

کاربرد آمار در بیمه مسؤلیت اتوموبیل

از: محمدولی جوهریان

منشأ بیمه مسؤلیت در ایران مانند بسیاری از کشورها در قانون مدنی نهفته است. ماده یک قانون مسؤلیت مدنی مصوب سال ۱۳۳۹ کشور ما مقرر می‌دارد که هر کسی بدون مجوز قانونی عمدأ یا در نتیجه بی‌احتیاطی به جان یا سلامتی یا مال افراد لطمه‌ای وارد آورد که موجب ضرر مادی یا معنوی وی شود، مسؤل جبران خسارت ناشی از عمل خویش است.

قدیمترین بیمه‌های مسؤلیت را باید در بیمه آتش‌سوزی جست‌وجو کرد: بیمه مسؤلیت مالکان مستغلات در برابر خسارتهایی که ممکن است به همسایگان، افراد ثالث یا به مستأجران وارد آید و همچنین بیمه مسؤلیت مستأجران در برابر خسارتهایی که ممکن است از ناحیه آنان به همسایگان و مالک وارد آید.

بعد از این بیمه‌ها در حدود سال ۱۸۶۰ میلادی، نخستین شرکتهای بیمه حوادث برای بیمه‌نمودن مسؤلیتهای مدنی مالکان وسایل نقلیه در برابر خسارتهای وارده به اشخاص ثالث تأسیس شدند. از این زمان به بعد بیمه‌های مسؤلیت پیوسته رو به گسترش بوده و هست. مهمترین آن بیمه مسؤلیت مدنی مالکان اتوموبیل است. در کنار این رشته بزرگ بیمه، تعداد بسیار زیادی بیمه‌های دیگر مسؤلیت به‌وجود آمده است:

الف) مسؤلیت مدنی افراد، دارندگان حیوانات، شکارچیان، مالکان مستغلات، ورزشکاران و غیره.

ب) مسؤلیت شغلی رؤسای بنگاهها و کارگاهها به‌علت حوادث وارده از ناحیه کارکنانشان به اشخاص ثالث، جزاحان، پزشکان، داروسازان، داروفروشان، معماران و غیره.

امروزه تعرفه بیمه‌های مسؤلیت مدنی یک شرکت بیمه، جز خطرهایی که زیاد متداول نیستند معمولاً ۱۵۰ نوع بیمه مختلف مسؤلیت را دربر می‌گیرد. در کشور ما جز بیمه مسؤلیت اتوموبیل، بیمه‌های دیگر مسؤلیت گسترش زیادی نیافته‌اند.

قانون مصوب ۲۳ دی ۱۳۴۷، بیمه مسؤلیت مدنی دارندگان وسایل نقلیه موتوری را در ایران اجباری کرد و از آغاز سال ۱۳۴۸ به موقع اجرا در آمد. در این قانون حداقل مبلغی که برای

اتوموبیل‌های سواری شخصی، کرایه و تاکسی تعیین شده بود به شرح زیر است:

- خسارت جانی یک نفر در هر حادثه تا مبلغ ۲۰۰,۰۰۰ ریال و برای هر چند نفر در هر حادثه مبلغ ۶۰۰,۰۰۰ ریال.

- خسارت مالی در هر حادثه تا مبلغ ۲۵,۰۰۰ ریال.

[میزان تعهدات برای مبالغ بالا براساس آیین‌نامه شماره ۳۵ مصوب ۱۳۷۴/۶/۲۰ شورای عالی بیمه که در همین شماره چاپ شده برای خسارت جانی تا ۵۰ میلیون ریال و برای خسارتهای مالی تا مبلغ دو میلیون ریال افزایش یافته است]:

۱. بیمه مازاد مالی مسؤولیت مدنی: در این نوع بیمه، بیمه‌گذار می‌تواند اتوموبیل خود را تا مبلغ مشخصی در مقابل خطرهای مالی مذکور بیش از آنچه در قانون بیمه اجباری مقرر شده و بیمه کند.

۲. بیمه مازاد بدنی شخص ثالث تا حد دیه: در این بیمه خسارتهای وارده بر اساس رأی محاکم صالحه تا هر میزان پرداختنی است.

انواع خودرو (پارک اتوموبیل)

وسایل نقلیه موتوری انواع مختلف دارند:

۱. وسایل نقلیه چهار چرخ و بیشتر شامل:

الف) ماشینهای شخصی و سواری

ب) کامیونها

پ) کامیونها و وسایل مخصوص

ت) تراکتورهای جاده

ث) اتوکارها و اتوبوسها و مینی‌بوسها

۲. وسایل نقلیه دو یا سه چرخ شامل:

الف) دوچرخه‌های موتوری دارای حجم سیلندر کمتر از 50cm^3

ب) ولو موتورها و اسکوترهای دارای حجم سیلندر بین 50 و 125cm^3

پ) موتورسیکلت‌های دارای حجم سیلندر بیش از 125cm^3

در اینجا بی‌مناسبت نیست یادآور شویم که در مورد اتوموبیلها نیز مانند انسان باید بین جامعه کل و جامعه فعال اختلاف قایل شد. جامعه کل شامل تمام وسایل نقلیه‌ای است که با آنها می‌توان رانندگی کرد و پلاک شماره و کارت شناسایی دارند. ولی از میان آنها بعضیها در گاراژها متوقف‌اند و از آنها استفاده نمی‌شود. زیرا از کار افتاده و یا زنشسته شده یا در بیکاری ممتد به سر می‌برند.

خصوصیات خطر

خطرات موبایل به عوامل متعددی وابسته است که می‌توان آنها را به چهار دسته تقسیم کرد:

۱. خصوصیات فنی مانند سن، تعداد صندلی، وزن، ابعاد خارجی، توان، نوع تغذیه موتور، حداکثر سرعت، شتاب و نیروی ترمز.

۲. شدت تردد.

۳. شرایط محیطی مانند رانندگی در مزارع، شهرها یا نقاط پرجمعیت، چگونگی راهها و علامتهای رانندگی.

۴. خصوصیات راننده مانند جنس، سن، شغل، درآمد، تعداد رانندگان اتوموبیل و شمار اتوموبیلهای بیمه‌گذار.

ضوابطی که شرکتهای بیمه معمولاً در طبقه‌بندی اتوموبیلها به کار می‌برند عبارت‌اند از: طبقه‌بندی وسایل دوچرخ بر حسب نوع و حجم سیلندر موتور انجام می‌شود. به علاوه دوچرخه‌های موتوری بر حسب حداکثر سرعتشان به دو دسته تقسیم می‌شوند. در مورد کامیونها وزن کلی (وزن خود کامیون + بار مفید) ولی در مورد وسایل حمل و نقل عمومی کالا تنها وزن مفید در نظر گرفته می‌شود. برای اتوبوسهای شهری و توریستی بیش از همه تعداد جا (نشسته یا ایستاده) ملاک طبقه‌بندی قرار می‌گیرد.

دربارۀ اتوموبیلهای شخصی و بازرگانی (به انضمام وانتها) در گذشته توان مالیاتی که در محاسبه مالیات به کار می‌رفت و معمولاً در کارت شناسایی وسیله نقلیه درج می‌شد ملاک طبقه‌بندی قرار می‌گرفت که روشی بود رسمی و آسان. توان مالیاتی در فرانسه طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$P = KND^2LW$$

که در این فرمول:

P توان بر حسب CV (اسب بخار)

N تعداد سیلندر

D قطر پیستون بر حسب cm

L طول حرکت پیستونها به cm

W حداکثر سرعت دورانی (دور/ثانیه) و

K یک ضریب عددی است که مقدارش در ماشینهای ۴ سیلندر ۰/۰۰۰۱۵ است.

به جای مقادیر دقیق W در موتورهای ۴ سیلندر آن را برابر با ۱۸۰۰ دور/دقیقه یا ۳۰ دور/ثانیه و برای کامیونها که وزن شاسی شان بیش از ۲۵۰۰ kg است W را برابر با ۲۰ دور/ثانیه

اختیار می‌کنند. بنابراین:

$$P_1 = \frac{0/15}{1000} 20 \text{ ND}^2 L$$

برای کامیونها

$$P_2 = \frac{0/15}{1000} 30 \text{ ND}^2 L$$

برای سایر ماشینها

و اما حجم سیلندر بر حسب cm برابر است با:

$$\text{ND}^2 L = \frac{4v}{\pi} \quad \text{و در نتیجه} \quad v = N\pi \frac{D^2}{4} L$$

اگر v را بر حسب لیتر بیان کنیم:

$$P_1 = \frac{0/15}{1000} 30 \frac{4v}{\pi} \times 1000 = \frac{18v}{\pi}$$

$$P_2 = \frac{0/15}{1000} 20 \frac{4v}{\pi} \times 1000 = \frac{12v}{\pi}$$

بنابراین توان مالیاتی متناسب با حجم سیلندر است. برای ماشینهای شخصی توان مالیاتی یک

$$\frac{\pi}{18} = 175 \text{ cm}^3 \quad \text{اسب بخار برابر می‌شود با حجم سیلندر:}$$

هر اندازه موتور اتوموبیلها کاملتر می‌شود نسبت توان ترمزی به توان مالیاتی زیادتر می‌گردد. از این رو شرکتهای بیمه ناگزیر بعد از دهه ۱۹۵۰ بین اتوموبیلهای جدید و قدیم اختلاف قایل شده‌اند و از ۱۹۶۳ ضابطه توان مالیاتی را کافی ندانسته و اتوموبیلهای جدید را طبق خصوصیات اساسی آنها مانند قدرت ترمز، حجم سیلندر، حداکثر سرعت و امتیازات دیگری که در نمایشگاههای اتوموبیل به دست می‌آوردند (performance) طبقه‌بندی می‌کنند و هر بار که از وضع خطر تجربه کاملتری به دست آورند در تعرفه خود تجدید نظر می‌کنند.

در انگلستان تا سال ۱۹۴۶، تعرفه‌ها براساس توان مالیاتی (R.A.C Power یا Treasury HP) که به شکل زیر تعریف می‌شد تنظیم می‌یافت:

$$P = \frac{\text{ND}^2}{16/3} = 0.062 \text{ND}^2$$

که در آن D قطر سیلندر به cm است. از سال مزبور این فرمول تغییر کرد و به جای سطح، حجم سیلندر را داخل فرمول کردند و از ۱۹۶۶ انواع اتوموبیلها بر حسب پر فورمانس آنها طبقه‌بندی می‌شود. در امریکا تعرفه اتوموبیلها بر حسب چند ضابطه تعیین می‌شد که عبارت بودند از: قدرت ترمز، فاصله بین محورهاهای «Essieux»، وزن خالی و ارزش کاتالوگی. آمار نشان داد که این طبقه‌بندی را باید کنار گذارد. زیرا معلوم شد اتوموبیلهای امریکایی از لحاظ توان و وزن بین خودشان اختلاف زیادی با اتوموبیلهایی که در اروپا حرکت می‌کنند ندارند.

تعاریف مربوط به خطر

دریمة مسؤولیت تمام اعلامیه خسارتی که شرکت دریافت می‌دارد و ممکن است مسؤولیت مدنی

بیمه‌گر را به دنبال داشته باشد خسارت نامیده می‌شود. اگر تمام حوادث، برخورد بین دو اتوموبیل باشد تعداد خسارت‌های با مسؤولیت برابر با تعداد خسارت‌های بدون مسؤولیت می‌شود. البته بین این دو حد نهایی، مسؤولیت‌های تقسیم شده‌ای وجود دارد که نسبت آنها بین ۸ تا ۱۰ درصد است:

مسؤولیت صفر.....۴۶

مسؤولیت تقسیم شده۸

مسؤولیت صددرصد..... $\frac{۴۶}{۱۰۰}$

در عمل برخورد بین ماشینها، برخورد با دو چرخه، موتورسیکلت و عابر پیاده نیز وجود دارد که در اغلب موارد راننده اتوموبیل مسؤول شناخته می‌شود و برخورد با اشیای بی‌جان مانند درخت، نرده و تیر چراغ برق اگر اعلام خسارتی در بر نداشته باشد از دید بیمه‌گر پنهان می‌ماند. از طرفی بیمه شده به امید دریافت تخفیف در حق بیمه‌های آینده یا از بیم از دست دادن تعرفه ارزانتر یا فسخ قرارداد به علت تعدد خسارتها تمایل به این دارد که تصادفات را اعلام نکند. این مسأله حالتی را به وجود می‌آورد که به آن خودداری (retention) از اعلام خسارت گویند.

خسارت‌های مالی و جانی

خسارت‌های مسؤولیت مدنی را ممکن است به سه دسته تقسیم کرد:

۱. خسارت‌های مالی: حوادثی که منجر به خسارت اتوموبیل طرف یا به اموال متعلق به اشخاص ثالث می‌شود.
 ۲. خسارت‌های جانی یا بدنی: حوادثی که منجر به ضایعات بدنی افراد ثالث می‌شود.
 ۳. خسارت‌های مختلط: حوادثی که به خسارت‌های مالی و جانی، هر دو، می‌انجامد.
- در قانون بیمه شخص ثالث ایران مانند بسیاری از کشورها، این افراد ثالث تلقی نمی‌شوند: بیمه‌گذار و/ یا راننده، همسر، پدر و مادر، اولاد، نوه و اجداد همچنین مزدبگیران یا نمایندگان بیمه‌گذار.

خسارت‌های بدنی و مختلط به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- خسارت‌های غیر شدید.
 - خسارت‌هایی که دست کم به یک از کارافتادگی دائم منجر شود.
 - خسارت‌هایی که دست کم یک فوتی برجای گذارد.
- این تعاریف که از دید بیمه‌گران منطقی است با آنچه در آمار رسمی حوادث راهها منتشر می‌شود منطبق نیست.

وقوع خسارتها

وقوع یک خسارت - چه تاریخ وقوع و چه وسعت دامنه آن - امری است اتفاقی. بیمه‌گر در برابر پدیده‌ای پیچیده قرار دارد که از قوانین و به‌طریق اولی از تحولات آن ناآگاه است. در این پدیده، شمار زیادی متغیر دخالت دارند که هر کدام در طول زمان بی‌شک از قانون خاص خود پیروی می‌کنند. اگر خسارت واقعه‌ای حتمی بود می‌توانستیم آن را با تعدادی قوانین کم و بیش ساده ولی شناخته شده توصیف کنیم. یعنی می‌توانستیم تحول آن را در طول زمان با یک دستگاه معادلات دیفرانسیل و شرایط اولیه آن به دست آوریم.

حادثه اتفاقی تعمیمی است از حادثه حتمی پس باید تعمیمی را جست‌وجو کرد که بتواند بیان‌کننده حالت‌های یک دستگاه در تحولات اتفاقی باشد. این دستگاه Σ با تحول اتفاقی در طول زمان یک پدیده اتفاقی به صورت $X(t)$ است که در لحظه t حالت دستگاه Σ تحت بررسی را نشان می‌دهد. به ازای یک t ثابت $X(t)$ به صورت یک متغیر تصادفی چند بُعدی در می‌آید. اگر بیمه‌گر مشاهده کند که یک قرارداد در لحظات t_1, t_2, \dots, t_n دچار خسارتهایی شده است نتیجه مشاهداتش مجموع مقادیر زیر خواهد بود:

$$X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)$$

که تشکیل یک متغیر تصادفی را با n بُعد می‌دهد.

مشاهده می‌شود که این متغیر تصادفی دارای تابع توزیعی است به شکل زیر:

$$F_n(t_1, X_1; t_2, X_2; \dots, t_n, X_n)$$

فراگرد مجموع F_n به ازای تمام مقادیر n و برای تمام دستگاه‌های لحظات t_1, t_2, \dots, t_n قانون زمانی t را به وجود می‌آورد. شرایط وجود یک قانون زمانی در بیمه به نظر می‌رسد کاملاً صورت‌پذیر باشد. اما چگونگی فراگرد به شکلی قانونی وابسته است که تحول آن را بیان می‌کند.

مطالعه چگونگی فراگرد برحسب تحولات گذشته

تابع تصادفی بین دو لحظه t و $t + \Delta t$ دارای نمودار زیر است:

$$\Delta X = X(t + \Delta t) - X(t)$$

ناظری که تحول دستگاه Σ را مطالعه می‌کند و فرض می‌شود که تحولات آن را تا پایان لحظه t می‌شناسد برای او مقدار ΔX در لحظه آینده $t + \Delta t$ متغیری است تصادفی که ممکن است به دو چیز وابسته باشد:

۱. مقادیر t و Δt

۲. تحول گذشته Σ تا لحظه t

هرگاه فرض کنیم مقدار $X(t)$ در لحظه t معین به حد کافی تمام تحول گذشته فراگرد را توصیف می‌کند در این صورت در برابر فراگرد مارکوف (Markov) قرار داریم. برخلاف، هرگاه بتوانیم بپذیریم که ΔX یک متغیر تصادفی مستقل است و با تحولات گذشته تا پایان لحظه t بستگی ندارد و این امر برای تمام مقادیر t و Δt صدق می‌کند در این صورت در برابر فراگردی قرار داریم با «نمونه‌های مستقل».

از سوی دیگر، هرکدام از این دو نوع فراگرد انفصالی است و توزیع آنها در لحظات t_1, t_2, \dots, t_n که خسارت روی داده جنبه اتفاقی داشته و از قانون معروف پواسون (Poisson) ساده یا مرکب پیروی می‌کند.

فراگرد مارکوف: Σ در لحظه t_i در وضع E_i است. فرض کنیم P_{ij} که به آن «احتمال عبور» گویند احتمال این باشد که Σ در لحظه t_j از وضع E_j عبور کند. از سوی دیگر فرض کنیم P_j احتمال این باشد که Σ در لحظه t_j در وضع E_j باشد. این احتمال با روش برگشت (recurrence) و با در دست بودن P_{ij} قابل محاسبه است.

ماتریس احتمالات شرطی $P_{ij}(t)$ را با $P(t)$ نشان می‌دهیم. $P(t)$ که تابعی است از t با حل یک سیستم معادلات موسوم به معادلات کولموگوروف (Kolmogorov) تعیین می‌شود. پس اصولاً کافی است که این دستگاه را با کمک مقادیر اولیه داده شده $P_{ij}(0)$ حل کنیم و از آن راه تمام مقادیر $P_{ij}(t)$ را به دست آوریم، آنچه را که زنجیره مارکوف تعیین خواهد کرد.

فراگرد پواسون: بین توابع اتفاقی با «نمونه‌های مستقل» قانون پواسون در طول زمان وقوع یک سری از حوادث نامنظم را توصیف می‌کند. این تابع تصادفی دارای شکل بسیار کلی زیر است:

$$X(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} R(t, \theta) dN(\theta)$$

که در آن $R(t, \theta)$ اثر یک اختلال وارده را در زمان θ تعیین می‌کند. $N(\theta)$ تعداد لحظاتی را نشان می‌دهد که در فاصله زمانی $(0, \theta)$ وجود دارد.

اگر مشاهده شود که تحول Σ ساکن است یعنی Σ با تغییر زمان از مبدأ فراگرد تغییر نمی‌کند در این صورت $R(t, \theta)$ تنها به $(t-\theta)$ وابسته است.

یک زیر گروه فراگردهای پواسون مرکب از فراگردهای هوفمن (Hoffmann) تشکیل یافته که در آنها احتمال عدم وقوع یک خسارت در فاصله $(0, \theta)$ از حل معادله دیفرانسیل زیر مشخص می‌شود:

$$-sP'_0(t) = f \left(1 + \frac{t}{s}\right)^{-a} P_0(t)$$

که در آن $a \geq 0$ و $f > 0$ ، $s > 0$ است.

اگر $a=1$ باشد فراگرد پولیا - اگنبرژر (Polya-Eggenberger)

اگر $a=\frac{1}{p}$ باشد قانون پیرسون نوع ۵

اگر $a=0$ باشد قانون پواسون ساده

قانون ساده پواسون احتمال وقوع n خسارت را در مجموعه زمانی $(0,t)$ به دست می دهد:

$$P_n(t) = \frac{(ft)^n}{n!} e^{-ft}$$

$f(t)$ عددی است ثابت برابر با تعداد محتمل خسارتها در فاصله زمانی $(0,t)$ که به طور تقریب همان فراوانی مشاهده شده است. در این قانون فرض شده مقدار ft برای تمام عناصر گروه ملاحظه شده یکسان است، یعنی گروه همگن است. اگر این شرط برقرار نباشد می توان تصور کرد که مجموع ft ها تشکیل مقادیر مختلفی از یک متغیر تصادفی را می دهند که تابع توزیعش، $U(v)$ ، به t بستگی ندارد: $U(v)$ توزیع خطر نامیده می شود. در این صورت احتمال وقوع n خسارت در فاصله زمانی $(0,t)$ را می توان به شکل زیر نوشت:

$$P_n(t) = \int_0^\infty \frac{e^{-vt} (vt)^n}{n!} dU(v) = (-t)^n \frac{P_{n_0}(t)}{n!}$$

که در آن $P_0^n(t)$ مشتق n ام نسبت به t از $P_0(t) = \int_0^\infty e^{-vt} dU(v)$ خواهد بود.

در بیمه اتوموبیل مشاهده شده است که هر گروه وسیله نقلیه از وسایل نقلیه ای تشکیل یافته که هر کدام فراوانی خاص خود را دارد و تابع توزیع این فراوانیهای فرعی به شکل یک منحنی ناقوسی غیر قرینه است و دارای حد تحتانی ولی بدون حد فوقانی هستند. یک چنین توزیع را می توان با قانون نوع ۳ پیرسون تعدیل (adjust) کرد. هر خودرو که امید ریاضی (فراوانی تئوری) خسارت ویژه خود را داراست تعداد خسارتش بر حسب یک قانون ساده پواسون توزیع می شود و مجموع خودروهای یک گروه تعداد خسارتهایش برحسب یک قانون احتمالات مرکب بر حسب قانون نوع ۳ پیرسون و قانون ساده پواسون توزیع می شود. ولی در نوع ۳ پیرسون احتمال اولیه به صورت زیر بیان می شود:

$$dF = \frac{a^b}{\Gamma(b)} e^{-a(s-s_0)} (s-s_0)^{b-1} ds$$

که در آن a ، b ، s_0 پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند و $\Gamma(b)$ انتگرال اولری (eulerienne) کامل از نوع دوم است

$$\Gamma(b) = \int_0^\infty e^{-x} x^{b-1} dx$$

پارامترهای a ، b ، s_0 به این طریق برآورد می شوند که سه گشتاور اول نظری را با گشتاورهای تجربی مساوی قرار دهیم. چون این محاسبه ها طولانی و خسته کننده اند بهتر آن است که قانون تبدیل کننده دیگری که دقتش کمتر ولی محاسبه هایش ساده باشد به کار بریم. این قانون موسوم به گالتون ماک آلیستر (Galton Mac Alister) یا قانون گیبرات (Gibrat) است که از راه تغییر

متغیر در قانون لاپلاس گوس $Z = a \log (x-x_0)+b$ به دست می آید. شکل آن منحنی ناقوسی نامتقارن است و می تواند برای نمایش فرکانسهای اختصاصی به کار رود.

بررسیهای چند داده تجربی

توزیع یک گروه خودرو یا راننده بر حسب تعداد خسارتها

تمام داده های تجربی درباره یک گروه کاملاً تعریف شده خودرو یا راننده نشان داده اند که قانون ساده پواسون نمی تواند تعدیل رضایت بخشی به دست دهد. این اثر ثابت می کند که خطرهای تشکیل دهنده گروه همگن نیستند.

۱. گروهی شامل ۱۷۴۴ خودرو سواری مختص تفریح در ۱۹۵۸ در فرانسه تحت بررسی قرار گرفت و فراوانی خسارتشان ۰/۳۲۴ نشان داد که قانون پیرسون نوع ۳ تعدیل بسیار رضایت بخشی از توزیع مشاهده شده خودروها بر حسب تعداد خسارتها به دست می دهد.

جدول ۱. توزیع خودروها بر حسب تعداد خسارتها (مثال ۱)

تعداد خسارتها	مشاهده	قانون پواسون	قانون پیرسون	فرمول تعدیل
۰	۱۳۱۶	۱۲۶۱	۱۳۱۶	۱۳۱۹
۱	۳۲۳	۴۰۹	۳۲۵	۳۲۲
۲	۸۱	۶۶	۷۹	۷۸
۳	۱۸	۷/۲	۱۹	۱۹
۴	۴	۰/۶	۷/۶	۴/۵
۵	۲	-	۱/۱	۱/۳
۶ و بیشتر ...	-	-	۰/۳	۰/۲

۲. دو کارشناس ایرلندی به منظور بررسی اثر عامل شخصی بین رانندگان حرفه ای شبکه اتوبوس این کشور مطالعات گسترده ای به عمل آورده و تجارب به دست آمده از تعداد تصادفات را در طول چهار سال با آنچه از قوانین آماری زیر حاصل شده، مقایسه کرده اند:

- قانون ساده پواسون

- قانون پیرسون نوع ۳

- دو قانون پواسون مرکب

نتیجه در جدول ۲ مشاهده می شود:

جدول ۲. توزیع رانندگان بر حسب تعداد خسارتها (مثال ۲)

قانون پواسون مرکب		قانون پیرسون	قانون پواسون	مشاهده	تعداد خسارتها
B	A				
۱۱۰/۴	۱۱۶/۷	۱۱۰/۴	۷۱/۵	۱۱۷	۰
۱۶۹/۷	۱۶۳/۰	۱۶۸/۵	۱۶۴/۰	۱۵۷	۱
۱۵۶/۰	۱۵۳/۱	۱۵۶/۸	۱۸۸/۰	۱۵۸	۲
۱۱۳/۹	۱۱۵/۳	۱۱۴/۷	۱۴۳/۶	۱۱۵	۳
۷۲/۵	۷۴/۶	۷۲/۵	۸۲/۳	۷۸	۴
۴۱/۹	۴۳/۲	۴۱/۵	۳۷/۷	۴۴	۵
۲۲/۵	۲۲/۸	۲۲/۱	۱۴/۴	۲۱	۶
۱۱/۳	۱۱/۳	۱۱/۲	۴/۷	۷	۷
۹/۸	۹/۰	۱۰/۳	۱/۸	۱۱	۸ و بیشتر
۰/۵ < P < ۰/۷		۰/۷ < P < ۰/۸	P < ۰/۰۰۱	احتمالات تطابقی	

دیده می شود که توزیع پواسون به هیچ وجه رضایت بخش نیست. برخلاف، تست χ^2 (Khi 2) نشان می دهد که سه قانون دیگر در معرفی پدیده مشاهده شده مقادیر تقریباً مساوی به دست می دهند. ۳. در سال ۱۹۵۹ در فرانسه بررسی مهمی روی قریب ۵۰۰۰۰۰ خودرو به عمل آمد که در آن عواملی مانند محل عادی گاراژ (پایتخت و شهرستانها)، سال ورود به بیمه و نوع خودرو (۷ نوع معروف) مدنظر قرار گرفت. با این ترتیب ۷۲ توزیع مجزا به دست آمد.

برای هر یک از این توزیعها که شامل ۱۰۰۰۰ خودرو بود منحنیهای $f(x) = \log n_x$ رسم شد. n_x نسبت تعداد خودروهایی است که دست کم x خسارت روی ۱۰۰۰۰ خودرو داشتند. مشاهده شد که در چنین نمایشی، قانون پواسون منحنیهایی به دست داده که به تدریج به سمت پایین خم می شوند ولی نتایج تجربی نقاطی را نشان می دهد که به طور محسوسی روی خط زیر قرار گرفته اند:

$$\log n_x = 4 - tx$$

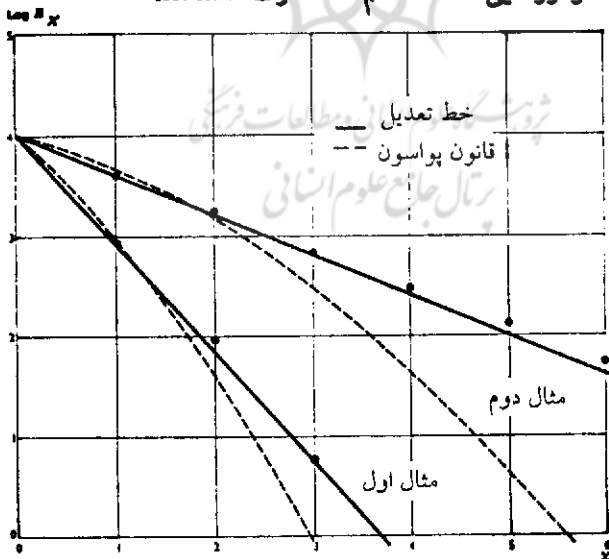
جدول شماره ۳، در دو حالت حد توزیعهای مشاهده شده و نتایج حاصل از قانون پواسون و فرمول تعدیل بالا را نشان می دهد.

در مثال ۱، این فرمول تعدیل با مقدار $t = 0/61$ نتیجه ای را به همان خوبی قانون پیرسون به دست می دهد. این نتایج تجربی که به نظر می رسد تا زمانی که فرکانس مشاهده شده از یک تجاوز نکند معتبرند سود عملی بزرگی دارند. زیرا با یک محاسبه آسان و سریع برآورد توزیع خودروها بر حسب تعداد خسارتشان یا دارا بودن تنها فراوانی مشاهده شده میسر است.

جدول ۳. توزیع خودروها بر حسب تعداد خسارتها (مثال ۳)

فرمول تعدیلی		قانون بواسون		توزیع مشاهده شده	تعداد خسارت
اختلاف	توزیع	اختلاف	توزیع		
رنو ۴CV - شهرستان - ورود به بیمه در ۱۹۵۴، ۱۰۷۴۵۴ خودرو (فراوانی مشاهده شده ۰/۰۹۳)					
+۷	۹۸۴۲	-۳۵	۹۷۹۹	۹۸۳۵	... ۰
-۸	۸۳۵	+۶۸	۹۱۱	۸۴۳	... ۱
+۱	۷۱	-۲۷	۴۳	۷۰	... ۲
-	۶	-۵	۱	۶	... ۳
+۰/۵	۰/۵				... ۴
ستیرون ID۱۹ - پاریس - ورود به بیمه در ۱۹۵۸، ۲۲۲۴ خودرو (فراوانی مشاهده شده ۰/۶۷۹)					
-۱۴	۱۳۳۱	-۲۱۵	۱۱۳۰	۱۳۴۵	... ۰
+۲۷	۵۳۵	+۲۵۷	۷۶۵	۵۰۸	... ۱
-۱۱	۲۱۷	+۳۲	۲۶۰	۳۲۸	... ۲
+۵	۸۳	-۲۰	۵۸	۷۸	... ۳
-۱	۳۵	-۲۶	۱۰	۳۶	... ۴
-۳	۱۴	-۱۶	۱	۱۷	... ۵
-۳	۹	-۱۲	-	۱۲	۶ و بالاتر

شکل ۱. نمایش خودروهایی که دست کم X خسارت داشته‌اند.



توزیع خسارتها بر حسب مبلغ

مجموعه خسارتهای وارده در طول زمانی معین مربوط به یک گروه خودرو کاملاً تعریف شده را

در نظر می‌گیریم. توزیع این خسارتها بر حسب مبالغشان بسیار گسترده است. اما تجزیه این توزیع به احتیاطهای چندی نیاز ندارد. در پایان سال ملاحظه خواهیم کرد که بسیاری از آنها تصفیه نشده‌اند زیرا پرونده‌شان کامل نبوده است. به تدریج که زمان می‌گذرد تعداد پرونده‌های تصفیه شده افزایش می‌یابد. برای آگاهی دقیق از توزیع خسارتها باید منتظر ماند تا تعداد پرونده‌های معوق به حداقل برسد. معمولاً مدت سه سال زمانی است که نسبت تعداد خسارت‌های پرداخت شده به ۹۸ یا ۹۹ درصد می‌رسد.

توزیع زیر نتیجه تحقیقاتی است که در فرانسه روی ۱۴۵۸۷ مورد خسارت مربوط به سالهای ۱۹۶۳ و ۱۹۶۴ به عمل آمده است.

جدول ۴. توزیع مبالغ خسارت‌های مالی و جانی مربوط به ۱۴۵۸۷ فقره خسارت شرکتهای بیمه فرانسه (به فرانک)

مبلغ	خسارت‌های مالی	خسارت‌های جانی	مجموع
۱ تا ۴۹۹ ...	۱۰۹۵۷	۴۱۳	۱۱۳۷۰
۵۰۰ تا ۹۹۹ ...	۱۵۶۰	۱۸۷	۱۷۴۴
۱۰۰۰ تا ۱۹۹۹ ...	۵۴۶	۲۰۲	۷۴۸
۳۰۰۰ تا ۴۹۹۹ ...	۲۰۶	۱۸۴	۳۹۰
۵۰۰۰ تا ۹۹۹۹ ...	۲۶	۹۲	۱۱۸
۱۰۰۰۰ تا ۱۹۹۹۹ ...	۷	۹۸	۱۰۵
۲۰۰۰۰ تا ۴۹۹۹۹ ...	۴	۷۴	۷۸
۵۰۰۰۰ تا ۹۹۹۹۹ ...	۱	۱۹	۲۰
۱۰۰۰۰۰ و بیشتر ...	-	۱۴	۱۴
	۱۳۳۰۷	۱۲۸۰	۱۴۵۸۷

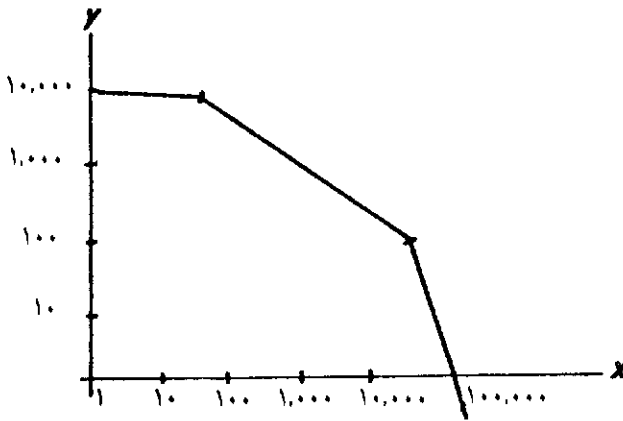
تجربه نشان داده است که اگر تابع y تعداد خسارت‌های بیش از مبلغ X باشد می‌توان آن را به‌طور رضایت‌بخشی با تابع گالتون - ماک‌آیستر نشان داد:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad \text{با } Z = a \log x + b$$

با این حال باید به a دو مقدار مختلف داد. یکی برای مقادیر X کوچکتر از ۸۰۰۰۰ و دیگری برای مقادیر بزرگتر از آن: تعداد خسارت‌های بزرگ بسیار سریعتر از آنچه تا ۸۰۰۰۰ پیش‌بینی می‌شود کاهش می‌یابد.

نمایش توزیع خسارت‌ها را با توابع دیگری غیر از تابع گالتون - ماک‌آیستر می‌توان جست‌وجو کرد. مثلاً اگر در صفحه‌ای که با مقیاسهای لگاریتمی مدرج شده باشد در محور آلیس مختصات

مبلغ خسارتهای X و در محور آوردونه Y تعداد خسارتهایی که بیش از مبلغ X است منتقل سازیم نقاط به دست آمده منحنی ای به دست می دهد که در شکل زیر مشاهده می شود:



به ازای $X > 1000$ ممکن است منحنی به دست آمده جانشین دو قطعه خطی شود که در نزدیکیهای $X = 50000$ بر هم منطبق گردند. پس برای هر دو این خط می توان نوشت:

$$\log y = a \log x + b$$

$$y = \frac{b}{x^a}$$

این فرمول موسوم به قانون پارتو (Pareto) است.

این فرمول به ازای $X > 1000$ نتایجی به همان خوبی فرمول ماک آلیستر به دست می دهد. عیب آن در این است که در مورد مبالغ کوچک اعمال شدنی نیست و برای $Y \times X = 0$ به سمت بی نهایت میل می کند.

مزیت آن این است که محاسبه ها را ساده می کند و از سوی دیگر تحقیق اینکه در چه حدودی این قانون اعمال شدنی است آسان است.

توزیع خسارتهای مالی و جانی

از اینکه قوانین آماری پارتو یا گالتون ماک آلیستر در خسارتهای جانی اعمال شدنی نیست جای شگفتی وجود ندارد. زیرا خسارتهای جانی مربوط به بسیاری از ضایعات است که ایجاد از کارافتادگی موقت یا دائم کم و بیش شدید می کند. درجه شدت جراحات طبق بعضی قوانین صورت می گیرد که بعداً خواهیم دید. از سوی دیگر مصدومان افرادی هستند که تقریباً به طور اتفاقی انتخاب شده اند و درآمدها باید بر حسب قانون پارتو یا قانون ماک آلیستر توزیع شود. سطح درآمد مصدومان و درجه شدت صدمات دو فاکتور مستقل هستند. لذا توزیع مبالغ،

حاصل ضرب دو توزیع با کیفیتهای متفاوت است.

بعضی از مؤلفان کوشیده‌اند قانون تعدیلهای دیگری برای توزیع خسارتهای جانی بیابند

$$\text{مانند قانون: } (1 - y)^2 = \frac{x}{x+k}$$

که در اینجا، y تعداد خسارتهایی است که مبلغشان بیش از x است و k ثابتی است که مقدارش نزدیک به مبلغ متوسط خسارتهای مربوط است. با این قانون تعدیلهای رضایت بخشی بین مبالغ ۲۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰۰ به دست می آید ولی این منحنی از مشاهدات خارج از این حدود دور می شود. در جدول ۵ نمونه دیگری از توزیع خسارتهای جانی و مالی بر حسب تعداد نشان داده شده است.

جدول ۵. توزیع خسارتها بر حسب مبلغ، آلمان ۱۹۵۷ (به مارک)

نسبت خسارتها (در ۱۰۰۰ خسارت از هر یک از دو نوع)			مبلغ بیش از:
مجموع	مالی	جانی	
۷۷۱	۷۵۱	۹۱۹	۵۰
۵۷۴	۵۳۶	۵۸۲	۱۰۰
۴۶۹	۴۲۳	۸۰۶	۱۵۰
۳۵۴	۳۰۵	۷۱۲	۲۰۰
۲۶۱	۲۱۱	۶۲۹	۳۰۰
۱۶۶	۱۲۸	۴۹۵	۵۰۰
۱۰۸	۷۲	۳۸۱	۸۰۰
۸۲	۵۲	۳۱۴	۱۰۰۰
۳۹	۲۰	۱۸۶	۲۰۰۰
۱۱	۴	۷۱	۵۰۰۰
۴	۱	۳۰	۱۰۰۰۰

بررسی ویژه خسارتهای جانی

به دلیل سهم به سزایی که خسارتهای جانی در کل خسارتها دارد و از سویی عوامل زمان، منطقه رفت و آمد و استفاده از خودرو خسارتها را از نصف تا سه چهارم تغییر می دهد و از سوی دیگر به علت آنکه خسارتهای جانی تعدادشان نسبتاً کم است، آمارگیری دقیقی به ویژه از خسارتهای جانی در فرانسه به عمل آمده است.

این آمارگیری که در فاصله سالهای ۱۹۵۹ تا ۱۹۶۲ انجام یافته و شامل ۴۸۶۹۹ فقره خسارت بوده است اطلاعات ذی قیمتی از خود خسارتها، مصدومان حادثه و هزینه آنها به دست می دهد. داده‌ها در زمانی استخراج شده که خسارتها هر چند سالی که از وقوع حادثه می گذشته، کاملاً تصفیه شده است. این آمار با آمار حوادث رانندگی رسمی جاده‌ها و حوادث ناشی از کار (خطر رفت و آمد) مقایسه شده است. قسمتی از این نتایج را در زیر می آوریم:

۱. نوع پرداخت: پرداختهایی که بیمه‌گران به عنوان خسارتهای جانی یا مختلط انجام داده‌اند به این شرح تفکیک می‌شود:

جبران غرامتهای جانی به معنای اخص ۸۴/۴ درصد
 جبران زیانهای مالی ناشی از حادثه ۶/۸ درصد
 سایر هزینه‌ها (کارشناسی، دادگاهی و غیره) ۸/۸ درصد

۲. روش پرداخت: نسبت خسارتهای جانی که با توافق دوستانه قبل از صدور رأی دادگاه تصفیه شده بین ۷۲ و ۷۵ درصد بوده است. به علت مدت زمانی که برای ترمیم جراحات لازم است و کندی کار دادگاهها توزیع خسارتهای بر حسب مدت زمانی که از شروع حادثه تا تصفیه کامل خسارتهای گذشته به شرح زیر بوده است:

فاصله بر حسب سال ...	۱۰	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹ و بیشتر
نسبت در ۱۰۰۰ ...	۶۷۰	۱۷۰	۸۳	۴۲	۱۹	۹	۴	۱/۸	۱/۷

۳. تقسیم مسؤلیت: در نزدیک به ۸۰ درصد موارد درجه مسؤلیت بیمه شده کامل تشخیص داده شده است. مواردی که مسؤلیت بیمه شده صفر بوده در این آمار منظور نشده است (خسارتهای بی نتیجه).

تعداد مواردی که مسؤلیت بیمه شده بیش از ۵۰ درصد بوده بیش از مواردی است که کمتر از ۵۰ درصد بوده است. توجیه این امر بدون شک این است که در برخورد با عابر پیاده یا دوچرخه سوار همواره یک پیش داور به زیان راننده اتوموبیل از جانب مأموران قضایی وجود دارد. نرخ متوسط جبران خسارتهای با مسؤلیت بیمه شده ۵۳ درصد است.

۴. تعداد مصدومان هر حادثه: در ۴۸۶۹۹ خسارت مورد بررسی ۵۴۴۶۳ نفر مصدوم مشاهده شده است یعنی در هر ۱۰۰ حادثه ۱۱۲ مصدوم وجود داشته است. یکی از پژوهشگران دریافته است که احتمال اینکه حادثه‌ای N مصدوم داشته باشد نسبت عکس با توان چهارم N دارد. همچنین تعدیل خوبی از توزیعهای مشاهده شده با تابع $y = \frac{1}{x^{2.7}}$ به دست آمده است. لا تعداد خسارتهایی است که دست کم X مصدوم داشته است. این نتایج با نتایجی که در آمار رسمی مشاهده می‌شود که هر ۱۰۰ حادثه ۱۴۰ مصدوم به جای می‌گذارد اختلاف دارد. علت آن است که در بیمه مسؤلیت اتوموبیل، راننده و افراد خانواده‌اش که با وی داخل ماشین هستند شخص ثالث محسوب نمی‌شوند. توزیع ۴۸۶۹۹ خسارت بر حسب تعداد مصدومان مزبور به شرح زیر است:

تعداد مصدومان ...	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸ و بیشتر
تعداد خسارتهای ...	۴۴۵۱۰	۳۲۲۷	۶۲۶	۲۱۷	۶۴	۲۵	۱۰	۲۰

۵. شدت حوادث: در ۱۰۰۰ مصدوم مشاهده شده ۳۷ فوت، ۳۰۹ مجروح سخت منجر به از کارافتادگی دایم و ۶۵۴ مجروح سبک شمارش شده است.
۶. جنس و سن مصدومان: در ۱۰۰ فقره خسارت از هر نوع سهم زنان در سالهای اخیر به ترتیب زیر است.
 - در موارد فوت ۲۵ درصد
 - در موارد از کارافتادگی دایم ۳۷ درصد
 - در جراحات سبک ۳۴ درصد
 این نسبت در طول زمان تقریباً ثابت بوده است.
- تعداد دفعات منجر به فوت با سن تغییر می‌کند: در ۱۰۰ حادثهٔ جانی که برای اطفال کمتر از ۱۰ سال رخ می‌دهد ۱۰ حادثهٔ مرگبار دیده می‌شود. نسبت حوادث مرگبار با بالا رفتن سن به سرعت کم می‌شود و در سنین ۳۰ تا ۴۰ سالگی به حداقل (۲/۷ درصد) می‌رسد. سپس دوباره زیاد می‌شود و در سنین بیش از ۷۰ سالگی به ۱۰ درصد می‌رسد.
۷. ویژگی مصدومان: در آمار بیمه، مصدومان حوادث به چهار دسته تقسیم می‌شوند: پیاده، دوچرخه سوار، ثالث سرنشین در یک خودرو (۲ یا ۴ چرخ) و ثالث سرنشین در خودرو بیمه شده. نسبت به حوادث جانی هر دسته موارد فوت بین عابران پیاده ۵/۷ درصد، بین دوچرخه سواران نزدیک به ۴ درصد و بین ثالث داخل خودرو ۳ درصد است.
 - گرامتهای پرداختی به این شرح توزیع می‌شود: ثالث داخل خودرو ۵۰ درصد، پیاده ۲۳ درصد، دوچرخه سوار ۱۴ درصد و ثالث سرنشین ۱۳ درصد.
۸. توزیع موارد از کارافتادگی دایم برحسب شدت آنها: نرخ متوسط از کارافتادگی دایم ۱۸ درصد است که برحسب گروههای سنی به این شرح تغییر می‌کند: کمتر از ۲۰ سال ۱۵ درصد، ۲۰ تا ۳۹ سال ۱۶/۵ درصد، ۴۰ تا ۵۹ سال ۱۹ درصد و ۶۰ سال به بالا ۲۱ درصد.
۹. وضع خانوادگی فوت شدگان: در فاصله سالهای ۱۹۵۸ تا ۱۹۶۲ بین ۱۰۰۰ مصدوم فوت شده موارد زیر مشاهده شده است:

	کودکان..... ۱۲۷
	مجرد و بیوهٔ بدون فرزند..... ۲ و ۴
	متأهل بدون فرزند..... ۱۱۲
	متأهل با یک فرزند..... ۱۳۶
	متأهل با دو فرزند..... ۱۱۹
هریک ۲/۵ فرزند	متأهل با سه فرزند و بیشتر..... ۱۷۰
	بیوهٔ با فرزند..... ۱۳۲

۱۰. توزیع پرداختها بر حسب نوع غرامتها:

جمع	ازکارافتادگی کلی	ازکارافتادگی دائم	مرگ	
۱۵۸	۴۹۴	۱۲۰	۷	غرامت روزانه ...
۹۷	۲۴۴	۸۳	۲۳	هزینه پزشکی و دارویی...
۵۶۲	-	۶۹۴	۶۳۴	سرمایه‌های تشکیل دهنده ^۱ ...
۷۶	۱۶۵	۷۴	۱۵	غرامت درد ^۲ ...
۱۴	۳۸	۱۱	-	غرامت زیبایی...
۷۸	۴۴	۵	۳۰۰	غرامت اخلاقی و معنوی...
۱۵	۱۵	۱۳	۲۱	بهره...
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	

۱. غرامتهایی که به صورت مستمری تعیین می‌شود بیمه‌گر ارزش کنونی آنها را به صورت یکجا به نام «سرمایه تشکیل دهنده» در حسابی نگه می‌دارد تا در آینده مستمریها را از این حساب بپردازد.
۲. در قانون مسؤولیت مدنی ایران تنها از زیانهای مالی و معنوی نام برده شده است. در مورد مفهوم غرامتهای درد، زیبایی و اخلاقی به فرهنگ بیمه و بازرگانی تألیف دکتر جاتملی محمود صالحی مراجعه کنید.

حوادث مرگ‌زا: سرمایه‌های تشکیل دهنده و بهره‌ها ۶۵/۵ درصد و غرامتهای روحی ۳۰ درصد کل را تشکیل می‌دهند. سهم غرامتهای دیگر بسیار کم است.

از کار افتادگی دائم: سرمایه‌های تشکیل دهنده و بهره‌ها ۷۱ درصد کل و بقیه غرامتها متعلق به از کارافتادگی موقت (۱۲ درصد)، هزینه‌های پزشکی (۸ درصد)، غرامت درد و غرامتهای دیگر (۹ درصد) است.

جراحات سبک: مبالغ پرداخت شده به عنوان از کار افتادگی موقت ۵۰ درصد کل را تشکیل می‌دهد. دورشته پرداخت مهم دیگر، هزینه‌های دارویی و پزشکی (۲۴ درصد) و غرامت درد (۱۶/۵ درصد) هستند.

پی‌نوشت

۱. هر خودرو که امید ریاضی (فراوانی تئوری) خسارت ویژه خود را داراست، تعداد خسارتهای برحسب یک قانون ساده بواسون توزیع می‌شود و مجموع خودروهای یک گروه تعداد خسارتهایش برحسب یک قانون احتمالات مرکب برحسب قانون نوع ۳ پیرسون و قانون ساده بواسون توزیع می‌شود.