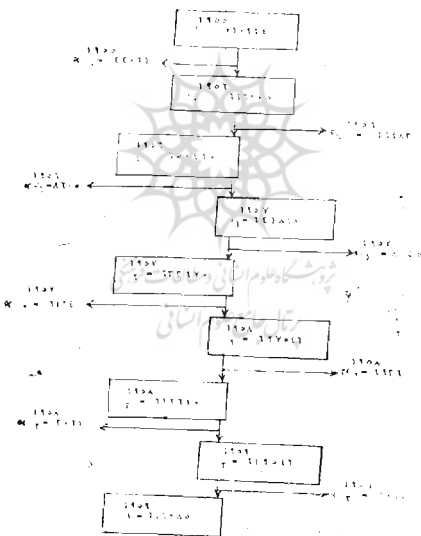
$p_x^z = \text{تعداد افراد زنده در شروع سال تقویمی } z \text{ که } x \text{ سال سن دارند .}$

با استفاده از علائم فوق میتوانیم تعداد افرادی را که در سال تقویمی x بدن x می‌رسند (E_x^x) از فرمول زیر محاسبه کنیم:

$$E_x^x = P_{x-1}^x - \phi D_{x-1}^x$$

کار ردیابی، با تعداد موالید در سال تقویمی x شروع میشود، که از آن تعداد افراد فوت شده در طی سال کم میشود، تا تعداد افراد زنده مانده در شروع سال بعد ($x+1$) بدست آید. از این گروه آنهایی که در سال تقویمی $x+1$ پیش از رسیدن به یکسالگی فوت میکنند کم میشود، تا تعدادی را که در سال $x+1$ به یکسالگی میرسند بدست آید، از این عده مجدداً آنهایی که در یکسالگی فوت میکنند کم میشود تا تعداد آنهایی که در شروع سال تقویمی $x+2$ نخستین سالگرد تولد خود را پشت سر گذاشته‌اند بدست آید، این عمل به همین ترتیب ادامه می‌یابد، تا تعداد افراد در سنین دیگر در سالهای بعد معلوم شود (۵).

شکل زیر نتیجه این روش را برای «کوهورت» مذکور سال ۱۹۵۵ کشور مکزیک از تولد تا ۴ سالگی نشان میدهد (۵).



محاسبه میزانهای مرکب و میر: به فرض عدم مهاجرت، محاسبه احتمال مرکب و میر سال اول زندگی چنین خواهد بود.

$$q_x = \frac{\alpha D_x^z + \phi D_x^{z+1}}{B_x^z}$$

و برای سایر سنین عبارت خواهد بود از:

$$q_x = \frac{\alpha D_x^z + \phi D_x^{z+1}}{E_x^z}$$

عنانطور که از فرمولها برمی آید در این روش، محاسبه قسمتی از مرکب و میر دو سال تقویمی پشت سرهم مورد استفاده میباشد، و نه تمام مرکب و میر یک سال تقویمی. میتوان با این فرضی که روند مرکب و میر یا موالید در دو سال تقویمی پشت سر هم اختلاف زیادی باهم ندارند، میزانهای مرکب و میر را از فرمولهای زیر محاسبه و معلوم داشت:

$$q_x = 1 - \frac{p_x^{z+1}}{B^z} \times \frac{E_1^z}{p_x^z}$$

$$q_x = 1 - \frac{p_x^{z+1}}{E_x^z} \times \frac{E_x^{z+1}}{p_x^z}$$

۲- محاسبه عوامل جداسازی (Separation Factors): لازم به یادآوری است که در فرمولهای پیشین جداسازی مرکب و میرهای ثبت شده در هر سال تقویمی برحسب وقوع آنها قبل یا بعد از سالگرد تولد ضروری است. وقتی چنین اطلاعاتی در دست نباشد، از روش تعیین عوامل، جداسازی f_x' (یعنی f_x'' و f_x') استفاده میشود. با در دست داشتن این عوامل، مرکب و میر گروه سنی x را در سال تقویمی x به این ترتیب میتوان محاسبه کرد:

$$\phi D_x^z = f_x'' D_x^z$$

$$\alpha D_x^z = (1 - f_x'') D_x^z = f_x' D_x^z$$

عامل f_x' نسبت موارد مرکب را که در سن معینی، پیش از سالگرد تولد در یک سال تقویمی اتفاق می افتد، معلوم میدارد. در مورد مرکب و میر اطفال، f_x' نسبت موارد

مرگ اطفال را در همان سالی که بددنیا آمده‌اند به دست می‌دهد. عوامل جداسازی بطور معمول مقدار عددی بین 0.12 تا 0.42 دارند و به جهت میزان نسبتاً بالای مرگ و میر اطفال بجاست که در تخمین آنها دقت شود (۵).

۳- روشهای دیگر: برای سال اول زندگسی تخمینهای دیگری از میزانهای مرگ و میر را با توجه به نوع و کیفیت اطلاعات موجود و روند موالید و مرگ و میر میتوان در نظر گرفت. بیشتر این تخمینها براین فرض استوار هستند که موالید و مرگ و میر بطور یکسانی در یک فاصله زمانی یاسنی که اطلاعات آن در دست است اتفاق افتاده‌اند، صحت این تقریبات بتدریج که فاصله زمانی افزایش می‌یابد کم میشود.

برای سنین ۴-۱ سال به شرط صحت اطلاعات سرشماری و باین بودن مرگ و میر، میزانهای مرگ و میر مرکزی (Central Death Rate)، M_x ، محاسبه و تعیین میشود:

$$m_x = \frac{D_x}{P_x}$$

که D_x موارد فوت مشاهده شده در سن x و P_x جمعیت سرشماری شده در همان سن میباشد. در بعضی موارد جهت افزایش اطمینان از متوسط جمعیت به دست آمده از سن سن مجاور استفاده میشود:

$$m_x = \frac{rD_x}{\frac{P_{x-1} + P_x}{2} + 1}$$

این میزانها بعداً از طریق فرمول زیر به احتمال مرگ و میر تبدیل میشود:

$$q_x = \frac{r m_x}{r + m_x}$$

بهرحال روشهای متعددی در محاسبه مرگ و میر سنین کمتر از ۵ سال وجود دارد، که انتخاب آنها بستگی به کیفیت و همچنین نوع اطلاعات موجود دارد. ممکن است در مواردی لازم شود چند روش را در یکدیگر ادغام کرد تا نتیجه مطمئن تری بدست آید. ولی در هر حال این نکته یاد آوری میشود که در محاسبه مرگ و میر نخستین سال زندگی حتماً از آمار موالید استفاده شود (۵، ۶).

محاسبه مرگ و میر سنین ۵-۸۵ سال: سنین ۵-۸۵ سال تقریباً تمامی جدول عمر را در بر میگیرد و معمولاً کاملترین اطلاعات نیز برای آنها وجود دارد، ولی بهر حال لازم است پیش از محاسبه میزانهای مرگ و میر، اطلاعات موجود از نظر صحت

و دقت کنترل شوند. این کنترل بهتر است روی میزانهای فوت انجام شود تا فوتهای ثبت شده، یا شمارش جمعیت، چراکه هدف در دست داشتن میزانهای مرگ و میر است و نه موارد فوت.

کنترل و تطبیق اطلاعات: بهترین روش کنترل وجود هم‌آهنگی در میزانهای مشاهده شده، مقایسه آن با سایر میزانهاست، مثل مقایسه بین دو جنس، بین دوره‌های مختلف، و یا بین خود میزانها (تعمین نسبت بین گروههای سنی مجاور). عمده‌روشهای کنترل بر این فرض استوار هستند که میزانهای محاسبه شده باید منحنی کم و بیش یکنواختی را از نظر سن مشخص کنند (۷، ۶، ۵).

هرگونه ناهم‌آهنگی در منحنی مرگ و میر باید به احتمال وجود اشتباه در اطلاعات اولیه نسبت داده شود. موارد اشتباه باید دقیقاً بررسی شده، و در صورت لزوم تعدیلهای لازم (Adjustment) برای اصلاح آنها بکار رود. چگونگی روشهای تعدیل بسیار متفاوت از یکدیگر است و نمیتوان قانون و قاعده کلی برای آنها بیان داشت، برای اینکه اصولاً اطلاعات موجود هر یک خصوصیات و ویژگیهای خاص خود دارند (۶). یکنواخت سازی (Graduation) میزانهای مرگ و میر: بعد از کنترل اطلاعات، میزانهای مرگ و میر باید محاسبه و یکنواخت شوند. غرض از یکنواخت سازی، محاسبه و بدست دادن یک سری میزانهای مرگ و میر اختصاصی سنی است که در آن تناسب بیشتری بین میزانهای سنین مجاور وجود دارد و ضمن آنکه نزدیک به میزانهای مشاهده شده هستند تغییرات و نوسانات آنها را نداشته یا خفیف‌تر دارند، و بالاخره کم و بیش هم طراز میزانهای محاسبه شده برای سنین کمتر از ۵ سال هستند.

روشهای یکنواخت سازی در گذشته بسیار ساده و مختصر بودند، چراکه بهر حال محاسبات میبایست بدست انجام گیرند، ولی امروزه با استفاده از ماشینهای حساب الکترونیکی - که امکان انجام محاسبات ریاضی پیچیده و مفصل را بدست داده‌اند - روشهای یکنواخت سازی دقیق و پیچیده‌ای نیز ابداع شده‌اند.

از آنجاکه بحث درباره همه روشهای یکنواخت سازی در این مختصر عملی نیست، لذا فقط به ذکر روشی که بیش از همه مورد استفاده میباشد اشاره میشود (۶، ۵). در روشی که بیش از همه مورد استفاده میباشد، یعنی روش «کینگ» (King) آمار مرگ و میر و جمعیت در گروههای سنی (معمولاً ۵ ساله) جمع‌آوری میشوند. گروه پندی سن تا حد زیادی مسایل و مشکلات مربوط به ارجحیت عددی (Digit Preference) را در گزارشها از بین میبرد. آمار مرگ و میر باید شامل کل موارد مرگ و میر گزارش شده در دوره مورد نظر - معمولاً یک، دو، یا سه سال - و اطلاعات جمعیتی مربوط به میانف آن دوره باشد. از اطلاعات گروه پندی شده مقدار عددی (Pivotal Value) مرگ و میر و جمعیت در

سنین ۱۷۰۱۲،۷ با استفاده از فرمول زیر بطور جداگانه محاسبه میشوند :

$$U_{x+2} = -0.008W_{x-5} + 0.216W_x - 0.008W_{x+5}$$

که U_{x+2} مقدار عددی فوت یا جمعیت برای سن $x+2$ و W_x آمار مرگ و میر یا تعداد جمعیت گروه سنی x تا $x+5$ است . از این اطلاعات میزانهای مرگ و میر اصلی محاسبه میشوند :

$$q_{x+2} = \frac{2D_{x+2}}{2np_x + 2 + D_{x+2}}$$

که n تعداد سال در دوره مورد نظر (یک ، دو یا سه سال) و D_{x+2} و P_{x+2} به ترتیب مقدار عددی فوت و جمعیت هستند .

میزانهای مرگ و میر برای تک سن بعداً با درونیابی (Interpolation) میزانهای مرگ و میر اصلی بدست می آیند (۵) .

محاسبه مرگ و میر گروههای سنی ۸۵ ساله و بیشتر : صحت و دقت اطلاعات

جمعیتی و مرگ و میر گروههای سنی بالا همیشه مورد پرسش بوده است . در تهیه جدول عمر در گذشته آمارهای مربوط به این سنین به جهت قلت اطلاعات اغلب کنار گذاشته میشدند . امروزه با بهبود نسبی کیفیت این اطلاعات سعی بر آن است که تا حد امکان از آنها در جدول عمر استفاده شود .

در عمل دیده شده است که بر شمار از کم و کیف اطلاعات موجود و صحت آنها ، حدی در سنین بالا وجود دارد که بعد از آن بهر حال روشهای اختیاری باید مورد استفاده قرار گیرند ، چرا که در سنین خیلی بالا یا اطلاعات آنقدر کم است که از نظر آماری قابل اعتماد نیست ، و یا به جهت اشتباه در گزارش سن عملاً بی ارزش و بی اعتبار است (۵، ۶، ۷) . از نظر عملی هر روش معقولی قابل استفاده است ، زیرا که تاثیر آن روی کارکرد های جدول عمر در سنین پائین نسبتاً ناچیز است ، ولی بهر حال روش انتخاب شده باید ارتباط مناسبی با قسمت اصلی جدول داشته باشد ، و میزانهای مرگ و میری بدست دهد که افزایش یکدوختی با افزایش سن داشته باشد .

یکی از روشهای مورد استفاده آنست که فرض شود میزانهای مرگ و میر در سنین بالا با همان درصد افزایشی که در انتهای دوره اصلی دیده شده ، افزایش می یابند . بطور تجربی این میزان در حدود ۱۰٪ برای هر سال سن به دست آمده است (۵) ، یعنی این که میزان مرگ و میر در هر یک از سنین بالا ۱۰٪ از میزان مربوط به سن ماقبل خود بیشتر و از سن ما بعد خود کمتر میباشد .

روشهای دیگری نیز برای محاسبه میزانهای مرگ و میر در سنین ۸۵ سال به بالا

سنین ۱۷۰۱۲۰۷ و ۰۰۰ با استفاده از فرمول زیر بطور جداگانه محاسبه میشوند :

$$U_{x+v} = -0.008W_{x-5} + 0.216W_x - 0.008W_{x+5}$$

که U_{x+v} مقدار عددی فوت یا جمعیت برای سن $x+v$ و W_x آمار مرگ و میر یا تعداد جمعیت گروه سنی x تا $x+5$ است. از این اطلاعات میزانهای مرگ و میر اصلی محاسبه میشوند :

$$q_{x+v} = \frac{v D_{x+v}}{vnp_x + v + D_{x+v}}$$

که n تعداد سال در دوره مورد نظر (یک، دو یا سه سال) و D_{x+v} و P_{x+v} به ترتیب مقدار عددی فوت و جمعیت هستند. میزانهای مرگ و میر برای تک سن بعداً با درونیابی (Interpolation) میزانهای مرگ و میر اصلی بدست می آیند (۵).

محاسبه مرگ و میر گروههای سنی ۸۵ ساله و بیشتر : صحت و دقت اطلاعات جمعیتی و مرگ و میر گروههای سنی بالا همیشه مورد پرسش بوده است. در تهیه جدول عمر در گذشته آمارهای مربوط به این سنین به جهت قلت اطلاعات اغلب کنار گذاشته میشدند. امروزه بابت بهبود نسبی کیفیت این اطلاعات سعی بر آن است که تا حد امکان از آنها در جدول عمر استفاده شود.

در عمل دیده شده است که بر شمار از کم و کیف اطلاعات موجود و صحت آنها، حدی در سنین بالا وجود دارد که بعد از آن بهر حال روشهای اختیاری باید مورد استفاده قرار گیرند، چرا که در سنین خیلی بالا یا اطلاعات آنقدر کم است که از نظر آماری قابل اعتماد نیست. و یا به جهت اشتباه در گزارش سن عملاً بی ارزش و بی اعتبار است (۵، ۶، ۷). از نظر عملی هر روش معقولی قابل استفاده است، زیرا که تأثیر آن روی کارکرد های جدول عمر در سنین پائین نسبتاً ناچیز است، ولی بهر حال روش انتخاب شده باید ارتباط مناسبی با قسمت اصلی جدول داشته باشد، و میزانهای مرگ و میری بدست دهد که افزایش یکدواختی با افزایش سن داشته باشد.

یکی از روشهای مورد استفاده آنست که فرض شود میزانهای مرگ و میر در سنین بالا با همان درصد افزایشی که در انتهای دوره اصلی دیده شده، افزایش می یابند. بطور تجربی این میزان در حدود ۱۰٪ برای هر سال سن به دست آمده است (۵)، یعنی این که میزان مرگ و میر در هر یک از سنین بالا ۱۰٪ از میزان مربوط به سن ماقبل خود بیشتر و از سن ما بعد خود کمتر میباشد.

روشهای دیگری نیز برای محاسبه میزانهای مرگ و میر در سنین ۸۵ سال به بالا

وجود دارد که به جهت جلوگیری از طول کلام از ذکر آنها خودداری میشود.

محاسبه و تعیین سایر متغیرهای جدول عمر: با تعیین میزان (احتمال) مرگ

و مرگ سنی (q_x) و در دست داشتن ریشه جدول عمر سایر متغیرهای جدول پراحتی محاسبه و معلوم خواهند شد. در زیر روش محاسبه و تعیین هر یک از متغیرها به اختصار آورده شده است:

$$l_x = \text{تعداد افراد زنده مانده در سن } x$$

$$l_x = l_{x-1} \times p_{x-1}$$

$$p_{x-1} = 1 - q_{x-1}$$

(P_x) = احتمال بقا یا زنده ماندن در فاصله سنی x تا $x+1$.

d_x = تعداد افراد فوت شده در فاصله سنی x تا $x+1$

$$d_x = l_x \times q_x$$

$$= l_x - l_{x+1}$$

L_x = تعداد سالهای عمر (Person-Year) سپری شده در فاصله سنی x تا $x+1$:

$$L_0 = 0.3 l_0 + 0.7 l_1 \quad \text{برای کمتر از یکسال}$$

$$L_1 = 0.4 l_1 + 0.6 l_2 \quad \text{برای یک تا دو سالگی}$$

$$L_x = 0.5 l_x + 0.5 l_{x+1} \quad \text{برای دو سالگی و بیشتر}$$

T_x = جمع سالهای عمر سپری شده بعد از سن x

$$T_x = \sum_{x+1}^{\infty} L_x = T_{x+1} + L_x$$

e_x = امید به زندگی بعد از رسیدن به سن x

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

امید به زندگی در موقع تولد عبارتست از جمع سالهای عمر سپری شده در

تمام سنین (T_0) تقسیم بر عدد ریشه جدول عمر (l_0)، و چون معمولاً عدد ریشه،

عدد روند ۱۰ هزار است، لذا امید به زندگی به هنگام تولد عبارتست از $e_0 = T_0 / 10,000$.

(۸،۱۷،۶۱۵). در جدول شماره ۳، یک جدول عمر خلاصه شده آورده شده است.

جدول شماره ۳ - جدول عمر خلاصه شده جمعیت ایالات متحده آمریکا ۱۹۵۹-۶۱ (۵)

c_x	T_x	nL_x	nd_x	l_x	d_x	تعداد سنو
۶۹/۸۹	۶۹۸۹۰۲۰	۹۷۸۱۵	۲۵۹۲	۱۰۰۰۰۰	۰/۰۲۵۹۲	۰-۱
۷۰/۷۵	۶۸۹۱۲۱۵	۲۸۸۶۶۹	۴۰۹	۹۷۴۰۷	۰/۰۰۴۲۰	۱-۵
۶۷/۰۴	۶۵۰۲۵۶۶	۴۸۴۳۶۱	۲۳۲	۹۶۹۹۸	۰/۰۰۲۴۰	۵-۱۰
۶۲/۱۹	۶۰۱۸۲۰۵	۴۸۲۳۴۲	۲۱۴	۹۶۷۶۵	۰/۰۰۲۲۱	۱۰-۱۵
۵۷/۲۳	۵۵۲۴۸۶۲	۴۸۱۷۶۶	۴۴۰	۹۶۵۵۱	۰/۰۰۴۵۶	۱۵-۲۰
۵۲/۵۸	۵۰۵۳۱۱۷	۴۷۹۰۹۸	۵۹۴	۹۶۱۱۱	۰/۰۰۶۱۸	۲۰-۲۵
۴۷/۸۹	۴۵۷۴۰۱۹	۴۷۶۰۷۵	۶۱۲	۹۵۵۱۷	۰/۰۰۶۴۱	۲۵-۳۰
۴۲/۱۸	۴۰۹۷۹۴۴	۴۷۲۷۰۹	۷۶۱	۹۴۹۰۵	۰/۰۰۸۰۲	۳۰-۳۵
۳۸/۵۱	۳۶۲۵۲۳۵	۴۶۸۲۰۰	۱۰۸۰	۹۴۱۴۴	۰/۰۰۱۱۴۷	۳۵-۴۰
۳۳/۹۲	۳۱۵۷۰۳۵	۴۶۱۴۰۷	۱۶۸۶	۹۳۰۶۴	۰/۰۰۱۸۱۲	۴۰-۴۵
۲۹/۵۰	۲۶۹۵۶۲۸	۴۵۰۸۱۴	۲۶۲۲	۹۱۳۷۸	۰/۰۰۲۸۶۹	۴۵-۵۰
۲۵/۲۹	۲۳۴۴۸۱۴	۴۳۴۲۶۴	۴۰۴۵	۸۸۷۵۶	۰/۰۰۴۵۵۷	۵۰-۵۵
۲۱/۳۷	۱۸۱۰۵۵۰	۴۱۰۲۲۴	۵۶۴۴	۸۴۷۱۱	۰/۰۰۶۶۶۲	۵۵-۶۰
۱۷/۷۱	۱۴۰۰۳۳۶	۳۷۶۶۸۷	۷۹۲۰	۷۹۰۶۷	۰/۰۰۰۰۱۷	۶۰-۶۵
۱۴/۳۹	۱۰۲۳۸۲۹	۳۳۰۹۸۵	۱۰۲۹۰	۷۱۱۳۷	۰/۰۰۴۴۶۲	۶۵-۷۰
۱۱/۳۸	۶۹۲۸۵۴	۲۷۳۴۸۶	۱۲۶۸۷	۶۰۰۸۵۷	۰/۰۰۷۶۷	۷۰-۷۵
۸/۷۱	۴۱۹۳۷۰	۲۰۴۹۸۴	۱۴۵۹۴	۴۸۱۷۰	۰/۰۰۲۹۷	۷۵-۸۰
۶/۳۹	۲۱۴۳۸۶	۱۲۹۵۳۲	۱۵۰۳۴	۳۲۵۷۶	۰/۰۰۴۴۷۷۶	۸۰-۸۵
۴/۵۸	۸۴۸۵۴	۸۴۸۵۴	۱۸۵۴۲	۱۸۵۴۲	۱/۰۰۰۰۰	۸۵+

زیر نویس ها :

1 - Burton S. Public Health and Community Medicine (2nd. Ed.).
The Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1975.

2 - Population Reference Bureau. World Population Data Sheet.
Washington, D. C. 1976.

3 - The Environmental Funds. World Population Estimates. Washington, D. C. 1977.

4- Population Council. Population and Family Planning Programs, A Factbook. Reports on Population/Family Planning. New York. 1975 .

5 - Shryock & Siegel. The Methods & Materials on Demography. Vol. 2. U.S. Departments of Commerce, Washington, D. C. 1973.

6 - Barclay G. W. Techniques of Population Analysis. John Wiley & Sons Inc. 1958 .

7 - Spiegelman. M. Introduction to Demography. Harvard University Press. 1970.

8 - International Encyclopedia of the Social Science. Vol. 9 1968.

در مواردی جهت برگردان لغات و اصطلاحات به زبان فارسی از لغت نامه جمعیت-شناسی، تألیف و تدوین دکتر مهدی امانی و همکاران، انتشارات دانشگاه تهران (شماره ۱۸۱۸)، تهران، ۱۳۵۴، استفاده شده است.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی