پژوهشنامهٔ بیمه (صنعت بیمهٔ سابق)/سال‌بیست‌وهفتم/شمارهٔ ۱/بهار ۱۳۹۱/شماره‌مسلسل ۱۰۵/صفحات ۴۹ تا ۷۳

بررسی مقایسه‌ای ارزش در معرض خطر با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلوی تعدیل‌نشده و تعدیل‌شده (مورد مطالعه: مطالبات بیمهٔ بدنهٔ اتومبیل یک شرکت بیمه)

غدیر مهدوی[۱]
ملیحه صمدی[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۹/۲۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۲/۰۸

چکیده

این تحقیق به بررسی ارزش در معرض خطر بااستفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو و آزمون بازخور پرداخته است. برای تعیین حد کفایت سرمایه به منظور پوشش خسارت‌های پرداختی روزانهٔ بیمهٔ بدنهٔ اتومبیل و تأمین منابع مالی لازم برای پرداخت خسارت، طبق آخرین موقعیت بازار بیمه و پوشش نوسانات پیش‌بینی‌نشده، از روش تعدیل مونت کارلو استفاده شده است. دو روش تعیین ارزش در معرض خطر تعدیل‌نشدهٔ (اولیه) حاصل از شبیه‌سازی مونت کارلوی ساده و روش ارزش در معرض خطر تعدیل‌شدهٔ (بهینه) حاصل از شبیه‌سازی مونت کارلوی تعدیل‌شده با هم مقایسه شده‌اند. روش مونت کارلوی تعدیل‌شده از روش تعدیل واریانس به‌دست می‌آید و در نتیجهٔ آن، ارزش در معرض خطر تعدیل‌شدهٔ بهینه حاصل می‌شود. آزمایشات نشان داد که برآورد ارزش در معرض خطر با استفاده از فرایند بهینه‌سازی دارای کارایی بهتری است. ارزش در معرض خطر بهینه، مقدار منابع مالی مورد نیاز جهت پوشش خسارات بیمه را با احتمال ۹۹٪، درست تخمین می‌زند، درحالی‌که ارزش در معرض خطر تعدیل‌نشدهٔ اولیه، منابع مالی مورد نیاز جهت پوشش خسارات بیمه را کمتر از مقدار واقعی آن برآورد می‌کند.

واژگان‌کلیدی: *ارزش در معرض خطر، شبیه‌سازی مونت کارلو، آزمون بازخور، ارزش در معرض خطر بهینه*

۱. استادیار دانشگاه علامه طباطبائی (Email: mahdavi@eco.ac.ir)
۲. کارشناس‌ارشد آمار بیمه، دانشگاه علامه طباطبائی(نویسنده مسئول) (Email: samadi.eco.62@gmail.com)

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

ارزش در معرض خطر[1] از خانوادهٔ معیارهای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب[2] است و معیاری آماری است که حداکثر زیان احتمالی پرتفوی را در یک دورهٔ زمانی مشخص به‌صورت کمّی ارائه می‌دهد (Jorion, 2000). به‌عبارت‌دیگر، مبلغی از ارزش پرتفوی را که انتظار می‌رود ظرف یک دورهٔ زمانی مشخص و با میزان احتمال معین ازدست‌برود، مشخص می‌کند. درحال‌حاضر این روش یکی از کلیدی‌ترین شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک است که تحلیلگران مالی از آن استفاده‌های متعددی می‌کنند (راعی و سعیدی، ۱۳۸۳).

محاسبهٔ ریسک پرتفوی‌های متشکل از انواع دارایی‌ها مختلف، تنها با این روش قابل اندازه‌گیری است و این امر، یکی از مزایای ارزش در معرض خطر است. امروزه محاسبهٔ پروژه‌ها در بانک‌ها، مؤسسات بیمه، صندوق‌های سرمایه‌گذاری و سایر مؤسسات مالی و اعتباری با استفاده از این روش صورت می‌پذیرد. ضمن آن که محاسبهٔ حد کفایت سرمایه در بانک‌ها نیز براساس این معیار انجام می‌شود. مزیت دیگر این روش، سهولت محاسبه و سادگی مفهوم و تفسیر آن است، به‌گونه‌ای که ریسک‌های بالقوه در دارایی‌های بیمه را به‌صورت کمّی و با یک عدد بیان می‌کند. محاسبهٔ ارزش در معرض خطر به دو روش، پارامتریک (واریانس- کواریانس) و ناپارامتریک انجام می‌گیرد. روش پارامتریک شامل دو فرض اساسی است که البته باعث محدودیت‌های این روش می‌شود. این دو فرض شامل نرمال‌بودن توزیع بازدهٔ دارایی و خطی‌بودن رابطهٔ میان عوامل ریسک بازار و ارزش دارایی است. روش ناپارامتریک شامل دو تکنیک شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو[3] است. شبیه‌سازی تاریخی به علت عدم‌نیاز به پیش‌فرض در مورد توزیع احتمال بازدهٔ دارایی

1. Value at Risk (VaR)
2. Downside Risk
3. Monte Carlo Simulation

Archive of SID

www.SID.ir

یا دارایی‌های مالی، روشی ساده محسوب می‌شود. در این روش فرض بر آن است که توزیع تغییرات احتمالی عوامل بازار برای دورهٔ بعدی مشابه توزیع مشاهده‌شده در N دورهٔ گذشته است. به‌عبارت‌دیگر تغییر پارامترهای بازار در گذشته مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و براساس آن پرتفوی موجود نیز مشابه تغییرات گذشته ارزیابی و ریسک آن محاسبه می‌شود.

شبیه‌سازی مونت کارلو از دیگر روش‌های ناپارامتریک محاسبهٔ ارزش در معرض خطر است که نسبت‌به دو روش دیگر، انعطاف‌پذیری بیشتری، باتوجه به عدم‌محدودیت در نرمال‌بودن توزیع احتمالی بازدهٔ دارایی یا خطی‌بودن رابطهٔ میان ریسک بازار و ارزش دارایی دارد. در روش مونت کارلو از اطلاعات تاریخی استفاده نمی‌شود بلکه با استفاده از فرایندهای تصادفی و بااستفاده از نمونه‌های شبیه‌سازی‌شدهٔ زیاد که توسط رایانه ساخته می‌شود، پیش‌بینی تغییرات به انجام می‌رسد.

هدف از این تحقیق بررسی عملکرد تکنیک شبیه‌سازی مونت کارلو در محاسبهٔ ارزش در معرض خطر بر روی مقادیر خسارات روزانه بیمهٔ بدنهٔ اتومبیل است. محاسبهٔ حداکثر زیان احتمالی با درنظرگرفتن نوسانات موجود در بازار، به‌گونه‌ای که کمترین درصد خطا را به همراه داشته باشد، همواره توجه سرمایه‌گذاران و تحلیلگران مالی را به خود معطوف داشته است. عدم‌دسترسی به اطلاعات کافی یا قابلیت انعطاف‌پذیری تکنیک مونت کارلو، به اهمیت این روش در محاسبهٔ حداکثر زیان احتمالی می‌افزاید. به‌کاربردن فرایندی مناسب جهت تولید نمونهٔ تصادفی در تکنیک مونت کارلو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که اهداف تحقیق و نحوهٔ توزیع داده‌ها، روند تولید اعداد تصادفی را تعیین می‌کند.

Archive of SID

www.SID.ir

نگستاپ[1] در مقاله‌ای با عنوان ارزش در معرض خطر و شبیه‌سازی مونت کارلو به بررسی VaR پرداخت. وی پس از مرتب‌کردن نمونه‌های تصادفی استخراج‌شدهٔ سود به‌صورت نزولی از توزیع نرمال، صدک نودوپنجم را به عنوان VaR درنظرگرفت.

میبدی و میرفخرالدینی[2] در تحقیقی به بررسی ریسک سرمایه‌گذاری در چند شرکت ساخت خودرو پرداختند. تأثیر نوسانات ارزش سهام در هریک از شرکت‌ها بر روی VaR با استفاده از نمونه‌های سال ۲۰۰۴ و با بهره‌گیری از روش شبیه‌سازی مونت کارلو مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق نرم‌افزار کریستال بال به‌منظور تولید نمونهٔ تصادفی و برآورد VaR براساس پورتفوی فرضی استفاده شد و آزمونی مناسب جهت بررسی اعتبار نتایج به‌دست‌آمده، ارائه شد. نتایج نشان می‌دهد که قیمت سهام در شرکت ساخت خودروی پارس، بیشترین و در سایپا، کمترین نوسانات را دارد و در نتیجه، اثر این نوسانات بر روی ارزش در معرض خطر حاصل از سهام شرکت ساخت خودروی پارس، بیشتر از سایپاست.

کسیدی و گیزیکی[3] با تمرکز بر تفاوت موجود میان روش‌های اندازه‌گیری VaR، به مقایسه عملکرد ارزش در معرض خطر پرداختند. آنها مدل آماری لگ نرمال را جهت شبیه‌سازی مونت کارلو انتخاب و اعداد تصادفی را تولید و تغییرات میان اعداد اولیه و تولیدشده را بررسی و به‌صورت صعودی مرتب کردند و درنهایت صدک kام را به‌عنوان ارزش در معرض خطر در سطح اطمینان k درنظرگرفتند. آنها نشان دادند که تکنیک مونت کارلو، کارایی بالایی دارد.

مرگان[4] جزییات ریسک و اندازه‌گیری آن از جمله VaR را با استفاده از بازدهی دو نوع سهام در ۳۰ کشور بررسی کرد. وی مدل لگ نرمال را با افق زمانی مشخص

1. Neguetsop, 2008
2. Meybodi and Mirfakhraddiny, 2010
3. Cassidy and Gizycki, 1997
4. Morgan, 1996

Archive of SID

www.SID.ir

۵ روزه به‌منظور تولید ۱۰۰۰ شبیه‌سازی مونت کارلو برای هر یک از دو دارایی درنظرگرفت.

فرایند تولید نمونهٔ تصادفی از توزیع وایبل با۱۰۰۰ تکرار در بازهٔ زمانی ۱۲ ماهه با استفاده از نرم‌افزار Eviews جهت محاسبهٔ ارزش در معرض خطر توسط پیکارجو، شهریار و خسروی (۱۳۸۵) انجام پذیرفت و درنهایت ارزش در معرض خطر برای شرکت بیمه محاسبه گردید.

هوآنگ[1]، تکنیک شبیه‌سازی مونت کارلو را جهت محاسبهٔ ارزش در معرض خطر مورد بررسی قرار داد. از روش براونی به‌منظور تولید نمونهٔ تصادفی استفاده کرد و سپس ارزش در معرض خطر بهینه را با لحاظ‌کردن ضریب تعدیل به‌دست‌آورد. درنهایت به بررسی عملکرد ارزش در معرض خطر برآوردشده پرداخت. نتایج این تحقیق نشان می‌هد که ارزش در معرض خطر بهینه، سرمایه مورد نیاز جهت پوشش خسارات را با احتمال بالایی، درست تخمین می‌زند.

در تحقیق حاضر، تکنیک شبیه‌سازی مونت کارلو برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر به‌کاررفته‌است. اعداد تصادفی با استفاده از برنامه‌نویسی متلب، در طی یک فرایند براونی و با ۳۰۰۰ بار تکرار تولید شده‌اند. جهت برآورد ارزش در معرض خطری که سرمایهٔ مورد نیاز در راستای پوشش خسارات بیمه‌ای را با احتمال ۹۹٪ درست تخمین‌بزند (ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده(بهینه))[2]، ضریب تعدیلی لحاظ شده است. درنهایت به‌منظور بررسی دقت مدل مورد استفاده در محاسبهٔ ارزش در معرض خطر با استفاده از آزمون بازخور[3]، معیار ارزیابی دقت به نام آزمون درست‌نمایی[4](LR) استفاده گردیده است. در این مقاله نشان می‌دهیم که چگونه روش شبیه‌سازی مونت

1. Huang, 2010
2. VaR-OP
3. Back Testing
4. Maximum Likelihood

Archive of SID

www.SID.ir

کارلو تعدیل‌شده، نتایج حاصل از مونت کارلو ساده را بهینه می‌کند و ضریب تعدیل چگونه می‌تواند باعث افزایش کارایی تکنیک شبیه‌سازی مونت کارلو شود.

در ادامه این تحقیق پس از مروری بر مدل نظری، در بخش سوم، معیار ارزیابی دقت عملکرد ارزش در معرض خطر ارائه می‌گردد. در بخش چهارم، به بحث پیرامون بررسی و تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود و درنهایت در بخش پنجم، نتیجه‌گیری مطرح می‌شود.

۲. مدل نظری

براساس تعریف ارائه‌شده توسط جوریون[1]، محاسبهٔ ارزش در معرض خطر مبتنی‌بر یک توزیع نرمال به‌صورت زیر خواهد بود:

$$VaR(\alpha,t) = \mu - Z_{\alpha}\sigma\sqrt{t} \qquad (۱)$$

- μ و σ: میانگین ضرر در مدت زمان مشخص و انحراف معیار؛
- α: میزان خطا؛
- t: زمان؛
- Z_{α}: صدک؛
- αام توزیع نرمال.

روش دیگری که در این مقاله استفاده شده، روش حرکت براونی است، به‌منظور تولید اعداد تصادفی در این روش فرض بر آن است که نوسانات میزان زیان‌ها از نوسانات حرکت براونی تبعیت می‌کند.

$$P_T = P_0 \exp\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) + \sigma\varepsilon\right] \qquad (۲)$$

- P_T: خسارت‌های ایجادشده در زمان T؛
- P_0: مقدار خسارت اولیه در زمان صفر؛

1. Jorion, 2000

Archive of SID

www.SID.ir

- μ: میانگین؛

- σ: انحراف معیار به‌دست‌آمده از میزان خسارت‌های گذشته بیمه؛

- ε: عددی تصادفی با توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس یک.

میانگین و واریانس، مطابق این روش محاسبه می‌شود:

$$\hat{\mu}_n = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} u_{n-i} \qquad \sigma^2{}_n = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} u^2{}_{n-i} \qquad (3)$$

که در آن $u_i = \ln(P_i / P_{i-1})$ به‌طوری‌که P_i مقدار خسارت در روز i ام و P_{i-1} مقدار خسارت در روز $i-1$ ام است.

برآوردهای اولیهٔ میانگین و واریانس به‌منظور محاسبهٔ ارزش در معرض خطر برای هر ۵۰۰ روز با شروع از روز nام به‌دست‌می‌آید (از روز nام تا روز n+۴۹۹ام) به‌این‌صورت که، ارزش در معرض خطر روز ۵۰۱ام از ۵۰۰ دادهٔ روز ماقبل خود (۵۰۰-۱) و ارزش در معرض خطر روز ۵۰۲ام از ۵۰۰ دادهٔ روز ماقبل خود (۵۰۱-۲) حاصل می‌شود و روند به‌همین‌ترتیب ادامه پیدا می‌کند تا ۵۰۰ ارزش در معرض خطر حاصل شود.

در این تحقیق $\hat{\mu}_1$ میانگین ۵۰۰ عدد از ۱ تا ۵۰۰ است و $\hat{\mu}_2$ میانگین ۵۰۰ عدد از ۲ تا ۵۰۱ و به‌همین‌ترتیب $\hat{\mu}_{500}$ میانگین ۵۰۰ عدد از ۵۰۱ تا ۱۰۰۰امین عدد است.

با جایگذاری $\hat{\mu}_n$ و $\sigma^2{}_n$ در فرمول (۲)، ۵۰۰۰ عدد تصادفی با استفاده از داده‌های میزان خسارت، شبیه‌سازی می‌شود. این داده‌ها جهت تولید ارزش در معرض خطر اولیه به‌کارمی‌روند.

برآوردهای اولیهٔ ارزش در معرض خطر برای هر ۵۰۰ روز با شروع از روز nام به‌دست‌می‌آید (از روز nام تا روز n+۴۹۹ام). سپس برآوردها با مقادیر واقعی خسارات مطابق این فرمول مقایسه می‌شود:

$$\hat{\pi} = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \qquad (4)$$

- n_1: تعداد دفعاتی که VaR برآوردشده از میزان بازده مورد انتظار کمتر است؛

Archive of SID

www.SID.ir

- n_0: تعداد دفعاتی که میزان VaR برآوردشده از بازده بیشتر است.

اولین ارزش در معرض خطر با مقدار واقعی خسارت روز ۵۰۱ام و دومین ارزش در معرض خطر با مقدار واقعی خسارت روز ۵۰۲ام مقایسه می‌شود و مقایسه به‌همین‌ترتیب تا ۵۰۰امین ارزش در معرض خطر با ۱۰۰۰امین مقدار واقعی خسارت ادامه پیدا می‌کند. اگر مقدار $\hat{\mu}$ با مقدار خطای قابل پذیرش α برابر باشد، نتیجهٔ مطلوبی است، یا به‌عبارتی اگر دقیقاً ۵ مقدار از ۵۰۰ مقادیر واقعی خسارت بزرگ‌تر از ارزش در معرض خطر باشد، روش شبیه‌سازی مونت کارلو بدون نیاز به تعدیل، جهت تولید اعداد تصادفی تا تولید ارزش در معرض خطر روز n+۵۰۰ ادامه پیدا می‌کند. درغیراین‌صورت، باید واریانس به‌دست‌آمده در فرمول (۳) را در نرخ تعدیل که در جدول (۱) محاسبه شده است، ضرب کرد و مراحل تولید نمونهٔ تصادفی و مقایسه را مطابق آنچه در فوق گفته شد، تکرار کرد تا آنجا که برابری $\hat{\mu}$ =۰/۰۱ برقرار گردد. اگر $\hat{\mu}$ >۰/۰۱ باشد ضریب تعدیل با افزایش‌دادن و اگر $\hat{\mu}$ <۰/۰۱ باشد با کاهش‌دادن واریانس منتج از رابطه (۳) تا تولید ارزش در معرض خطر بهینه ادامه پیدا می‌کند تا $\hat{\mu}$ =۰/۰۱ گردد. افزایش یا کاهش واریانس توسط $\hat{\mu}$، باتوجه به جدول (۱) و نرخ‌های حاصل در ستون آخر به‌عنوان ضریب تعدیل واریانس، قابل توجیه است.

جدول ۱. چارک‌ها و ضرایب تعدیل واریانس

تعداد ضررها (N_1)	تابع نسبت $\hat{\pi}$ (٪)	چارک‌ها	نرخ‌ها
۱	۰/۲	-۲/۸۷۸۱۶۱	۰/۸۰۷
۲	۰/۴	-۲/۶۵۲۰۶۱	۰/۸۷۷
۳	۰/۶	-۲/۵۱۲۱۴۴	۰/۹۲۶
۴	۰/۸	-۲/۴۰۸۹۱۴	۰/۹۶۶
۵	۱/۰	-۲/۳۲۶۳۴۸	۱/۰۰۰
۶	۱/۲	-۲/۲۵۷۱۲۹	۱/۰۳۱
۷	۱/۴	-۲/۱۹۷۲۸۶	۱/۰۵۹
۸	۱/۶	-۲/۱۴۴۴۱۱	۱/۰۸۵

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد ضررها (N_1)	تابع نسبت $\hat{\pi}$ (٪)	چارک‌ها	نرخ‌ها
۹	۱/۸	-۲/۰۹۶۹۲۷	۱/۱۰۹
۱۰	۲/۰	-۲/۰۵۳۷۴۹	۱/۱۳۳
۱۱	۲/۲	-۲/۰۱۴۰۹۱	۱/۱۵۵
۱۲	۲/۴	-۲/۹۷۷۳۶۸	۱/۱۷۶
۱۳	۲/۶	-۲/۹۴۳۱۳۴	۱/۱۹۷
۱۴	۲/۸	-۲/۹۱۱۰۳۶	۱/۲۱۷
۱۵	۳/۰	-۱/۸۸۰۷۹۴	۱/۲۳۷

(Huang, 2010)

* در این جدول چارک‌ها و نرخ‌های مربوطبه ضریب تعدیل واریانس نشان داده می‌شود. ضریب تعدیل توسط نرخ‌ها تعیین می‌شود تا نتایج بهینه در آزمون بازخور ایجاد کند. N_1 تعداد دفعاتی را نشان می‌دهد که مقدار خسارات از ارزش در معرض خطر تجاوز می‌کند و $\hat{\pi}$ براساس فرمول (۴) محاسبه می‌شود. چارک‌ها براساس روش تقریب‌های متوالی براساس توزیع نرمال حاصل شده است و نرخ‌ها از نسبت چارک‌های به چارک ۰/۰۱ به‌دست‌می‌آید.

۳. آزمون بازخور (LR)

به‌منظور بررسی دقت مدل مورد استفاده در محاسبهٔ ارزش در معرض خطر از آزمون بازخور استفاده می‌شود. فرض صفر در این آزمون، که توسط کوپیک[1] ارائه گردید، بیان می‌کند که احتمال عدم‌موفقیت یا رویداد استثنائات در عمل (π) برابر با سطح احتمال درنظرگرفته‌شده در مدل (α) است. آمارهٔ آزمون نسبت درست‌نمایی را با LR[2] نشان می‌دهند و به این‌صورت محاسبه می‌شود:

$$LR = -2\ln\left(\frac{\alpha^{n_1}(1-\alpha)^{n_0}}{\hat{\pi}^{n_1}(1-\hat{\pi})^{n_0}}\right) \sim X_1^2 \qquad (5)$$

این آزمون دارای توزیع خی دو با یک درجه آزادی است (Christoffersen, 2002).هر روشی که برای محاسبهٔ VaR به‌کاربرده‌می‌شود را می‌توان با استفاده از روش آزمون

1. Kupiec, 1995
2. Likelihood Ratio

Archive of SID

www.SID.ir

بازخور کنترل کرد. این آزمون شامل سنجش عملکرد برآوردهای VaR، در گذشته است (راعی و سعیدی ۱۳۸۳).

در این تحقیق آزمون بازخور شامل ۲ بخش است: بخش اول به بررسی اعتبار در ۵۰۰ برآورد اولیهٔ ارزش در معرض خطر می‌پردازد که به آن آزمون درون‌نمونه‌ای[1] گفته می‌شود. در این مرحله هدف از آزمون درون‌نمونه‌ای، یافتن ضریب تعدیل مناسب است. بخش دوم آزمون برون‌نمونه‌ای[2] است که به بررسی ۴۰۰۰ برآورد (مطابق روش ذکرشده برای برآورد ۵۰۰ ارزش در معرض خطر)، به منظور دستیابی به روش معتبر جهت برآورد ارزش در معرض خطر می‌پردازد.

۴. بررسی و تحلیل داده‌ها

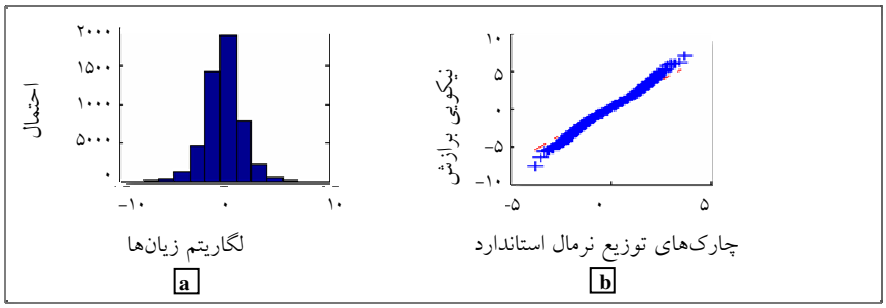
داده‌های این تحقیق مشتمل بر ۵۰۰۰ مقادیر خسارت روزانه از شعب مختلف یک شرکت بیمه است و فرض بر آن است که منبع پرداخت خسارات، دارایی‌های شرکت بوده و نوسانات مقادیر خسارات در داخل و میان هر شعبه از یکدیگر مستقل است و از حرکت براونی تبعیت می‌کند. در این قسمت، ابتدا ماهیت توزیع خسارت‌ها بررسی می‌شود و سپس ارزش در معرض خطر با برآورد مقدار تعدیل‌شده محاسبه می‌گردد و درنهایت سنجش اعتبار VaR با استفاده از ۳ چهارچوب متحرک مدنظر قرار می‌گیرد. در نمودار۱ نرمال‌بودن توزیع ۵۰۰۰ مقدار خسارت روزانه و در نمودار۲ تغییرات و نوسانات مقادیر خسارت نشان داده شده است. نمودار ۲ و ۵ بیانگر این است که تغییری ناگهانی از روز ۲۰۲۷ تا ۳۰۲۶ وجود دارد و در سایر روزها تغییر قابل ملاحظه‌ای به چشم نمی‌خورد.

1. In-Sample-Back Testing
2. Out of-Sample-Back Testing

Archive of SID

www.SID.ir

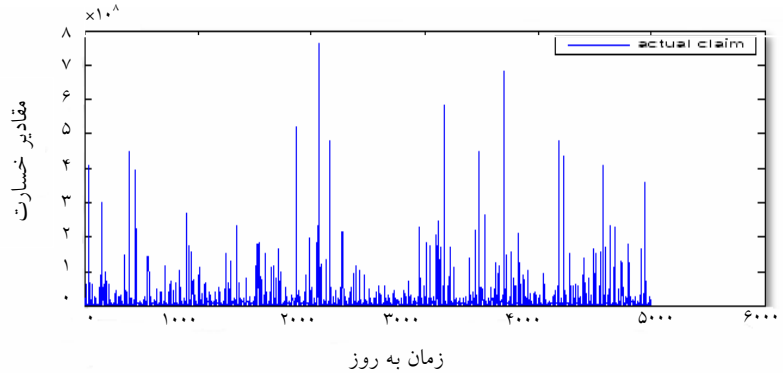
نمودار ۱. لگاریتم ۵۰۰۰ مقدار خسارات روزانهٔ یک شرکت بیمه در سال ۲۰۱۰



* نمودار (a)، نمودار هیستوگرام را نشان می‌دهد. محور افقی، لگاریتم حاصل از خسارات و محور عمودی، نشان از فراوانی مقادیر خسارات دارد. نمودار(b)، نمودار چارک–چارک[1] است (به‌منظور بررسی نرمال‌بودن توزیع خسارات).

نمودار ۲. نوسانات روزانه ۵۰۰۰ خسارت بیمهٔ بدنهٔ اتومبیل شرکت بیمه مورد بررسی

(محور افقی ۵۰۰۰ روز و محور عمودی مقادیر خسارت)



پس از مشخص‌شدن ماهیت توزیع مقادیر خسارت، از ۱۰۰۰ دادهٔ اولیه این مقادیر، به‌منظور برآورد VaR و دست‌یافتن به ضریب تعدیل مناسب استفاده شد. محاسبهٔ ۵۰۰ میانگین و واریانس با استفاده از ۱۰۰۰ داده، مطابق الگوریتم گفته شده در بخش(۲) انجام گرفت و به‌دنبال آن ۵۰۰ ارزش در معرض خطر برآورد گردید.

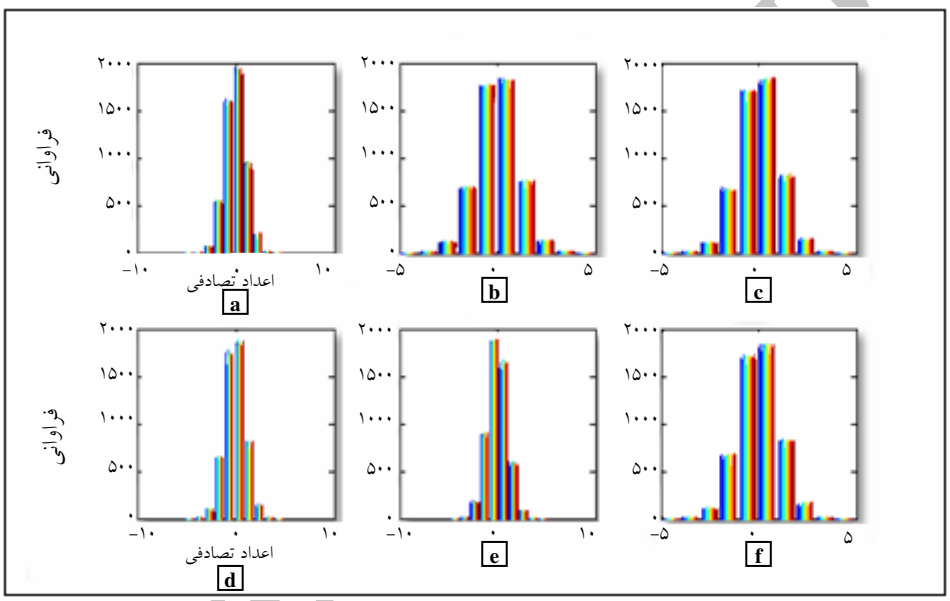
1. Q-Q plot

Archive of SID

www.SID.ir

پس از محاسبهٔ ۵۰۰ ارزش در معرض خطر، به بررسی آزمون درون‌نمونه‌ای باتوجه به $\overline{\pi}$ پرداخته شد. سپس نیاز به تعدیل، مشاهده و مقدار ۱/۷۵۱۶، در طی یک الگوریتم برنامه‌نویسی و ۵ بار تعدیل و در ضمن آن، ۳۰۰۰ بار تکرار شبیه‌سازی و در هر بار تکرار، تولید ۲۵۰۰۰۰۰ نمونه تصادفی، حاصل شد و بنابراین ۵ بار ارزش در معرض خطر تعدیل گشت که در نهایت در ششمین دفعه، بهترین ارزش در معرض خطر حاصل گردید. نمودارهای ۳ و ۴ نمایانگر اعداد تصادفی و ارزش در معرض خطر برآورد شده هستند.

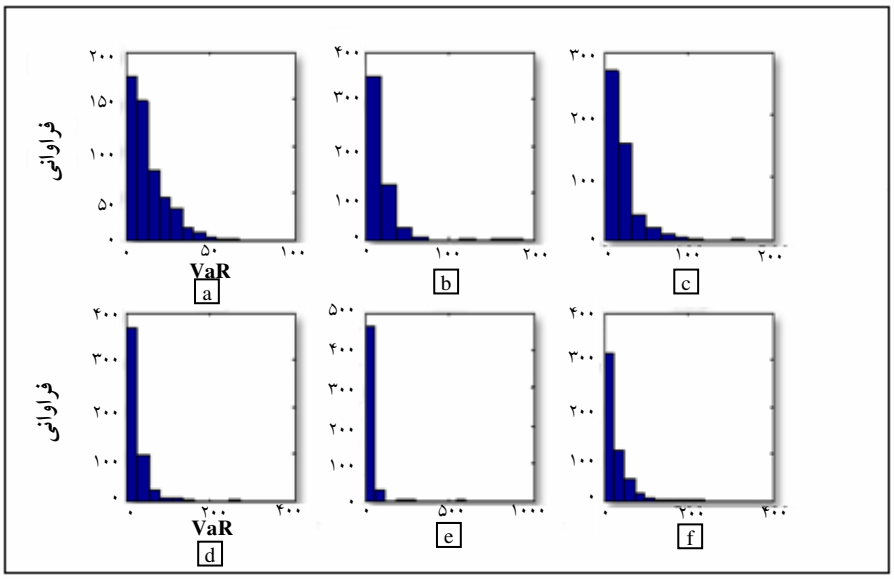
نمودار ۳. تولید ۳۰۰۰ بار عدد تصادفی جهت رسیدن به ضریب تعدیل مناسب با ۰/۰۱ احتمال زیان برای ۵۰۰ دادهٔ اولیه از ۵۰۰۰ خسارت روزانهٔ شرکت بیمه مورد بررسی



* محور افقی مقادیر تصادفی و محور عمودی، فراوانی مقادیر تصادفی را نشان می‌دهد. نمودار(a)، اولین ۵۰۰۰ نمونهٔ تولیدشده، نمودار(b)، دومین ۵۰۰۰ نمونهٔ تصادفی و اولین مرحله از تعدیل، نمودار (c)، تولید ۵۰۰۰ مقدار تصادفی در دومین مرحله از تعدیل، نمودار(d)، تولید ۵۰۰۰ مقدار تصادفی در سومین مرحله از تعدیل، نمودار (e)، تولید ۵۰۰۰ مقدار تصادفی در چهارمین مرحله از تعدیل و نمودار (f)، تولید ۵۰۰۰ مقدار تصادفی در پنجمین مرحله از تعدیل را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

نمودار ۴. ارزش در معرض خطر حاصل‌شده از ۵۰۰۰ عدد تصادفی



* محور افقی، مقادیر ارزش در معرض خطر و محور عمودی، فراوانی مفادیر VaR را نشان می‌دهد. نمودار (a)، اولین ارزش در معرض خطر از ۵۰۰۰ عدد تصادفی براساس میزان خسارات واقعی روزانه، نمودار (b)، دومین ارزش حاصل از تعدیل اول، نمودار (c)، سومین ارزش در معرض خطر حاصل از تعدیل دوم، نمودار (d)، چهارمین ارزش در معرض خطر حاصل از تعدیل سوم، نمودار(e)، پنجمین ارزش در معرض خطر حاصل از تعدیل چهارم و نمودار(f)، ششمین ارزش در معرض خطر حاصل از پنجمین تعدیل را نشان می‌دهد.

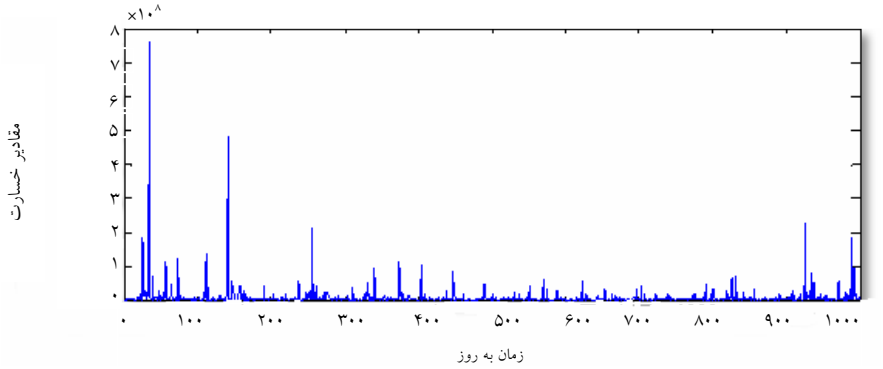
پس از آزمون درون‌نمونه‌ای، جهت بررسی برآوردهای حاصل، آزمون بازخور به‌کاربرده‌شد. بعد از محاسبهٔ ضریب تعدیل، آزمون بازخور برون‌نمونه‌ای (مشابه مقایسهٔ درون‌نمونه‌ای) برای ۴۰۰۰ نمونه نیز اجرا و درنهایت نتایج روش شبیه‌سازی مونت کارلو ساده با روش تعدیل‌شدهٔ آن (با درنظرگرفتن ضریب برآوردشده، برابر مقدار ۱/۷۵۱۶) در جدول ۲ حاصل شد. به‌منظور نشان‌دادن کارایی روش مونت کارلوی تعدیل‌شده در مواقعی که مقادیر مطالبات، دستخوش کاهش یا افزایش ناگهانی می‌شود، از سری مقادیر خساراتی که به‌طور پیوسته میزان کاهش یا افزایش در تعداد مطالبات را نشان می‌دهند به عنوان یک زیرمجموعه استفاده گردید. در

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار ۵، زیرمجموعه‌ای شامل نوسانات ۱۰۰۰ داده روزانه (از روز ۲۰۲۷ تا ۳۰۲۶) نشان داده شده است.

نمودار۵. مطالبات روزانه بین ۲۰۲۷ تا ۳۰۲۶ از شرکت بیمه مورد بررسی



* محور عمودی، میزان مطالبات و محور افقی،۱۰۰۰ روز را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج آزمون بازخور

روش کاربردی		حجم نمونه	تعداد تجاوزها	درصد تجاوزها	نسبت درست‌نمایی	سطح معناداری
مونت کارلوی ساده (VaR-MC)	**کل نمونه**	۴۰۰۰	۱۴۸	۰/۰۳۷	۱۷۴/۲۳	۰/۰۰۰
	نمونه روزهای۲۰۲۶-۳۰۲۷	۱۰۰۰	۳۳	۰/۰۳۳	۳۳/۳۴	۰/۰۰۰
مونت کارلوی تعدیل‌شده (VaR-OP)	**کل نمونه**	۴۰۰۰	۷۹	۰/۰۲	۲۹/۵۱	۰/۰۰۰
	نمونه روزهای۲۰۲۶-۳۰۲۷	۱۰۰۰	۱۴	۰/۰۱۴	۱/۴۳	۰/۲۳۰۱

* نتایج حاصل از آزمون بازخور در ۲ حالت شبیه‌سازی مونت کارلو و شبیه‌سازی تعدیل‌شده یا بهینه برای کل ۴۰۰۰ دادهٔ روزانه و برای زیرمجموعه‌ای شامل ۱۰۰۰روز (از ۳۰۲۶-۲۰۲۷) نشان داده شده است. افق زمانی ۱ روز درنظرگرفته‌شده‌است.۵۰۰ روز داده روزانه به‌کاربرده‌شده با مدت بررسی ۵۰۰۰ خسارات روزانه است. تعداد دفعاتی که مقادیر خسارت از ارزش در معرض خطر فراتر رفته است به همراه درصد گزارش شده است. آزمون بازخور و کوچک‌ترین سطح رد فرض صفر[1] نیز ارائه شده است.

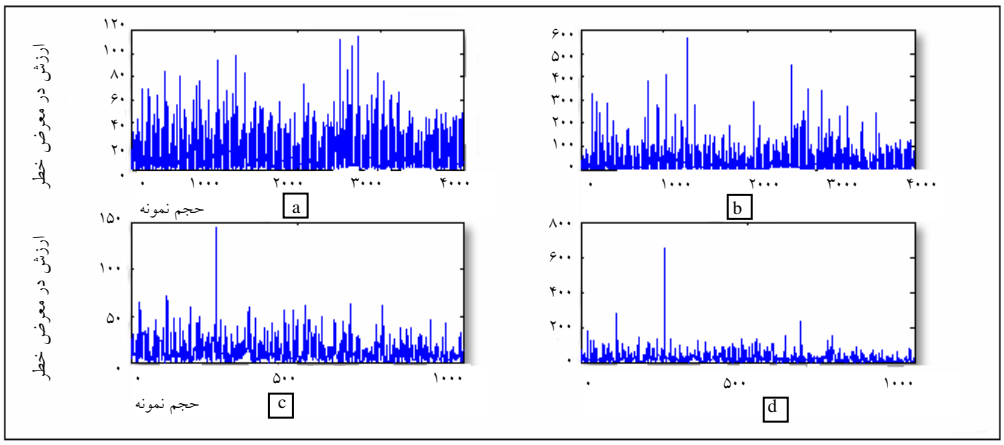
1. P-Values

Archive of SID

www.SID.ir

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌کنید، برای ۱٪ ارزش در معرض خطر اولیه و تعدیل‌شده برای ۴۰۰۰ نمونه، مقادیر ۱۴۸ و ۷۹ به‌عنوان تعداد دفعاتی که خسارت‌ها از ارزش در معرض خطر مربوطه تجاوز کرده‌اند، به‌دست‌آمده‌است که نتیجه حاصل از روش تعدیل‌شده، به سطح مورد انتظار[1] ۴۰ نزدیک‌تر است. همچنین روش تعدیل‌شده، نتایج بهتری را در حالت ۱۰۰۰ داده با تعداد ضررهای متجاوز از ارزش در معرض خطر ۱۴، آزمون بازخور ۱/۴۳ و سطح معنی‌داری ۰/۲۳ نشان می‌دهد. این تنها نتیجه در این جدول است که در سطح ۹۹٪ معنی‌دار است. نمودار ۶ نشان از عملکرد بهتر و در نتیجه پوشش کامل‌تر ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده نسبت به اولیه دارد.

نمودار ۶. سطح پوشش خسارات، توسط VaR



* محور افقی، حج نمونه و محور عمودی، ارزش در معرض خطر را نشان می‌دهد. نمودار (a)، ارزش در معرض خطر ۴۰۰۰ خسارات روزانهٔ شرکت بیمه مورد بررسی از روز ۵۰۰۰ –۱۰۰۱، در حالت ارزش در معرض خطر بدون تعدیل، نمودار (b)، ارزش در معرض خطر ۴۰۰۰ خسارات روزانهٔ شرکت بیمه مورد بررسی از روز ۵۰۰۰ –۱۰۰۱، در حالت تعدیل‌شده، نمودار (c)، ارزش در معرض خطر ۱۰۰۰ خسارات روزانه شرکت بیمهٔ مورد بررسی از روز ۳۰۲۶– ۲۰۲۷، در حالت ارزش در معرض خطر بدون تعدیل و نمودار (d)،

---

۱. سطح مورد انتظار در آزمون درست‌نمایی، میانگین توزیع دو جمله‌ای است که از حاصل‌ضرب حجم نمونه در مقدار احتمالی مورد نظر (α =۰/۰۱) حاصل می‌شود.

Archive

www.SID.ir

ارزش در معرض خطر ۱۰۰۰ خسارات روزانه شرکت بیمهٔ مورد بررسی از روز ۳۰۲۶–۲۰۲۷، در حالت ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده را نشان می‌دهد. به وضوح مشاهده می‌شود که ارزش در معرض خطر برآوردشده در نمودار(b)، مقادیر بزرگ‌تری را نسبت به ارزش در معرض خطر برآوردشده در نمودار (a)، به خود اختصاص می‌دهد و همچنین، ارزش در معرض خطر برآوردشده در نمودار (d)، مقادیر بزرگ‌تری را نسبت‌به ارزش در معرض خطر برآوردشده در نمودار(c) شامل می‌شود.

جدول ۳. آمار توصیفی خسارات

روش به‌کاررفته	حجم نمونه	تعداد خسارت متجاوز	میانگین		انحراف معیار	حداکثر	میانه	حداقل
مونت کارلو ساده (VaR-MC)	**کل نمونه**	۴۰۰۰	۱۴۸	۲/۰۲۴	۱/ ۲۱	۵/۹۱	۱/۷۲	۰/۰۰۲
	نمونه روزهای ۳۰۲۷–۲۰۲۶	۱۰۰۰	۳۳	۲/۶۹	۱/۱۵	۴/۷۶	۱/۹۶	۰/۲۲۴
مونت کارلو تعدیل‌شده (VaR-OP)	**کل نمونه**	۴۰۰۰	۷۹	۲	۱/۱۵	۵/۹۱	۱/۶۱	۰/۰۰۲
	نمونه روزهای ۳۰۲۷–۲۰۲۶	۱۰۰۰	۱۴	۲/۲۹	۱/۱۴	۴/۷۶	۱/۱۴	۲/۷۹

* این جدول آمار توصیفی خساراتی را که از ارزش در معرض خطر تجاوز کرده‌اند با دو روش شبیه‌سازی بدون تعدیل و تعدیل‌شده نشان می‌دهد. آمارها برای ۴۰۰۰ خسارت روزانه و برای یک زیرمجموعهٔ ۱۰۰۰تایی آن (۳۰۲۶–۲۰۲۷) به‌دست‌آمده‌است. ۱٪ ارزش در معرض خطر با افق زمانی یک روز استفاده شده است. تعداد دفعاتی که خسارت‌ها از ارزش برآوردشده تجاوز می‌کند و ماکسیمم، مینیمم و میانه گزارش شده است.

جدول ۳، آمار توصیفی خسارت‌هایی را نشان می‌دهد که از ارزش در معرض خطر برآوردشده (جدول۲) تجاوز کرده‌اند. هدف از این جدول بررسی رفتار خسارت‌ها در مقابل ارزش در معرض خطر برآوردشده به‌منظور نشان‌دادن کارایی مدل مورد نظر است. در اولین ردیف این جدول، ضرر برای کل نمونه ۴۰۰۰ با میانگین ۲/۰۲۴ و انحراف معیار ۱/۲۱ و میانه ۱/۷۲ و برای ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده، میانگین و میانهٔ خسارت‌ها، ۲ و ۱/۶۱ با انحراف معیار ۱/۱۵ برای کل نمونه به‌دست‌آمده‌است. مشاهده می‌شود که میانگین و انحراف معیار در حالت تعدیل‌شده، کمتر از روش بدون تعدیل آن است. مشاهدات مشابهی در مقایسهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

میان شبیه‌سازی بدون تعدیل و تعدیل‌شده برای ۱۰۰۰ روز به‌دست‌آمده‌است. میانگین، میانه و انحراف معیار در حالت تعدیل‌شده کوچک‌تر از حالت بدون تعدیل است. مقدار آزمون تی[1] (۱۲/۴۵-) نشان از تفاوت قابل ملاحظه میان روش تعدیل‌شده و بدون تعدیل را در فاصله روزهای، ۳۰۲۷-۲۰۲۶ دارد. جدول ۳ کاربردهای مهمی را به نمایش می‌گذارد: باتوجه به نمودار فوق و نتایج مشاهده شده در جدول، در دورانی که میزان خسارات، دچار تغییرات شدید و پیش‌بینی‌نشده می‌شود (نمودار۶)، می‌توان به این مهم دست یافت که، اگر روش تعدیل‌شده در زمان نوسانات به‌کاربرده‌شود نه تنها تعداد ضررهای متجاوز از احتمال درنظرگرفته‌شده کمتر است بلکه مقادیر آن نیز بسیار کوچک‌تر است.

برای بررسی و دست‌یافتن به بهترین چهارچوب متحرک[2] جهت محاسبهٔ ارزش‌های در معرض خطر، این جابه‌جایی با اندازهٔ ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ در جدول ۴ انجام شده است.

جدول ۴. نتایج چهارچوب متحرک

حجم داخل نمونه‌ای/روش	تعداد مشاهده	میانگین ضرر متجاوز	انحراف معیار	حداقل	چارک اول	میانه	چارک سوم	حداکثر
۱۰۰۰/ مونت کارلو	۳۰۰۰	۳۷/۱۷	۳/۱۵	۳۱	۳۵	۳۷	۳۹	۴۴
ساده روش تعدیل‌شده		۱۹/۵۶	۲/۱۵	۱۴	۱۸	۱۹	۲۱	۲۴
۲۰۰۰/ مونت کارلو	۲۰۰۰	۷۵/۸۵	۲/۴۶	۷۰	۷۴	۷۶	۷۷	۸۴
ساده، روش تعدیل‌شده		۳۹/۵۳	۱/۵۶	۳۵	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲
۳۰۰۰/مونت کارلو	۱۰۰۰	۱۱۱/۵	۲/۲۸	۶۲	۱۱۰	۱۱۲	۱۱۳	۱۰۷
ساده روش تعدیل‌شده		۵۸/۶۸	۱/۳۵	۵۶	۵۸	۵۹	۶۰	۶۲

* این جدول نتایج به‌دست‌آمده از ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده حاصل از شبیه‌سازی تعدیل‌شده و تعدیل‌نشده را نشان می‌دهد. نتایج برای تعداد دفعاتی نشان داده شده است که خسارت‌ها از مقادیر ارزش در معرض خطر برآوردشده در هر جابه‌جایی متوالی تجاوز کرده‌اند. سه حجم مختلف نمونه با اندازه‌ی ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ درنظرگرفته‌شده‌است. در این جدول ۱٪ ارزش در معرض خطر و افق زمانی ۱ روز درنظرگرفته‌شده‌است.

دو ردیف اول از جدول ۴، نتایج ۱۰۰۰ روز نمونه شامل ۳۰۰۰ مشاهده را نشان می‌دهد. میانگین تعداد دفعاتی که خسارات واقعی از ارزش در معرض خطر برآوردشده فراتر

1. T-Statistic
2. Moving Window

Archive of SID

www.SID.ir

می‌رود، به‌وسیله روش تعدیل‌شده برابر با ۳۷/۱۷ با انحراف معیار ۳/۱۵ بوده و دامنهٔ تعداد دفعات فراتربودن میانگین خسارات واقعی از ارزش در معرض خطر برآوردشده دارای مقدار حداقل ۳۱ و حداکثر ۴۴ و میانه‌ای برابر با ۳۷ است که در مقایسه با سایر خروجی‌ها بزرگ‌تر است. در ۳۰۰۰ مشاهده، ۹۹ بار خسارات واقعی از ارزش در معرض خطر بیشتر شده است که میانگین تعداد دفعات بیشتربودن خسارات واقعی از ارزش در معرض خطر تخمین‌زده‌شده، از میزان مورد انتظار ۱۰، قابل ملاحظه است.

ردیف دوم، نتایج را در حالت تعدیل‌شده با حجم نمونه ۱۰۰۰ نشان می‌دهد. میانگین ۱۹/۵۶، به نرخ مطلوب ۱۰ نزدیک است و انحراف معیار آن ۲/۱۵ است. حداقل، میانه و حداکثر تعداد فراترها به ترتیب ۱۴، ۱۹ و ۲۴ است. مشاهدات ۲ ردیف اول، نشان از معتبرتر بودن روش تعدیل‌شده دارد و می‌توان گفت که دراین‌حالت ارزش در معرض خطر برآوردشده بدون تعدیل، تغییرات ناگهانی و شدید را کمتر از مقدار واقعی آن برآورد می‌کند. که نمودار ۷(a) گواه این مطلب است.

جدول ۴ نکات مشابهی برای ۲ نمونه دیگر دارد. برای ۲۰۰۰ روز نمونه ارزش در معرض خطر بدون تعدیل و تعدیل‌شده به ترتیب دارای میانگین ۷۵/۸۵ و ۳۹/۵۳ با انحراف معیار ۲/۴۶ و ۱/۵۶ است. مشاهده می‌شود که در حالت تعدیل‌شده نتایج بهتر و به مقدار مطلوب ۲۰ نزدیک‌تر است. نمودار ۷ (b) نشان می‌دهد که تعداد دفعاتی که میزان خسارت‌ها از ارزش در معرض خطر در حالت تعدیل‌شده فراتر می‌رود، کمتر از حالت تعدیل‌نشده است. برای جابه‌جایی در حالت ۳۰۰۰ روز، ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده عملکرد بهتری نسبت به ارزش در معرض خطر بدون تعدیل دارد. در ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده، میانگین تعداد تجاوزها با میانگین ۱/۳۵ و میانه ۵۹ به ۳۰ نزدیک‌تر است.

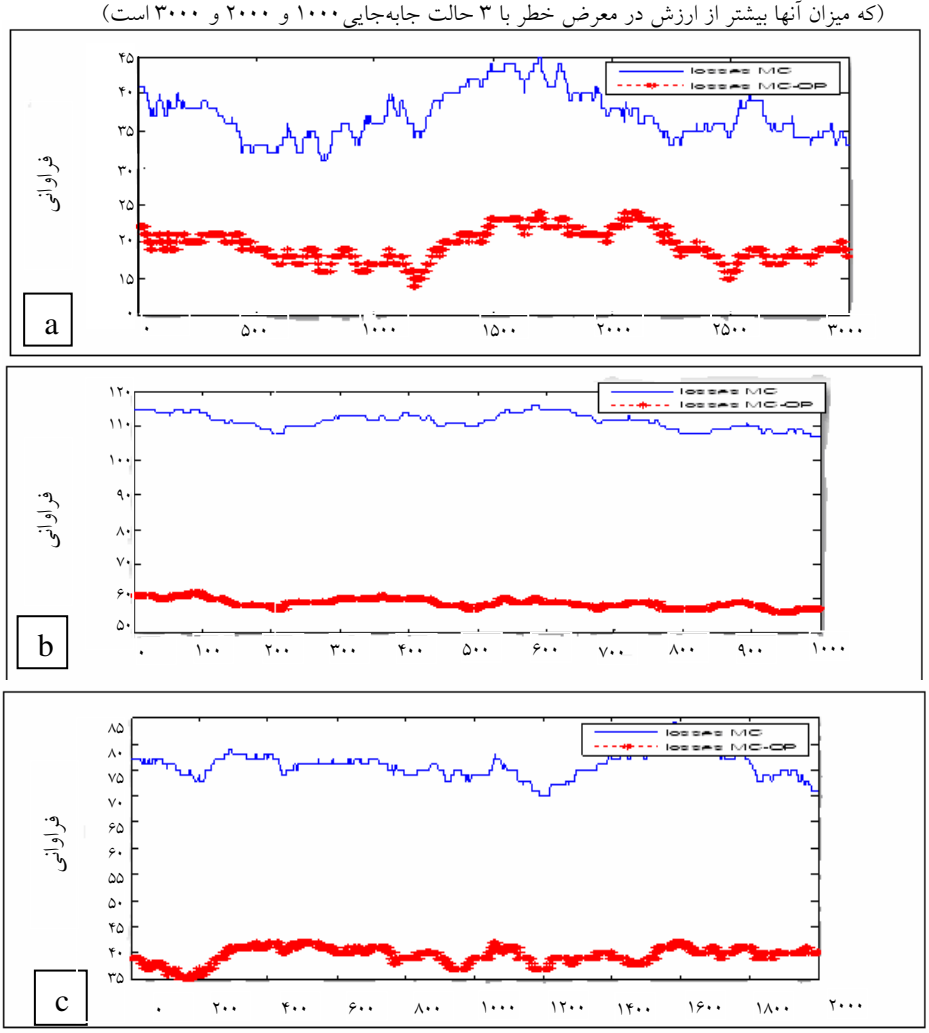
نمودار ۷(c) تفاوت میان تعداد خسارت‌های بیشتر از ارزش در معرض خطر در دو حالت را نشان می‌دهد. می‌توان مشاهده نمود که مدل پیشنهادی از ارزش در معرض خطر تعدیل‌نشده بهتر است.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار ۷. تعداد خسارت‌های واقعی روزانه

(که میزان آنها بیشتر از ارزش در معرض خطر با ۳ حالت جابه‌جایی ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ است)



* محور افقی، تعداد مشاهدات و محور عمودی، فراوانی تعداد خسارت‌های روزانه را نشان می‌دهد که میزان آنها بیشتر از ارزش در معرض خطر است. خط بالایی ارزش در معرض خطر در حالت بدون تعدیل و خط پایینی ارزش در معرض خطر در حالت تعدیل‌شده را نشان می‌دهد. نمودار (a)، تعداد خسارت‌های واقعی روزانه متجاوز از ارزش در معرض خطر در حالت جابه‌جایی ۱۰۰۰، نمودار (b)، تعداد خسارت‌های واقعی روزانه متجاوز از ارزش در معرض خطر در حالت جابه‌جایی ۲۰۰۰ و نمودار (c)، تعداد خسارت‌های واقعی روزانه متجاوز از ارزش در معرض خطر در حالت جابه‌جایی ۳۰۰۰ را نشان می‌دهد.

Arc

www.SID.ir

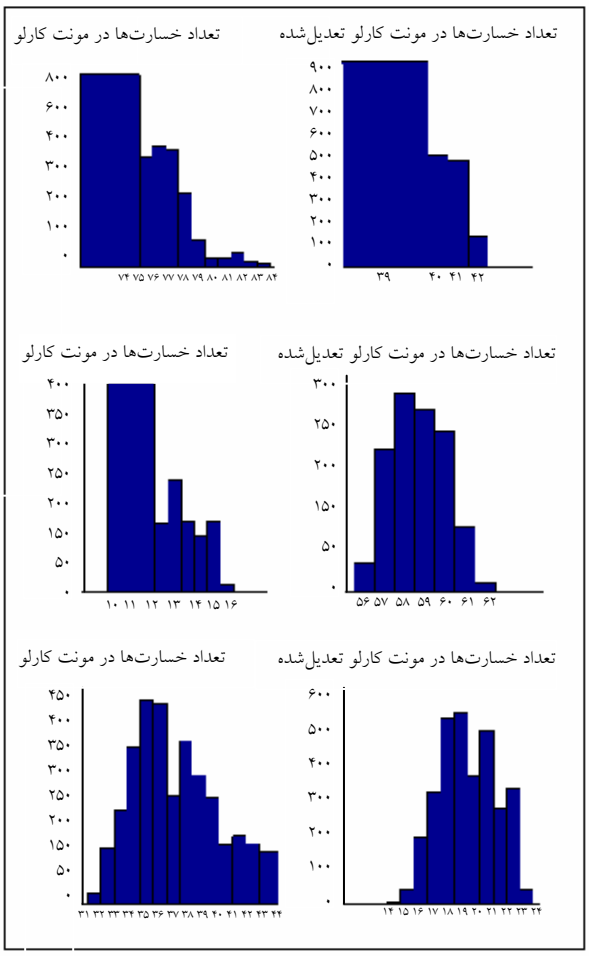
توزیع ارزش در معرض خطر بدون تعدیل و تعدیل‌شده در نمودار ۸ مشاهده می‌شود.

در بخش (a)، نمودار هیستوگرام را برای هر دو روش تعدیل‌شده و بدون تعدیل در حالت جابه‌جایی ۱۰۰۰ مشاهده می‌کنید. در حالت بدون تعدیل، نمودار، ناپایداری و پراکندگی بیشتری نسبت‌به حالت تعدیل‌شده از خود نشان می‌دهد و این در حالی است که حالت تعدیل‌شده بیشتر متمرکز در مرکز بوده و به سطح مطلوب و توزیع گوسی نزدیک‌تر است. (در بخش (b) و (c)، نمودار هیستوگرام برای هر دو روش در حالت جابه‌جایی ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰، دارای نتایجی تقریباً مشابه بخش (a) است. برای بخش (b)، نمودار هیستوگرام حالت تعدیل‌شده، متمرکزتر و به سطح مطلوب ۲۰ نزدیک‌تر است، اما دارای توزیع گوسی نیست. در بخش(c) و درحالت تعدیل‌شده به شدت مقادیر در اطراف سطح مطلوب ۳۰ متمرکز شده و به توزیع گوسی نزدیک‌تر است.)

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار۸. توزیع آزمون بازخور با ۳ جابه‌جایی متوالی



* محور افقی، تعداد خسارت‌های فراتر از ارزش در معرض خطر و محور عمودی، فراوانی تعداد خسارت‌های فراتر از ارزش در معرض خطر را نشان می‌دهد. نمودار (a)، برای هر دو روش با جابه‌جایی ۱۰۰۰، نمودار(b)، برای هر دو روش با جابه‌جایی۲۰۰۰ و نمودار (c)، برای هر دو روش با جابه‌جایی ۳۰۰۰ است. این نمودار، ۳ هیستوگرام از توزیع آزمون بازخور به‌وسیله ارزش در معرض خطر برآوردشده برای ۳ جابه‌جایی ذکرشده را نشان داده است. نمودارهای سمت راست حاصل ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده و نمودارهای سمت چپ حاصل ارزش در معرض خطر تعدیل نشده‌اند. در این جدول ۱٪ ارزش در معرض خطر و افق زمانی ۱ روز استفاده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

در نمودار ۸ مشاهده می‌شود که روش توزیع ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده، عملکرد بهتری دارد. در جدول ۵ این مهم به وضوح دیده می‌شود. در این جدول درصدها با این روش محاسبه شده‌اند: برای جابه‌جایی با سایز نمونه ۱۰۰۰، سطح معنی‌داری دو روش با هم مقایسه می‌شود. اگر ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده، سطح معنی‌داری بالاتری نسبت‌به ارزش در معرض خطر تعدیل‌نشده داشته باشد، نماد[1] برابر ۱ است، درغیراین‌صورت ۰ است.

در هر سه جابه‌جایی، روش تعدیل‌شده کاراتر است. اما در جابه‌جایی با سایز نمونه ۳۰۰۰ و با درنظرگرفتن نمودار ۷(c) تفاوت دو روش قابل ملاحظه‌تر است.

جدول ۵. سنجش کارایی

حجم نمونه/تعداد نمونه	نماد (flag)	فراوانی	درصد فراوانی
حجم=۱۰۰۰،	۰	۰	۰
تعداد=۳۰۰۰	۱	۳۰۰۰	۱۰۰
حجم=۲۰۰۰،	۰	۰	۰
تعداد=۲۰۰۰	۱	۲۰۰۰	۱۰۰
حجم=۳۰۰۰	۰	۰	۰
تعداد=۱۰۰۰	۱	۱۰۰۰	۱۰۰

* این جدول کارایی مقایسهٔ آزمون بازخور روش ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده با ارزش در معرض خطر تعدیل‌نشده را بیان می‌کند. ۳ سایز نمونه ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ با ۱٪ ارزش در معرض خطر و افق زمانی ۱ روز به‌کاررفته‌است. در سطر اول، سایز نمونه در جابه‌جایی متوالی، ۱۰۰۰ و تعداد مشاهدات ۳۰۰۰ است. در سطر دوم، سایز نمونه در جابه‌جایی متوالی ۲۰۰۰ و تعداد مشاهدات ۲۰۰۰ است و در سطر سوم، حجم نمونه در جابه‌جایی متوالی ۳۰۰۰ و تعداد مشاهدات ۱۰۰۰ است. اگر سطح معناداری LR برای روش تعدیل‌شده بزرگ‌تر از سطح معناداری LR برای روش تعدیل‌نشده باشد، نماد برابر ۱ است، درغیراین‌صورت ۰ است. فراوانی تعداد دفعاتی که ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده دارای سطح معنی‌داری بالاتری نسبت‌به ارزش در معرض خطر تعدیل‌نشده است در ستون فراوانی ذکر شده است.

1. Flag

Archive of SID

www.SID.ir

۵. نتیجه‌گیری

با استفاده از داده‌های خسارت شرکت بیمهٔ مورد بررسی، ارزش در معرض خطر و به‌عبارتی‌دیگر میزان سرمایهٔ مورد نیاز به‌منظور پوشش خسارات روزانه بیمهٔ بدنهٔ اتومبیل با روش شبیه‌سازی مونت کارلو و با استفاده از ۵۰۰ میانگین و واریانس خسارات محاسبه شد.

ازآنجاکه به علت ساختار احتمالی، ممکن است VaR برآوردشده، ریسک بازار را کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی آن تخمین بزند، در این تحقیق روش نوینی جهت محاسبه VaR که نوع بهینه یا تعدیل‌شده آن است مورد استفاده قرار گرفته و کارایی این روش مورد بررسی واقع شد. میزان ارزش در معرض خطر بهینه از روش شبیه‌سازی مونت کارلوی تعدیل‌شده در طی ۶ دوره تکرار و پس از ۵ مرحله تعدیل واریانس، حاصل شد. بازدهی روش شبیه‌سازی مونت کارلو و VaR ساده و نوع تعدیل‌شده این دو با استفاده از آزمون بازخور با درنظرگرفتن نسبت درست‌نمایی، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده با بهره‌گیری از تکنیک آزمون بازخور با احتمال بالایی، حد کفایت سرمایه را تخمین می‌زند و کارایی بالاتری نسبت‌به شبیه‌سازی بدون تعدیل دارد. مقادیر ارزش در معرض خطر نشان می‌دهند که ارزش در معرض خطر بدون تعدیل، زمانی که نوساناتی در داده‌ها وجود دارد، در اختیار داشتن موجودی به میزان ۱–۰/۵ برابر خسارت روزانه را به‌منظور پوشش خسارت مکفی می‌داند و این در حالی است که نوع تعدیل‌شدهٔ آن، داشتن موجودی به میزان ۳–۲ برابر میزان خسارت روزانه را مناسب می‌شمارد. بنابراین با درنظرگرفتن مقادیر حاصل از مقایسهٔ میان VaR تعدیل‌شده و اولیه می‌توان به این نتیجه دست یافت که ارزش در معرض خطر اولیه، میزان ریسک را کمتر از مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

واقعی آن برآورد می‌کند و این در حالی است که ارزش در معرض خطر تعدیل‌شده این مقدار را با اطمینان ۹۹٪ درست تخمین می‌زند.

منابع

۱. پیکارجو، ک.، شهریار، ب. و خسروی، ع.، ۱۳۸۵. بررسی اندازه‌گیری ریسک صدور در شرکت‌های بیمه با استفاده از روش ارزش در معرض ریسک. *فصلنامه صنعت بیمه*، ش ۲۱، صص۵۹-۴۰.

۲. راعی، ر. و سعیدی، ع.، ۱۳۸۳. *مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک*. تهران: انتشارات سمت.

۳. شهریار، ب. و احمدی، م.م.، ۱۳۸۷. محاسبهٔ میزان و سهم نگهداری بیمه اتکایی در شرکت‌های بیمه با رویکرد ارزش در معرض ریسک. *پژوهشنامه اقتصادی*، بهار، صص۴۳-۲۲۳.

4. Candelon, B., Colletaz, G., Hurlin, C. and Tokpavi, S., 2008. *Back testing Value-at-Risk:* A GMM duration-based test. Maastricht University, Department of Economics, Halashs-00329495, Version 1, France.

5. Cassidy, C. and Gizycki, M., 1997. *Measuring treaded market risk: Value-at-Risk and back testing techniques.* Research Discussion Paper 9708, Department Reserve Bank of Australia, Australia: Sydney.

6. Christoffersen, P., 2002. *Elements of financial risk management*, McGill University and Cirano, Academic Press.

7. Christoffersen, P. and Pelletier, D., 2004. Back testing Value-at-Risk: A duration-based approach. *Journal of Financial Econometrics*, 2(1), pp. 84-108.

8. Dowd, K., 1998. *Beyond value at risk*. the New Science of Risk Management, London; John Wiley & Sons.

9. Huang, A.Y., 2010. An optimization process in Value-at-Risk Estimation. *Review of Financial Economics*, 19(3), pp. 109-16.

10. Jorion, P., 2000. *Value at Risk.* Mc Graw-Hill.

11. Jorion, P., 2001. *Value at Risk: the new benchmark for managing financial risk*. Financial Futures Risk Management, United States: McGraw-Hill, 2nd ed.

12. Kupiec, P., 1995. Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. *Journal of Derivatives*, 3, pp. 73-84.

13. Meybodi, A.R. and Mirfakhraddiny, S.H., 2010. Investment risk management in Tehran Stock Exchange (TSE) using technique of Monte Carlo Simulation (MCS). *Journal of Financial Crime*, 17(2), pp. 265-78.

14. Morgan, J.P., 1996. *Risk metrics-technical document*. Morgan Guaranty, Trust Company, New York; Global Research, 4th ed.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Nguetsop, A., 2008. Monte carlo simulation and VaR. *Journal of Risk Wave*, MIZUHO.
16. Travers, F.J. 2004. *Investment manager analyses*. London: John Wiley and Sons, Inc.

Archive of SID

www.SID.ir