

کاربرد آمار در بیمه از کارافتادگی

از: محمدولی جوهریاز

الف - تعاریف

منظور از کلمه از کارافتادگی ناتوانی انجام کار شغلی در اثر یک نقص فیزیولوژی است. به معنای اخس هرگاه یک ضعف و ناتوانی موجب کاهش توانائی کار نگردد از کارافتادگی محسوب نمی شود.

از کارافتادگی ممکن است از عوامل زیر ناشی گردد:

- یک حادثه (از کارافتادگی ناشی از حادثه)
- یک بیماری (از کارافتادگی ناشی از بیماری)
- ضعف تدریجی عضوی از بدن یا کاهش کار آن با بالا رفتن سن (از کارافتادگی سنی یا بازنشستگی)

۱ - از کارافتادگی ناشی از حادثه

هرگاه حادثه در طول انجام کار شغلی روی دهد قوانین بسیاری از کشورها جبران مالی آن را اجباری گردانیده است. هزینه های بیمه برعهده مؤسسه بوده و کارفرما کارکنان خود را با یک بیمه نامه جمعی تحت پوشش این بیمه قرار می دهد و ما در جای دیگر مکانیسم بیمه حوادث کار و نتایج آماری آن را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

اگر حادثه در خارج از محیط کار روی دهد می توان آن را با یک بیمه حوادث انفرادی پوشش داد. این بیمه حوادث انفرادی یا بهتر بگوئیم بیمه حوادث بدنی ممکن است تنها به حوادث غیرشغلی محدود گردد یا به تمام حوادث از هر نوع که باشد گسترش یابد. در مورد اخیر تمام افرادی که مشمول قانون حوادث کار نمی گردند (رؤسای بنگاهها، پیشه وران) می توانند در مقابل حوادث

بیمه گردند.

بررسی آماری مربوط به بیمه حوادث را به فصل بعد موکول می کنیم.

۲ - از کارافتادگی ناشی از بیماری

قبلاً دیدیم بیمه بیماری معمولاً محدود به مدت است (۶ ماه یا یکسال). بعد از این مدت بیمه از کارافتادگی جانشین بیمه بیماری می گردد. بیماری ممکن است در اثر بهبودی یا فوت پایان یابد. اما همچنین ممکن است نتیجه آن یک ناتوانی دائم کاری جزئی یا کلی باشد (مثلاً سخت شدن مفاصل در اثر یک عفونت روماتیسمی). اشکال در تشخیص اهمیت آسیب وارده است. نبودن هیچ نشانه ای جهت تشخیص برای بیمه گر خطر جدی بشمار می آید. به علت دردست نبودن تعریف به حد کافی دقیق ارقام آماری از کارافتادگی را نباید جز با احتیاط زیاد در محاسبات بکار برد.

۳ - از کارافتادگی سنی

از یک سن به بالا نیروی انسان به تدریج کاهش می یابد. لحظه ای فرامی رسد که ناتوانی مزاج کارگر را از امرار معاش باز می دارد. در این موقع خطر از کارافتادگی یا خطر پیری ازهم تشخیص داده نمی شوند. برای اجتناب از هرگونه مشکلی که در تعیین سنی که شخص مسن از کارافتاده می گردد وجود دارد صندوقهای بازنشستگی از قبل سنی را تعیین می کنند که بعد از رسیدن به آن هر بیمه شده حق دریافت مستمری را دارد.

در ایران بوسیله بیمه اجتماعی تمام

حق بیمه) پرداخته و جداول اصلی موجود را از نظر گذراننده و در پایان به بیمه‌های اجتماعی و بیمه‌های گروهی اشاره می‌نمایم.

ب - توابع بنیادی زیمرمن (ZIMMERMANN)

در اینجا فرض بر این است که از کلمه از کارافتادگی تعریفی کاملاً دقیق در دست داریم. از کارافتاده را فردی می‌دانیم که دارای شرایط دریافت مستمری از کارافتادگی باشد. احتمالاتی که باید در این بیمه در نظر گرفت بر دو دسته‌اند:

الف) احتمال اینکه حالت موجود همچنان

باقی بماند.

ب) احتمال تغییر این حالت. این تغییر در اثر دو عامل است: فوت و ورود به از کارافتادگی.

در طول یکسال معین احتمالات مربوط به فوت یا ورود به حالت از کارافتادگی یک شخص به سن x در ابتدای سال به قرار زیر می‌باشند:

w_x احتمال اینکه یک شخص به سن (x) در طول سال از کارافتاده شود (نرخ سالانه از کارافتادگی شخص x ساله).

p_x^{aa} احتمال اینکه (x) در پایان سال بدون از کارافتادگی در حیات باشد.

q_x^{aa} احتمال اینکه (x) در طول سال بدون از کارافتاده شدن خوب شود.

p_x^{ai} احتمال اینکه (x) در طول سال از کارافتاده شده و در حال از کارافتادگی در پایان سال در حیات باشد.

q_x^{ai} احتمال اینکه (x) در طول سال از کارافتاده شده و قبل از پایان سال فوت شود.

p_x^a احتمال اینکه (x) در پایان سال خواه در حال از کارافتادگی و خواه در حال عادی در حیات باشد.

q_x^a احتمال اینکه در طول سال خواه در حال از کارافتادگی و خواه در حال عادی فوت شود.

بر اساس اصل احتمالات مجموع بین این ضرایب روابط زیر برقرار است:

حقوق بگیران مشمول در مقابل خطر از کارافتادگی بیمه می‌باشند اعم از اینکه از کارافتادگی ناشی از کار یا غیر کار باشد. اگر بیمه‌شده در اثر حادثه ناشی از کار یا بیماری حرفه‌ای از کارافتاده شود بدون در نظر گرفتن مدت پرداخت حق بیمه استحقاق دریافت مستمری را خواهد داشت. اگر حادثه یا بیماری منجر به از کارافتادگی ناشی از غیر کار باشد شرط دریافت مستمری آن است که بیمه‌شده ظرف ۱۰ سال قبل از وقوع حادثه یا بیماری حداقل حق بیمه یکسال کار را که متضمن حق بیمه ۹۰ روز کار ظرف یکسال قبل از حادثه یا بیماری باشد پرداخت کرده باشد.

در همین قانون سن بازنشستگی برای مردان ۶۰ و برای زنان ۵۵ سال در نظر گرفته شده است.

در کشور ما مانند سایر کشورها در گذشته که بیمه‌های اجتماعی گسترش نیافته بود و برخی از کارگران خارج از میدان عمل صندوقهای بیمه اجتماعی قرار داشتند شرکت‌های بیمه، بیمه‌های جمعی را بوجود آوردند که با یک قرارداد واحد تمام کارگرانی که در یک مؤسسه بیمه اجتماعی نبودند با مزایائی حداقل برابر با بیمه‌های اجتماعی تحت پوشش قرار می‌دادند.

اکنون گسترش میدان عمل تأمین اجتماعی وجود این قراردادها را از بین برده یا آنکه تنها آنها را منحصر به تضمینهای مکمل تضمینهای تأمین اجتماعی گردانیده است.

بعلاوه شرکت‌های بیمه به بیمه‌گذاران بیمه‌های عمر اختیار داده‌اند بیمه‌های تکمیلی عمر منعقد سازند. هرگاه بیمه‌گذار در اثر بیماری یا حادثه قدرت کار خود را از دست بدهد وی را از پرداخت حق بیمه عمر مادام که از کارافتادگی ادامه دارد معاف گردانند. قرارداد تکمیلی عمر همچنان می‌تواند شامل تضمین از کارافتادگی کامل و دائم گردد که در این صورت به وی مستمری یا سرمایه در صورت فوت پرداخت شود.

در اینجا به اصول بیمه‌های از کارافتادگی (احتمالات پایه، روش ساختن جداول و محاسبه

$$p_x^{ai} = w_x \frac{q_x^i}{2} \quad \text{می گردد:} \quad p_x^a = p_x^{aa} + p_x^{ai} \quad (1)$$

$$p_x^{ai} = w_x - q_x^{ai} = w_x \left(1 - \frac{q_x^i}{2}\right) \quad \text{و از آنجا} \quad q_x^a = q_x^{aa} + q_x^{ai} \quad (2)$$

$$= w_x \frac{1 + p_x^i}{2} \quad w_x = p_x^{ai} + q_x^{ai} \quad (3)$$

$$p_x^{aa} = p_x^a - w_x \left(1 - \frac{q_x^i}{2}\right) \quad p_x^a + q_x^a = 1 \quad (4)$$

$$q_x^{aa} = q_x^a - w_x \frac{q_x^i}{2} \quad \text{با جمع و تفریق آنها نتیجه می شود:} \\ p_x^{aa} + p_x^{ai} + q_x^{aa} + q_x^{ai} = \quad (5)$$

پس برای محاسبه احتمالات $q_x^{ai}, p_x^{ai}, q_x^{aa}, p_x^{aa}$ کافی است جدول نرخ از کارافتادگی w_x و نرخ مرگ و میر q_x^i, q_x^a را در اختیار داشته باشیم. این جدول را توابع بنیادی زیرمن نامند.

در صورت فقدان جدول مخصوص نرخهای q_x^a نرخهای حاصله از جدول مرگ و میر عمومی مخصوصاً جدول تجربی که توسط شرکتهای بیمه بکار می رود اختیار می شود.

با در دست بودن این احتمالات پایه ای می توان جدول بازمانده از کارافتادگان و غیر از کارافتادگان را تهیه نمود. یک جامعه متشکل از l_x نفر هم سن و سالم (غیر از کارافتاده) را در نظر می گیریم. سن شروع صفر نیست: اطفال شاغل نمی باشند و ارزش اجتماعیشان را نمی توان ارزیابی کرد. سن شروع را سنی اختیار می کنیم که در قانون تأمین اجتماعی به کار می رود (بین ۱۶ تا ۲۰ سال) در کشور ما طبق قانون کار بکارگماردن افراد کمتر از ۱۵ سال تمام ممنوع می باشد و بین سن ۱۵ تا ۱۸ سال طبق شرایط خاص اشتغالشان امکان پذیر است.

فرض کنیم که تعداد زیادی از افراد از کارافتاده را از لحاظ مرگ و میرشان برای تنظیم جدول زنده ماندگان این گروه تحت بررسی قرار داده ایم و این جدول بتواند در مورد این گروه از کارافتاده قابل استفاده باشد. ابتدا فرض کنیم که این جدول در هم (AGREGE) باشد یعنی سن ورود به از کارافتادگی در آن منظور نشده باشد. اگر: l_x^i تعداد از کارافتادگان زنده مانده در سن x در پایان هر سال d_x^i تعداد از کارافتادگان فوت شده در سن x در طول یکسال p_x^i احتمال حیات یک از کارافتاده به سن x در پایان سال q_x^i احتمال فوت یک از کارافتاده به سن کنونی x در طول سال باشد روابط زیر را خواهیم داشت:

$$p_x^i = \frac{l_x^{i+1}}{l_x^i} \quad q_x^i = \frac{d_x^i}{l_x^i} \quad p_x^i + q_x^i = 1$$

تعداد افراد عادی در هر سن را که از گروه اولیه l_y زنده مانده اند به:

$$l_y^{au+1}, l_y^{au+2}, \dots$$

و تعداد از کارافتادگان در هر سن را که از همین گروه زنده مانده اند به:

$$l_y^{ii+1}, l_y^{ii+2}, \dots$$

هرگاه بپذیریم که از کارافتادگی در طول سال یکنواخت روی دهد می توان فرض کرد اشخاصی که در طول سال از کارافتاده می شوند بطور متوسط بعد از کارافتادگی به مدت ۶ ماه تحت مشاهده خطر فوت قرار می گیرند. از آنجا روابط جدید زیر نتیجه

$$q_x^{ai} \cong w_x \frac{q_x^i}{2} \quad p_z^{ai} = w_x \frac{1 + p_z^i}{2}$$

می توان عبارت l_x^{ii} را به شکل زیر نوشت :

$$l_x^{ii} = \sum_{z=y}^{z=x-1} l_z^{aa} w_z \frac{1 + p_z^i}{2} \prod_{u=z+1}^{u=x-1} p_u^i$$

اگر جدول زنده ماندگان جامعه l_y را که در آن از کارافتادگی در نظر گرفته نشده است در اختیار داشته باشیم این جدول تعداد زنده مانده $l_x, l_{x+1}, l_{x+2}, \dots, l_{y+1}$ هر سنی را بدست می دهد و در نتیجه پیدا است که :

$$l_{y+k} = l_{y+k}^{aa} + l_{y+k}^{ii}$$

از این رابطه می توان تعداد از کار نیفتادگان l_{y+k}^{ii} را از تعداد از کارافتادگان l_{y+k} استخراج کنیم.

یادآور می گردیم که فرمولهای بالا وقتی یک جدول درهم از کارافتادگان را بکار بریم معتبر است. یعنی جدولی که در آن زمان شروع از کارافتادگی در نظر گرفته نشده است. در عمل گاهی این امر در نظر گرفته می شود. زیرا در یک سن معین احتمال فوت یک از کارافتاده جدید زیادتر است از احتمال فوت یک از کارافتاده قدیمی.

اگر یک جدول مرگ و میر برحسب سن ورود به شروع از کارافتادگی در اختیار داشته باشیم فرمولی که مقدار l_x^{ii} را بدست می دهد از هر لحاظ شبیه به فرمول قبلی است تنها علائم اندکی پیچیده تر می شوند. مثلاً نرخ مرگ و میر در سن x یک از کارافتاده که به گروه از کارافتادگان در سن Z وارد شده است به جای q_x^i چنین خواهد بود.

$$q_{[z]+x-z}^i$$

تعیین تجربی مقادیر سه تابع بنیادی زیرمن

تعیین نرخهای مرگ و میر q_x^i یا $q_{(x-n)+n}^i$ از مشاهده گروه از کارافتادگان مانند نرخهای مرگ و میر q_x از مشاهده جامعه کل بدست می آید.

شان می دهیم^۱ بنا به فرض در گروه l_y در ابتدا از کارافتاده وجود ندارد :

$$l_y^{aa} = l_y \quad l_y^{ii} = 0$$

در پایان سال اول تعداد زنده ماندگان بر از کارافتاده :

$$l_{y+1}^{aa} = l_y^{aa} p_y^{aa}$$

در پایان سال دوم

$$l_{y+2}^{aa} = l_{y+1}^{aa} p_{y+1}^{aa} = l_y^{aa} p_y^{aa} p_{y+1}^{aa}$$

بطور کلی تعداد از کار نیفتادگان به سن $x > y$ چنین است :

$$l_x^{aa} = l_y^{aa} p_y^{aa} p_{y+1}^{aa} \dots p_{x-1}^{aa} =$$

$$l_y^{aa} \prod_{z=y}^{z=x-1} p_z^{aa}$$

در پایان سال اول تعداد از کارافتادگان زنده مانده :

$$l_{y+1}^{ii} = l_y^{aa} p_y^{ai}$$

در پایان سال دوم l_{y+2}^{ii} نفر از کارافتاده زنده از فرات زیر تشکیل یافته اند :

۱- از $l_{y+1}^{ii} p_{y+1}^i$ نفر زنده مانده از گروه l_{y+1}^{ii} نفر سال قبل از کارافتاده شده اند.

۲- $l_{y+1}^{ai} p_{y+1}^{ai}$ نفر در طول سال از کارافتاده شده اند.

$$l_{y+2}^{ii} = l_{y+1}^{ii} p_{y+1}^i + l_{y+1}^{ai} p_{y+1}^{ai}$$

$$= l_y^{aa} p_y^{ai} p_y^i + l_{y+1}^{aa} p_{y+1}^{ai}$$

بطور کلی تعداد از کارافتادگان زنده در یک سن $x > y$ چنین است :

$$l_x^{ii} = l_{y+1}^{ii} p_{y+1}^i p_{y+2}^i \dots p_{x-1}^i + l_{y+2}^{ii}$$

$$= l_y^{aa} p_y^{ai} p_{y+1}^i p_{y+2}^i \dots p_{x-1}^i + l_{x-1}^{aa} p_{x-1}^{ai}$$

$$= l_y^{aa} p_y^{ai} p_{y+1}^i p_{y+2}^i \dots p_{x-1}^i + l_{x-1}^{aa} p_{x-1}^{ai}$$

$$= l_y^{aa} p_y^{ai} p_{y+1}^i p_{y+2}^i \dots p_{x-1}^i + l_{x-1}^{aa} p_{x-1}^{ai}$$

$$= \sum_{z=y}^{z=x-1} l_z^{aa} p_z^{ai} \prod_{u=z+1}^{u=x-1} p_u^i$$

هنگامی که فرض بالا را پذیرفته باشیم :

برگشت به حال عادی بعضی از کارافتادگان صحیح نمی باشد. می توانیم بنویسیم:

$$p_v^i + q_v^i + r_v^{ia} = 1$$

یا

$$p_v^i + p_v^{ia} + q_v^i + q_v^{ia} = 1$$

روابطی که تعداد افراد عادی و از کارافتاده را در سن $y+1$ بر حسب همان تعداد سن y بدست می دهد چنین می شوند:

$$l_{y+1}^{aa} = l_y^{aa} p_y^{aa} + l_y^{ia} p_y^{ia}$$

$$l_{y+1}^{ii} = l_y^{ii} p_y^i + l_y^{ia} p_y^{ia} - l_y^{ia} r_y^{ia}$$

و بالاخره همانطور که قبلاً دیدیم:

$$q_y^{ia} = w_y \frac{q_y^i}{2}$$

می توان قرار داد:

$$q_y^{ia} = r_y^{ia} \frac{q_y^i}{2}$$

و از آنجا

$$p_y^{ia} = r_y^{ia} \left(1 - \frac{q_y^i}{2}\right) = r_y^{ia} \frac{1 + p_y^i}{2}$$

ضرایب r_y^{ia} معمولاً بسیار کوچکند از این رو در محاسبه حق بیمه که در شماره آینده محاسب خواهیم کرد از آن صرف نظر می کنیم.

پاورقی

(۱) لازم به یادآوری است که نباید گروههای باز l_{y+k}^{ii} که از کارافتادگان جدید در هر سنی را می پذیرد یا تعداد l_{y+k}^i که از گروه بسته از کارافتاده l_y^{ia} ناشی می گردد اشتباه نماییم. جدول مرگ و میر بدست آمده از گروه اخیر نرخهای از کارافتادگی را نشان می دهد.

برای بدست آوردن مقادیر w_x, q_x^{aa} ساده ترین روش آن است که به مدت یکسال گروه l_x^{aa} نفر افراد از کار نیفتادگان را تحت مشاهده قرار دهیم. اگر در طول یکسال در گروه d_x^{aa} فوت شدگان افرادی که تا پایان حیاتشان از کار نیفتاده باقی مانده بودند و w_x حالت از کارافتاده مشاهده کردیم مقادیر خالص تجربی w_x, q_x^{aa} چنین است:

$$q_x^{aa} = \frac{d_x^{aa}}{l_x^{aa}} \quad w_x = \frac{W_x}{l_x^{aa}}$$

رابطه $q_x^{aa} = q_x^i - w_x \frac{q_x^i}{2}$ مقدار خالص q_x^i را بدست می دهد.

بازگشت به کار

تاکنون پذیرفته بودیم که از کارافتادگی تنها یک بار برای هر شخص سالم اتفاق می افتد و هر فردی که از کارافتاده شود تا پایان عمر خود از قانون مرگ و میر از کارافتادگان پیروی می کند. در عمل ممکن است از کارافتادگی از بین برود (معالجه کامل یا برگشت به کار قبلی با همان راندمان). برای در نظر گرفتن بازگشت از کارافتادگان به فعالیت شغلی خود می باید احتمالات سالانه زیر را در نظر بگیریم:

r_y^{ia} احتمال اینکه یک از کارافتاده به سن y در طول سال به حال عادی برگردد. q_y^{ia} احتمال اینکه یک از کارافتاده به سن y در طول سال به حال عادی برگشته و سپس در طول همان سال فوت شود.

p_y^{ia} احتمال اینکه یک از کارافتاده به سن y در طول سال به حال عادی برگشته و در پایان سال در گروه سالمها زندگی نماید.

این احتمالات با رابطه زیر بهم مربوط می گردند:

$$r_y^{ia} = p_y^{ia} + q_y^{ia}$$

می پذیریم که برگشت به حال عادی فقط قبل از پایان سالی که از کارافتادگی واقع شده روی خواهد داد. در این شرایط روابط بنیادی (۱) و (۵) وجود دارند. ولی فرمول $P_y^i + q_y^i = 1$ به علت