دوماهنامه علمی-تخصصی مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه
سال ششم، شماره ۱ (پیاپی: ۲۹)، فروردین ۱۴۰۰، جلد یک

ارزیابی خسارت معوق به روش نردبان زنجیره‌ای (مطالعه موردی: رشته بیمه‌های مسئولیت- شرکت بیمه دانا)

ابراهیم کاردگر[۱]، بهروز مهدی قلی‌زاده[۲]، احسان شهیری طبرستانی*[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵
کد مقاله: ۲۱۱۲۹

چکـیده

اندازه‌گیری ریسک ذخایر بعنوان یکی از عوامل موثر در محاسبه مازاد بیمه‌گـر و تـوانگری مالی شرکت‌های بیمه شناخته می‌شود. ارزشیابی بدهی‌های بیمه‌ای نقش مهمی را در برآورد مازاد بیمه‌گر و نسبت توانگری مالی شرکت بیمه دارد. هسته مرکـزی ارزشـیابی بـدهی‌هـای بیمه‌ای، ارزیابی ذخایر خسارت معـوق است و ارزیـابی درسـت ذخـایر خسـارت معـوق به بیمه‌گران این امکان را می‌دهد که در برابر خسارت‌های آتی حاشیه امنـی داشـته و در عـین حال سرمایه مازاد را برای سرمایه‌گذاری و عملیات بیمه‌گری در اختیار داشته باشند. باتوجه به ایـن مطلـب ارائـه روشـی دقیـق و در عـین حـال قابـل اسـتفاده و کـاربردی بـرای شرکت‌های بیمه حائز اهمیت می‌باشد. در این مقاله، از روش ماتریس مثلثی (نردبانی) به منظور پیش‌بینی خسارت معوق برای سالیان آتی استفاده شد. این روش مبتنی بر پراکنش تعداد خسارت و مبلغ حواله پرداختی طی سنوات گذشته می‌باشد و با بهره‌گیری از الگوی ایجاد شده مبلغ خسارت معوق از تجمیع درایه-های قطر اصلی ماتریس مربعی استخراج می‌شود. برای ارزیابی مدل جدید، مجموعه داده‌های مربوط به شرکت بیمه دانا در نظر گرفته شده است؛ با استفاده از این مجموعه داده‌ها و شبیه‌سازی ذخیره خسارت‌ها با مدل نردبان زنجیره‌ای اصلاح-شده، نشان داده شده است که استفاده از این مدل، برآورد نزدیکی با مقدار واقعی ذخیره خسارت مورد نیاز برای سال‌های آتی دارد.

واژگـان کلـیدی: نردبان زنجیره‌ای، خسارت معوق، ذخایر فنی، بیمه دانا، بیمه‌های مسئولیت

۱- دکتری تخصصی رشته علوم اقتصادی، دانشگاه مازندران، ایران
۲- کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، گرایش بیمه، دانشگاه آزاد فیروزکوه، شهرستان فیروزکوه، ایران
۳- دکتری مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
ehsan_shahiri@yahoo.com

۱- مقدمه

در پایان هر سال مالی بیمه‌گر برای ارزیابی ریسک‌های پیش‌رو باید ارزیابی دقیقی از تعهدات آتی خود داشته باشد، بخشی از این تعهدات مربوط بـه خسـارت‌های معـوق هستند، اما به دلایلی پرداخت نگردیده و به سال بعد منتقل می‌شوند. خسارت‌هایی که در سال‌های قبل اتفاق افتاده اما به هر دلیلی در آن سال قابـل تسـویه نبوده‌اند؛ به دو بخش قابل تفکیک هستند. یک بخش خسارت‌هایی کـه اتفاق افتاده و گزارش شده‌اند؛ یعنی بیمه‌گر از آن مطلع است و یا برآورد دقیقـی از آن دارد (ذخایر موردی). بخش دوم مربوط به خسارت‌هایی است که اتفاق افتاده ولی گزارش نشده‌اند و بیمه گر از آن مطلع نمی‌باشد. در رابطه با خسـاراتی که در یک سال مالی رخ داده‌اند، زیان‌های نهایی در هر زمانی می‌تواند از مجموع پرداخت‌شده‌ها، ذخایر موردی و ذخایر IBNR[1] محاسبه شوند. اکثر مطالعات انجام‌شده در زمینه برآورد ذخایر خسارت بر مبنای الگوهای وابسته به زمان طراحی شده است. چنانکه خضری[2] (۲۰۱۳) از فاکتورهای توسعه سال به سال برای پیش‌بینی ذخایر خسارت معوق و مدل بورنهاتر–فرگوسن استفاده کرد [7]. شهریار[3] (۲۰۱۴) از شبیه‌سازی مونت کارلو برای تکمیل جداول خسارت تعویقی استفاده کرد و نشان داد که روش نردبان زنجیره‌ای در شرکت‌های کوچک نسبت به شرکت‌های بزرگ کاراتر است [17]. پیشتر برای ذخیره خسارت‌های تصادفی از روش-هایی بر اساس مثلث تعهدات آتی خسارت‌ها استفاده می‌شد؛ از این روش‌ها تحت عنوان روش‌های کلان[4] یاد می‌شود. نمونه‌ای از این روش‌ها را می‌توان در کارهای انجام شده توسط محققین مختلف مشاهده کرد [21,3]. اساس استفاده از روش‌های ذخیره خسارت‌های معوق در سطح کلان، مثلث خسارت‌های پرداختی است. استفاده از این مثلث خسارت‌ها ممکن است با مشکلاتی مانند صفر یا منفی‌شدن مقدار سلول‌ها در مثلث (Kunkler, 2004) و اریبی برآورد خسارت‌ها در روش‌های مثلثی (Schnieper, 1991) مواجه شود. همچنین امکان تفکیک خسارت‌های IBNR و RBNS نیز وجود ندارد. لیو[5] و ورال (۲۰۰۹) نشان دادند که امکان جدا کردن ادعاهایی با مقدار خسارت کوچک و بزرگ نیز وجود ندارد [8]. اشنایپر[6] (۱۹۹۱) بیان کرد که اطلاعات مفید مربوط به سطوح مختلف بیمه‌نامه و ادعای خسارت‌ها در روش‌های کلان مد نظر قرار نمی‌گیرند [18]. شروع روش‌های ذخیره خسارت‌ها در سطح خرد را می‌توان در کارهای برخی محققین بر روی چارچوب آماری مشاهده کرد [12,2]. اساس کار آن‌ها با استفاده از فرآیندهای نقطه‌ای و کار بر روی داده‌های تکی بود. هاستراپ[7] و آریاس (۱۹۹۶) در ادامه، جزئیات اولیه ذخیره خسارت-های سطح خرد را بیان کردند [4] و بنچ[8] (۲۰۰۰) با ادامه کار بر روی مطالعه موردی ادعاها، روش‌های قبلی را مورد بازبینی قرار داد [5]. همچنین انگلند و ورال (۲۰۰۲) و تریچ و مرز[9] (۲۰۰۸) برای داده‌های تکی، مدلی مشابه با مدل سطح خرد و تحت مثلث تعهدات آتی ذخیره خسارت بیان کردند [23,3]. در نهایت آنتونیو و پلات[10] (۲۰۱۴)، روش‌های سطح خرد را با استفاده از روش-های پیشین و اطلاعات فروش و ادعای خسارت‌ها مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که استفاده از این روش، نتیجه به مراتب بهتری نسبت به روش‌های سطح کلان خواهد داشت [1].

در این مقاله از روش ماتریس مثلثی (نردبانی) برای ارزیابی خسارت معوق در رشته بیمه‌های مسئولیت استفاده گردید. بیمه نقش موثری در اقتصاد کشورها دارد و با توجه به اینکه در حال حاضر بیمه های مسئولیت، بخش کم توجهی از صنعت بیمه را در اختیار دارد، شاید بتوان گفت موفقیت در این بخش بیمه ای، توسعه صنعت بیمه و افزایش ضریب نفوذ بیمه را به دنبال خواهد داشت. پرداختن به این هدف، مستلزم شناسایی عواملی است که در سود آوری شرکت‌های بیمه، نقش عمده‌ای دارند.

۲- ارزیابی ذخایر خسارت معوق در شرکت‌های بیمه

در بیمه انواع مختلفی از ذخایر بیمه‌ای وجود دارد. اهم این ذخـایر عبارتند از: ذخایر حق بیمه های عاید نشده[11]، ذخایر خسارت معوق[12] (گـزارش شـده و گزارش نشده IBNR)، ذخایر حوادث فاجعه آمیز، ذخایر اضافی و مازاد. مهم‌ترین بدهی‌های بیمه‌ای یک شرکت بیمه، ذخایر فنی آن شرکت اسـت که در سیستم توانگری II اتحادیه اروپا با عنوان بهترین بـرآورد[13] و در سیسـتم سـرمایه

1 Incured But not Reported
2Khezri
3 Shahriar
4 Macro Level
5 Liu
6 Schnieper
7 Haastrup
8 Bench
9 Wuthrich and Merz
10 Antonio and Plat
11 Unread Premium Reserves
12 Outstanding Claim Reserves
13 Best Estimate of Liabilities

مبنی بر ریسک ایالات متحده با عنوان ارزش گنجانده شده[1] شناخته می شـود. ارزیـابی دقیق این ذخایر بیمه ای برای محاسبه نسبتهای تـوانگری و کفایـت سـرمایه (محاسـبه سرمایه در دسترس) بسیار مهم است. از بین ذخایر فنی بیمه‌ای مذکور در بالا، مهم ترین و به لحاظ برآورد، مشکل ترین ذخیره فنی، ذخایر خسارت معوق است [15,14].

۲-۱- برآورد ذخایر خسارت معوق مشتمل بر IBNR

طبق ماده ۲۸ دستورالعمل IAD[2]، این ذخایر عبارتند از: کل هزینه برآورد شده یک شرکت بیمه برای تسویه خسـارات ناشـی از حـوادث بیمه‌ای است که تا پایان سال مالی اتفاق افتاده اند، خواه این خسـارات گـزارش شـده باشند و خواه گزارش نشده باشند(IBNR)، به عبارت دیگر:

ذخایر خسارت معوق اعلام شده =خسارت اعلام شده منهای خسارت پرداختی در تاریخ تهیه ترازنامه

ذخایر IBNR= هزینه کل نهایی خسارت منهای خسارت اعلام شده در تاریخ تهیـه ترازنامه

کل ذخایر= دخایر خسارت معوق اعلام شده به علاوه ذخایر IBNR

از آنجایی که، IASB[3] شرکت‌های بیمه را ملزم به داشتن ذخایر بیمه‌ای معادل بهترین برآورد می‌کند؛ بهترین برآورد را به طور تقریبی معادل سطح اطمینان ۵۰ در صد توزیع خسارات بیمه‌ای در نظر می‌گیرد، اما نکته حائز اهمیت این است که این معیار خـالی از اشتباه نیست. بنابراین در این پژوهش، روش نردبـان زنجیـره‌ای را معرفی می‌نماییم. اساس این روش استفاده از تکنیک مثلث خسـارت اسـت. مثلث خسارت، هر رشـته را براسـاس سـال وقوع خسارت و سال تسویه خسارت تفکیک می‌کند، اغلب رشته‌هـای بیمـه‌ای کـه دارای مدت تسویه طولانی هستند، نظیر بیمه مسئولیت، ثالث، ممکن اسـت بـا ریسـک ناکافی بودن ذخایر مواجه شوند. البته بیمه‌های اموال نیز با این ریسک مواجه هسـتند، لیکن تفاوت این دو دسته این اسـت کـه دوره تسـویه مطالبـات در بیمـه‌هـای امـوال کوتاهتر است.

در تعیین ذخایر خسارات معوق، عوامل بسیاری تاثیر گذار است و موجب پیچیدگی محاسبات می‌شود و عدم اطمینان نتایج محاسبات را بیشتر می‌سـازند. از جملـه ایـن عوامل، وقفه در گزارش دهی یا فرآیند تسویه خسـارات، نحـوه پوشـش خسـارات در قراردادهای بیمه‌ای، دسترسی به داده‌های آماری، تورم، نوسانات ارزی، بروز خسارات بزرگ و غیر معمول، تشخیص پوشش‌های اتکایی، هزینه‌های جنبی پرداخت خسـارت، تخفیفات و غیره است.

۲-۲- روش نردبان زنجیره‌ای

روش نردبان زنجیره‌ای برای تولید یک مثلث خسارات معوقه، یکی از بنیادی‌ترین روش‌های بیمه است. این شیوه بر اساس نوعی دسته‌بندی داده‌های آماری بیمه‌ای با نام دسته‌بندی مثلثی۴ بنا شده است. این شیوه دسته‌بنـدی، خسـارات را بـر اسـاس سـال رخداد حادثه یا اعلام آن و سال پرداخت و تسویه خسارت تفکیک می‌کند.

گام اول: در این روش، مبلغ خسارت پرداخت‌شده در سال صدور بیمه نامه و سال‌های پس از آن طبق رابطه (۱) بدست می-آید:

$$Y_i = \sum_{j-i}^{i+n} Y_j \qquad (۱)$$

که در آن Y_i خسارت پرداختی برای بیمه‌نامه‌های سال i ام، nسال‌های بعد از صدور بیمه‌نامه می‌باشد و تا جایی ادامه دارد که همچنان از محل بیمه‌نامه‌های صادره در سال i خسارت پرداختی خواهیم داشت. حاصل تقسیم Y_i بر حق بیمه صادره سال i ام، نسبت خسارت واقعی بیمه‌نامه‌های صادره را مشخص می‌نماید. چنانچه در سال n ام، درصد پرداخت و تعداد پرداختی به سمت صفر میل نمایند، می‌توان از اتمام ریسک‌های موجود ناشی از تعهدات پذیرفته شده در بیمه‌نامه سال i ام، اطمینان حاصل نمود. هرچند که ممکن است در بیمه‌نامه‌هایی که شامل مرور زمان می‌گردد، پرونده‌هایی جزئی در سال‌های پس از سال n ام مشاهده گردد که در اغلب موارد با توجه به مبلغ خسارت و تعداد این دسته از پرونده‌ها در آنالیز خسارات معوق قابل چشم‌پوشی است.

گام دوم: یکی از مهمترین نقاط قوت این روش، تعیین نمودار تاریخچه‌ای از لحاظ توزیع خسارت و تعداد حواله پرداختی است.

بدین منظور مجموع خساراتی که در سال اول صدور بیمه‌نامه پرداخت شده‌اند محاسبه می‌شود. پس از آن مجموع خساراتی که در سال دوم پس از صدور بیمه پرداخت شده‌اند محاسبه می‌گردد و همین رویه برای سال‌های پس از تاریخ صدور بیمه‌نامه ادامه خواهد داشت.

---

1 Embedded Value
2 Europen Insurance Accounting Directive
3International Accounting Standard Board
4 Triangle Method

گام سوم: در این بخش مقادیر حق بیمه صادره در سال‌های متوالی در یک ماتریس نوشته شده و با استفاده از نسبت خسارت محاسبه شده از گام دوم، مقدار تخمینی خسارت معوق ناشی از بیمه‌نامه‌های صادره همان سال بدست می‌آید. با اعمال جمع بر روی درایه‌های این ماتریس مبلغ خسارت معوق تخمین زده می‌شود.

از مزایای این روش، فرمولیزه کردن و اجرا نمودن آن به کمک نرم‌افزارهای برنامه‌نویسی از قبیل: Matlab و Python است. در این پژوهش از بیمه‌نامه‌های صادره رشته بیمه‌های مسئولیت شرکت بیمه دانا طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ استفاده نموده و میزان خسارت معوق در سال ۱۳۹۹ تخمین زده می‌شود. در جدول (۱) نحوه توزیع تعداد حواله و مبلغ خسارت پرداختی برای بیمه-نامه‌های صادره در سال N مشخص می‌گردد. این جدول می‌تواند برای هر رشته یا زیررشته بیمه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. نکته حائز اهمیت مقدار نسبت خسارت پایانی می‌باشد که نشان‌دهنده عملکرد نهایی بیمه‌نامه‌های صادره در سال صدور N می‌باشد. هرچه قدر که تعداد سال‌های پرداخت خسارت بیشتری مورد بررسی قرار گیرد، خروجی نهایی روش نردبان زنجیره‌ای قابل اتکاتر خواهد بود (خضری و حسینی ۱۳۹۲).

جدول ۱- گام اول روش نردبان زنجیره‌ای

سال صدور	سال پرداخت	مبلغ حواله	تعداد حواله	درصد تعداد پرداختی	درصد مبلغ پرداختی	مبلغ کل صدور	تعداد کل بیمه نامه	نسبت خسارت
N	N	X1	S1	S1/SS*100	X1/XX*100	T	Y	X1/T*100
	N+1	X2	S2	S2/SS*100	X2/XX*10			X2/T*100
	N+2	X3	S3	S3/SS*100	X3/XX*100			X3/T*100
	N+3	X4	S4	S4/SS*100	X4/XX*100			X4/T*100
	N+4	X5	S5	S5/SS*100	X5/XX*100			X5/T*100
	N+5	X6	S6	S6/SS*100	X6/XX*100			X6/T*100
	N+6	X7	S7	S7/SS*100	X7/XX*100			X7/T*100
	N+7	X8	S8	S8/SS*100	X8/XX*100			X8/T*100
	N+8	X9	S9	S9/SS*100	X9/XX*100			X9/T*100
	…	…	…	…	…	…	…	…
	…	…	…	…	…	…	…	…
	…	…	…	…	…	…	…	…
جمع	NN	XX	SS	100%	100%	T	Y	

جدول۲- گام دوم روش نردبان زنجیره‌ای

	سال پرداخت خسارت	مبلغ حواله	تعداد حواله	درصد مبلغ پرداختی	درصد تعداد پرداختی	متوسط حق بیمه	متوسط تعداد بیمه نامه	نسبت خسارت
متوسط کل	سال اول	X1	S1	X1/XX*100	S1/SS*100	M	C	X1/M*100
	سال دوم	X2	S2	X2/XX*10	S2/SS*100			X2/M*100
	سال سوم	X3	S3	X3/XX*100	S3/SS*100			X3/M*100
	سال چهارم	X4	S4	X4/XX*100	S4/SS*100			X4/M*100
	سال پنجم	X5	S5	X5/XX*100	S5/SS*100			X5/M*100
	سال ششم	X6	S6	X6/XX*100	S6/SS*100			X6/M*100
	سال هفتم	X7	S7	X7/XX*100	S7/SS*100			X7/M*100
	سال هشتم	X8	S8	X8/XX*100	S8/SS*100			X8/M*100
	سال نهم	X9	S9	X9/XX*100	S9/SS*100			X9/M*100
	…	…	…	…	…	…	…	…
	…	…	…	…	…	…	…	…
جمع		XX	SS	100%	100%	M	C	

چنانچه در محاسبه خسارت معوق به روش نردبان زنجیره‌ای آمار عملکرد i سال مورد بررسی قرار گیرد، مطابق با جدول (۱) اطلاعات مربوطه به تفکیک هر سال صدور تکمیل می‌شود. پس از آن تمامی اطلاعات مربوط به تعداد و خسارت پرداختی مربوط به سال اول، دوم، سوم و ... تا انتهایی‌ترین زمان پرداخت در دسترس، مربوط به سال‌های صدور مختلف با یکدیگر جمع می‌گردد.

لازم بذکر است متوسط حق بیمه و تعداد بیمه‌نامه بر اساس رابطه (۲) محاسبه می‌گردد:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} T_i}{N} \qquad (۲)$$

که در آن T_i حق بیمه صادره در سال i ام، N تعداد سال‌های مورد بررسی و M متوسط حق بیمه می‌باشد.

جدول۳- گام سوم روش نردبان زنجیره‌ای

سال صدور	مبلغ صدور	خسارت پرداختی	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
N	X1	Y1	پرداخت	پرداخت	پرداخت	پرداخت	پرداخت	X1*K6
N+1	X2	Y2	پرداخت	پرداخت	پرداخت	پرداخت	X2*K5	X2*K6
N+2	X3	Y3	پرداخت	پرداخت	پرداخت	X3*K4	X3*K5	X3*K6
N+3	X4	Y4	پرداخت	پرداخت	X4*K3	X4*K4	X4*K5	X4*K6
N+4	X5	Y5	پرداخت	X5*K2	X5*K3	X5*K4	X5*K5	X5*K6
جمع کل				X5*K2	K3*(X4+X5)	K4*(X3+X4+X5)	K5*(X2+X3+X4+X5)	K6*(X1+X2+X3+X4+X5+X6)

جدول٤- مقادیر نسبت خسارت به تفکیک سال‌های مختلف پرداخت خسارت

سال پرداخت	نسبت خسارت
N	K1
N+1	K2
N+2	K3
N+3	K4
N+4	K5
N+5	K6

همان‌طور که از جدول (۳) بر می‌آید، مقدار خسارت پرداختی در سال‌هایی که هنوز آمار آن استخراج نشده است و در دسته خسارت معوق گنجانده می‌شود، محاسبه می‌شود. مبنای محاسبه این خسارت، نسبت خسارت محقق‌شده در سال‌های مختلف پس از صدور بیمه‌نامه است (جدول ۴). مبلغ کل خسارت معوق بر اساس رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

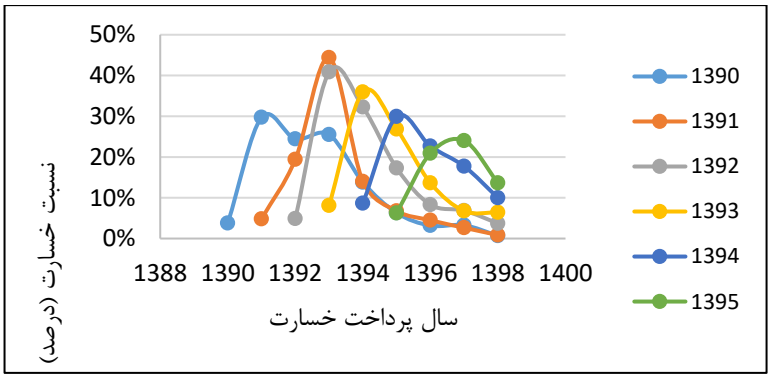
$$\text{خسارت معوق} = K2 \times X5 + K3 \times (X4 + X5) + K4 \times (X3 + X4 + X5) + K5 \times (X2 + X3 + X4 + X5) + K6 \times (X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6) \qquad (3)$$

۳- تحلیل داده‌ها

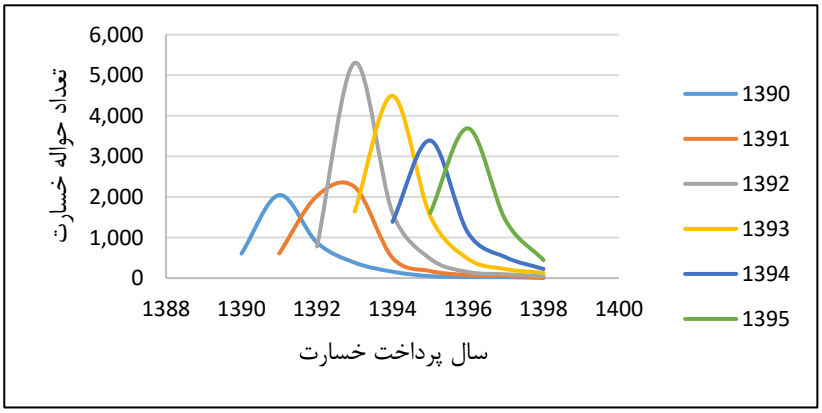
در این بخش روش نردبان زنجیره‌ای برای رشته بیمـه‌های مسئولیت به تفکیک زیررشته‌های آن مربوط به شرکت بیمه دانا به کار گرفته شد. این داده‌ها مربوط بـه سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ می‌باشند. در شکل (۱) توزیع نسبت خسارت پرداختی برای بیمه‌نامه-های صادره از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ نشان داده شده است. هر چند که نحوه توزیع نسبت خسارت برای بیمه‌نامه‌های صادره از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ موجود می‌باشد، اما به دلیل تعداد اندک سال‌های پرداخت خسارت، ترسیم توزیع آن توجیه فنی نخواهد داشت.

لازم بذکر است که زیررشته‌های مورد بررسی در رشته بیمه‌های مسئولیت عبارتند از:

۱- مسئولیت کارفرما ۲- مسئولیت مدنی سازندگان ابنیه در مقابل کارکنان ساختمانی ۳- مسئولیت مدنی مجریان پروژه های عمرانی در مقابل کارکنان ۴- مسئولیت مدنی کارفرمایان واحدهای صنعتی ،تولیدی و خدماتی در مقابل کارکنان ۵- مسئولیت عمومی ۶- مسئولیت پزشکان ۷- مسئولیت مدنی حرفه ای پیراپزشکان ۸- مسئولیت مدنی ناشی از اجرای عملیات ساختمانی در مقابل اشخاص ثالث ۹- مسئولیت ناجیان و مدیران استخر



شکل ۱- توزیع خسارت پرداختی برای بیمه‌نامه‌های صادره از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵

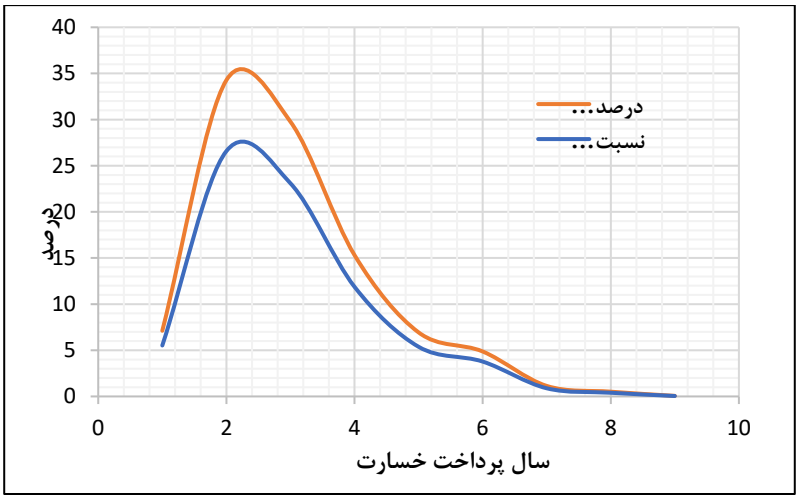


شکل ۲- توزیع تعداد خسارت پرداختی برای بیمه‌نامه‌های صادره از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵

در شکل (۱) و (۲) توزیع مبلغ و تعداد خسارت پرداختی برای بیمه‌نامه‌های صادره از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ مشاهده می‌شود. همانگونه که از دو شکل فوق بر می‌آید نمودارهای زنگوله‌ای یا نرمال تشکیل گردید. هر چه قدر که فاصله زمانی پرداخت خسارت از سال صدور بیمه نامه بیشتر گردد در ابتدا روند افزایشی مشاهده می‌شود که نقطه اوج آن ۲ یا ۳ سال پس از سال صدور بیمه‌نامه رخ می‌دهد. در جدول (۵) مقادیر مربوط به مقدار و تعداد خسارت پرداختی به تفکیک سال پرداخت خسارت پس از صدور بیمه‌نامه (گام دوم روش نردبان زنجیره‌ای) آمده است.

جدول ۵- توزیع خسارت و تعداد حواله پرداختی برای بیمه نامه‌های صادره رشته بیمه مسئولیت از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸- شرکت بیمه دانا

سال	مبلغ حواله	تعداد حواله	درصد پرداخت	درصد تعداد پرداختی	مبلغ کل صدور	تعداد بیمه نامه	نسبت خسارت
اول	57,401,318,756	1,774	17	7	1,039,708,034,513	75,469	6
دوم	276,365,917,558	5,372	52	34			27
سوم	240,101,990,665	2,065	20	30			23
چهارم	123,525,080,578	636	6	15			12
پنجم	55,965,695,426	246	2	7			5
ششم	39,297,983,727	113	1	5			4
هفتم	9,189,095,187	32	0	1			1
هشتم	4,148,600,854	17	0	1			0
نهم	472,500,000	1	0	0			0
جمع	806,468,182,751	10,255	100	100	1,039,708,034,513	75,469	78



شکل ۳- توزیع تعداد خسارت پرداختی و نسبت خسارت پرداختی برای بیمه‌نامه‌های صادره از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ در رشته بیمه‌های مسئولیت- شرکت بیمه دانا

همانگونه که از شکل (۳) بر می‌آید؛ بیشترین خسارت پرداختی در رشته بیمه‌های مسئولیت مربوط به سال دوم پس از صدور بیمه‌نامه با نسبت خسارت ۲۷٪ می‌باشد. پس از آن در سال سوم بعد از صدور بیمه‌نامه نسبت خسارت ۲۳٪ رخ می‌دهد. این مقادیر بیان‌کننده این واقعیت هستند که در رشته بیمه‌های مسئولیت در سال دوم و سوم بعد از صدور بیمه‌نامه، انتظار پرداخت خسارت را خواهیم داشت. عواملی از قبیل تاخیر در صدور رای دادگاه، مرور زمان، دوره تامین، اعلام نظر داوری و ... علل اصلی ایجاد نسبت خسارت بالا در سال دوم و سوم بعد از صدور بیمه‌نامه هستند. رابطه ذیل از طریق رگرسیون چند جمله‌ای از درجه ۶ بدست آمده است و میزان خطای این تخمین $R^2 = 0.9967$ می‌باشد.

$$Y = -۸ \times 10^{-5}\, x^6 + ۰.۰۳۵۹\, x^5 - ۱.۰۱۵۳x^4 + ۱۱.۲۳۵x^3 - ۵۸.۱۶۴x^3 + ۱۳۱.۳۸x - ۷۷/۹۹۸ \qquad (۴)$$

در این رابطه x سال پرداخت خسارت و Y درصد خسارت پرداختی می‌باشد. با استفاده از این رابطه می‌توان نسبت خسارت پرداختی را برای بیمه‌نامه‌های صادره سال‌های آتی محاسبه نمود. با توجه به اینکه اغلب خسارت پرداختی بیمه‌نامه قبل از سال ۱۳۹۴ حاصل گشتند، از این رو برای تعیین خسارت معوق به عنوان گام سوم روش نردبان زنجیره‌ای از بیمه‌نامه‌های صادره از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ استفاده شد. بر این اساس و با توجه به جدول (۳) و (۴) مبلغ خسارت معوق در سال ۱۳۹۹، ۱,۷۷۹,۷۷۳,۳۹۷,۱۵۹ ریال برآورد می‌گردد. جمع این مبلغ و خسارت‌های پرداختی ناشی از بیمه‌نامه‌های صادره سال ۱۳۹۹، کل مبلغ خسارت پرداختی در سال ۱۳۹۹ خواهد بود.

۴- صحت‌سنجی

برای برآورد پارامترها، از روش ماکسیمم درست‌نمایی استفاده می‌شود. این فرآیند شامل ادعاهایی است که تا قبل از زمان تقویمی τ گزارش شده باشند. با استفاده از نتایج بدست آمده از نوربرگ (۱۹۹۳)، به شرط نامعلوم بودن پارامترها، اگر خسارت رخ‌داده‌ای گزارش شده باشد، در صورتی که زمان توسعه آن، زمان بعد از سال تقویمی τ مد نظر باشد، در این صورت شدت رخداد آن برابر با $w(t)\lambda(t)(1 - P_{U|t}(\tau - t))$ است. خسارت‌های مشاهده‌شده با این اندازه شدت رخ می‌دهند. توزیع گزارش با تاخیر ادعایی که در زمان t رخ می‌دهد به وسیله درست‌نمایی تعیین می‌شود. T_i^0 زمان وقوع برای i امین ادعای مشاهده‌شده و U_i^0 فاصله زمانی گزارش به شرکت بیمه برای ادعای مورد نظر است. همچنین X_i^0 بیانگر فرآیند توسعه برای i امین ادعای مشاهده شده است. توزیع بخش خسارت مشاهده‌شده که در زمان t رخ می‌دهد و بعد از مدت زمان u واحد زمانی گزارش می‌شود با استفاده از ساختار شدت در توزیع P_x و به صورت $P_X^{t-T_i^0-U_i^0}$ نشان داده می‌شود. $w(t)$ مساحت زیر منحنی توزیع زمانی خسارت پرداختی است. بنابراین تابع درست‌نمایی فرآیند توسعه ادعاهای مشاهده‌شده به صورت:

$$YA\,(obs) \propto \left\{\prod_{i\geq 1} \lambda\,(T_i^0) P_{U|t}(\tau - T_i^0)\right\} \cdot exp\left(\int_0^\tau w(t)\lambda(t) P_{U|t}(\tau - t)dt\right) \cdot \left\{\prod_{i\geq 1} \frac{P_{U|t}(dU_i^0)}{P_{U|t}(\tau - T_i^0)}\right\} \cdot \prod_{i\geq 1} P_{X|t.u}^{t-T_i^0-U_i^0}(dX_i^0) \qquad (5)$$

است. می‌توان چارچوب آماری برای درست‌نمایی را با استفاده از ماکسیمم درست‌نمایی برای پیشامدهای بازگشتی چندگانه و با توجه به دو نوع نرخ خطر بسط داد. همچنین در مورد نرخ خطر دوم باید این نکته را در نظر داشت که این نرخ با پرداخت‌هایی همراه است؛ بنابراین برای این پرداخت‌ها توزیع شدت باید در نظر گرفته شود که در این‌جا با P_p نشان داده می‌شود. بنابراین

$$\prod_{i\geq 1} \boldsymbol{P_{X|t.u}^{t-T_i^0-U_i^0}(dX_i^0)} \propto \prod_{i\geq 1}\prod_{j}(\boldsymbol{h_{sep}^{\delta_{ij1}}(V_{ij})\cdot h_p^{\delta_{ij2}}(V_{ij})}) \times \boldsymbol{exp}\left(-\int_0^{\tau_i}(\boldsymbol{h_{sep}+h_p(u)})\boldsymbol{du}\right)\prod_{i\geq 1}\prod_{j}\boldsymbol{P_p(dp_{ij'})} \quad (6)$$

در رابطه فوق، δ_{ijk} تابع نشانگر برای توسعه ادعای i ام تحت j امین پیشامد (اولیه و بعدی) و از نوع k امین نوع پیشامد مشاهده شده، که مقادیر ۱ و ۲ را می‌تواند بگیرد و مقدار این تابع نشانگر در صورتی‌که j امین پیشامد در i امین ادعای توسعه‌یافته از نوع k ام باشد، برابر ۱ است و در غیر این صورت مقدار ۰ را خواهد گرفت. همچنین j در برگیرنده همه پیشامدهای ثبت‌شده در دوره مشاهده‌شده برای i امین ادعاست، که دوره مشاهده برای i امین در بازه زمانی $[0, \tau_i]$ است، که در این فاصله τ_i از رابطه $\tau_i = \min(\tau - T_i - U_i\,.V_i)$ به دست می‌آید و j' همه پرداخت‌های انجام‌شده در دوره توسعه برای ادعای مورد نظر را شامل می‌شود. حال با جایگذاری روابط بالا، درست‌نمایی برای فرآیند توسعه ادعای مشاهده‌شده به صورت:

$$\boldsymbol{\Lambda\,(obs)} \propto \left\{\prod_{i\geq 1}\boldsymbol{\lambda\,(T_i^0)P_{U|t}(\tau - T_i^0)}\right\}\cdot \boldsymbol{exp}\left(\int_0^{\tau}\mathbf{w(t)\lambda(t)P_{U|t}(\tau - t)dt}\right)\cdot\left\{\prod_{i\geq 1}\frac{\mathbf{P_{U|t}(dU_i^0)\cdot I_{U\leq\tau-t}}}{\mathbf{P_{U|t}(\tau - t)}}\right\} \cdot\prod_{i\geq 1}\prod_{j}(\mathbf{h_{sep}^{\delta_{ij1}}(V_{ij})\cdot h_p^{\delta_{ij2}}(V_{ij})}) \times \mathbf{exp}\left(-\int_0^{\tau_i}(\mathbf{h_{sep}+h_p(u)})\mathbf{du}\right)\prod_{i\geq 1}\prod_{j}\mathbf{P_p(dp_{ij'})} \quad (7)$$

به‌دست می‌آید. با توجه به مطالعات هاستراپ و آریاس (۱۹۹۶) و اینکه داده‌های گم‌شده از توزیع پواسونی پیروی می‌کنند که شدت آن برابر $w(t)\lambda(t)(1 - P_{U|t}(\tau - t))$ است، تابع درست‌نمایی فرآیند توسعه ادعاها برای داده‌های گم‌شده را مشابه رابطه (۴) می‌توان نوشت. با توجه به استقلال بین داده‌های مشاهده‌شده و گم‌شده، درست‌نمایی برای این مجموعه داده‌ها را می‌توان به صورت ترکیبی از این دو درست‌نمایی بیان کرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

همانطور که آنتونیو و پلات (۲۰۱۴) نشان دادند، روش نردبان زنجیره‌ای به مراتب نتایج بهتری را نسبت به روش‌های سطح خرد، لگ نرمال و روش پواسون بیش پراکنده دارد. استفاده از روش بکار رفته در این پژوهش منجر به افزایش دقت برآورد ذخیره خسارت می‌شود. برای این کار از از متغیرهای کمکی در طبقه‌بندی پرداخت‌ها می‌توان استفاده کرد. همچنین با توجه به اینکه در برآورد این ذخایر امکان دسترسی به زمان‌های احتمالی پرداخت‌های خسارت وجود دارد، با استفاده از این زمان‌ها می‌توان مقادیر ذخیره را برای هر بازه‌ای بدست آورد. با توجه به اینکه در روش نردبان زنجیره‌ای و بیشتر روش‌های ذخیره خسارت، به عامل تاثیرگذار افزایش مبلغ دیات و تورم توجهی نشده است و از آنجایی که در کشور ایران، این دو عامل از مهمترین پارامترها در پرداخت‌ها و برآورد ذخیره خسارت معوق محسوب می‌شود، بایستی این عوامل در برآوردها مد نظر گرفته شود. با توجه به نیازهای روزافزون شرکت‌ها در بکارگیری از سیستم‌های هوش تجاری برای نمایش اطلاعات و حساب‌های مالی خود، استفاده از روش نردبان زنجره‌ای اصلاح‌شده می‌تواند کاربردی بهتر از سایر روش‌های ذخیره خسارت در این سیستم‌ها را داشته باشد. از آنجایی که در سیستم‌های هوش تجاری نمایش اطلاعات به صورت روزانه و اطلاعات در بازه‌های زمانی مختلف کاربرد زیادی دارد و نمایش اطلاعات ریز بر اساس استان‌ها و شعب، زمان‌های مختلف گزارش‌گیری، برآورد ذخایر در فواصل زمانی مختلف اهمیت خاصی دارد، بنابراین روش بکار رفته در این پژوهش را می‌توان یکی از بهترین روش‌های ذخیره خسارت‌های تصادفی برای استفاده در این سیستم‌ها به حساب آورد.

منابع

1. Antonio, K. and Plat, R., 2014. Micro-level stochastic loss reserving for general insurance. Scandinavian Actuarial Journal, 2014(7), pp. 649-669 .
2. Arjas, E., 1989. The claims reserving problem in non-life insurance: Some structural ideas. Astin Bulletin,19(2), pp. 139-152.
3. England, P.D. and Verrall, R.J., 2002. Stochastic claims reserving in general insurance. British Actuarial Journal, 8(03), pp. 443-518.
4. Haastrup, S. and Arjas, E., 1996. Claims reserving in continuous time; a nonparametric Bayesian approach. Astin Bulletin, 26(02), pp. 139-164 .
5. Horst Behnche, 2000. Insurance Mathematics A EuropeanModel, University Osnubruck.
6. Kerdpholngarm, Chayanin, "Analysis of Pricing and Reserving Risks with Applications in Risk-Based Capital Regulation for Property/Casualty Insurance Companies."Georgia State University.(۲۰۰۷) ,
7. Khrzri, J., Hosseini, K. 2013. Statistical Methods and Probability in Actuarial Science, Insurance Research Institute [in Persian].
8. Liu, H. and Verrall, R., 2009. Predictive distributions for reserves which separate true IBNR and IBNER claims. Astin Bulletin, 39(01), pp. 35-60.
9. Mack, T,. 1993. Distrubution- Free Calculation of the standardError of Chain ladder Reserve Estimates, ASTIN, Bulletin,Vol.23,No.2,PP.213-225.
10. Mack, T.(1993), The Standard Error of Chain Ladder Reserve Estimates:Recursive Calculation and Inclusion of Tail Factor, ASTIN Bulletin, Vol.29, No.2,PP.361-366.
11. Norberg, R., 1993. Prediction of outstanding liabilities in non-life insurance. Astin Bulletin, 23(01), pp. 95-115 .
12. Norberg, R., 1999. Prediction of outstanding liabilities II. Model variations and extensions. Astin Bulletin, 29(01), pp. 5-25 .
13. Quantitative Impact Study (QIS) 4: Technical Specifications, CEIOPS.(۲۰۰۹) ,
14. Regulation No. 58 of the Supreme Insurance Council, Regulation on the Calculation of Technical Reserves, Central Insurance of Iran, 2008
15. Regulation No. 69 of the Supreme Insurance Council, Regulation on Calculation and Supervision and Financial Wealth of Insurance Institutions, Central Insurance of Iran, 2011
16. Sandstrom, A, 2006. Handbook of Solvency for Actuaries and Risk Manager: Theory and Practice, Chapman & Hall/ CRC,Boca Raton
17. Shahriar, B., 2014. Fundamentals of risk management and monitoring of financial wealth in insurance companies, Insurance Research Institute [in Persian].
18. Schnieper, R., 1991. Separating true IBNR and IBNER claims. Astin bulletin, 21(01), pp. 111-127.
19. Solvency Of Non-Life Insurers: Balancing Sequrity And Profitability Expectations“, Sigma, No. 1, Swiss Re Co.(۲۰۰۰) ,
20. Solvency and Actuarial Issues Subcommittee, The IAIS Common Structure for The Assessment of Insurer Solvency, International Association of Insurance Supervisiors, IAIS , .(۲۰۰۷)
21. Taylor, G., McGuire, G. and Sullivan, J., 2008. Individual claim loss reserving conditioned by case estimates. Annals of Actuarial Science, 3(12), pp. 215-256.
22. Teugels, J.L, Sundt, B. 2010. Encycolopedia of Actuarial Science. Vo1.1.John Wiley and Sons,Inc .
23. Wüthrich, M.V. and Merz, M., 2008. Stochastic claims reserving methods in insurance (Vol. 435). John Wiley & Sons.