فصلنامه صنعت بیمه/سال بیست و یکم/شماره ٤/ زمستان ١٣٨٥/شماره مسلسل ٨٤/صفحات ٤٠ تا ٥٩

بررسی نحوه اندازه‌گیری ریسک صدور در شرکت‌های بیمه با استفاده از روش ارزش در معرض ریسک

دکتر کامبیز پیکارجو[١]

بهنام شهریار[٢]

عبدالحمید خسروی[٣]

چکیده

یکی از مباحث بسیار مهم در اقتصاد مالی اندازه‌گیری ریسک می‌باشد. در این علوم سه روش عمده برای اندازه‌گیری ریسک وجود دارد که عبارت‌اند از: انحراف از معیار، ضریب تغییرات و ارزش در معرض ریسک. همان‌طور که می‌دانیم اندازه‌گیری ریسک بر اساس تابع توزیع احتمال صورت می‌پذیرد. ارزش در معرض ریسک، حداکثر خسارت یک دارایی یا یک پورتفوی را در یک دوره زمانی و با یک احتمال معین اندازه می‌گیرد.

از آنجا که ما فرض نموده‌ایم که شرکت مورد بررسی یک شرکت تازه تاسیس است (و لذا آمار خسارت نیز چندان نمی‌باشد)، بنابراین با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو اقدام به شبیه سازی این خسارت کرده و از این طریق تابع توزیع احتمال خسارت این شرکت را برآورد کرده‌ایم، سپس VaR را از این تابع توزیع محاسبه نموده‌ایم. در ادبیات مالی ریسک VaR حداقل سرمایه

---

١. دکترای اقتصاد و مدیر طرح و توسعه شرکت بیمه ملت

٢. دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه مازندران

٣. کارشناسی ارشد اقتصاد و دستیار علمی دانشگاه پیام نور شهرستان لامرد

(ذخیره مالی) مورد نیاز جهت پوشش ریسک‌های مالی (بیمه‌ای و غیر بیمه‌ای) را اندازه می‌گیرد. به عبارت دیگر شرکت‌های بیمه (و سایر شرکت‌های مالی) متناسب با فعالیت خود ذخیره مالی حداقل به اندازه VaR بایستی داشته باشند تا بتوانند حداکثر خسارت ممکن ناشی از فعالیت بیمه‌ای را پوشش دهند.

واژگان کلیدی: ارزش در معرض ریسک، ریسک صدور بیمه‌نامه، سرمایه اقتصادی، شبیه‌سازی مونت کارلو

۱. مقدمه

با گذشت زمان به دلیل گسترش خطرها و حوادث نامطلوب مختلف در جهان، که بخشی از آن از افزایش فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و... بشر سرچشمه می‌گیرد، نااطمینانی به آینده بیشتر شده است. خطر یا ریسک که یکی از مفاهیم پایه‌ای در بازارهای مالی است، پیچیدگی خاصی دارد. این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که به‌علت فقدان تصویر دقیق از واقع شدن خطر، بازارهای مالی نیازمند رویکردهای کنترل و مدیریت ریسک هستند. باید توجه کرد که مهم‌ترین تصور از خطر همان احساس به وجودآمدن زیان‌مالی است. به‌عبارت‌دیگر ریسک، امکان وقوع‌حوادث نامطلوب است.[۱]

در این میان دانش اکچوئری با استفاده از علوم‌آمار، اقتصاد، مالی و... مهارت‌هایی را در زمینه‌های ارزیابی احتمال وقوع حوادث نامطلوب در آینده (ریسک)، مدیریت ریسک و راه‌های کاهش زیان‌های حاصل از این حوادث نامطلوب ایجاد کرده است. در چند سال اخیر عوامل مختلفی بر ایجاد نوسان‌های فراوان در بازارهای مالی (بیمه،

---

۱. آنچه دراینجا به‌عنوان ریسک تعریف می‌شود ریسک مالی ناشی از صدوربیمه‌نامه و انعکاس آن درشاخص‌های توانگری شرکت است. بنابراین این مفهوم با عنوان ریسک در ارزیابی ریسک فنی مورد بیمه در صدور بیمه نامه متفاوت است.

بانک‌ها و ...) مؤثر بوده‌اند. از جمله این مسائل تغییرات عظیم در اقتصادهای نوظهور به علت بحران بزرگ سال‌های ۱۹۹۷ـ ۱۹۹۸ در جنوب شرق آسیا، بلایای طبیعی نظیر زمین لرزه سانفرانسیسکو، حملات تروریستی ۱۱ سپتامبر در ایالات متحده و غیره است. بروز چنین حوادثی موجب ایجاد اختلال درفعالیت‌های سازمان‌ها و شرکت‌های مالی، تجاری و حتی تولیدی می‌شود. از آنجا که یک نوع از ریسک‌های شرکت‌های بیمه ریسک صدور بیمه‌نامه وتعهد در مقابل آن است، لذا این نوشتار بر آن است که راه حل مناسبی برای بررسی ریسک شرکت‌های مالی، به ویژه شرکت‌های بیمه نوظهور ارائه دهد. در این نوشتار با بیان روش‌شناسی ارزش در معرض ریسک[1] به تخمین ریسک صدور دریک شرکت بیمه نوظهور فرضی در صنعت بیمه ایران می‌پردازیم.[2]

۲. ارزش در معرض ریسک

ارزش در معرض ریسک از خانواده معیارهای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب است (Jorion, 2000, 205-227). این شیوه اندازه‌گیری ریسک را ابتدا تیم گالدیمان ارائه کرد و سپس جی.پی مورگان آن را در اواخر دهه ۱۹۸۰ گسترش داد. این شاخص حداکثر خسارت انتظاری یک پورتفوی (بدترین زیان ممکن) را برای یک افق زمانی مشخص با توجه به یک فاصله اطمینان معین بیان می کند.

حداکثر خسارت ممکن یک پورتفوی با توجه به تابع توزیع خسارت، که با f نمایش داده شده، اندازه‌گیری می‌شود. ارزش در معرض ریسک در حقیقت کوانتیل تابع f در سطوح بحرانی (۰/۰۵ و ۰/۰۱ = α) است. بنابراین طبق تعریف:

---

1. Value at Risk (VaR)

۲. این روش را کمیته بال و مؤسسه NAIC (۱۹۹۶) برای اندازه‌گیری سرمایه اقتصادی مورد نیاز شرکت‌های مالی و بیمه‌ها (RBC) به کار می‌برند. از طرفی ریسک صدور نیز یکی از ارکان مهم RBC است.

$$P(Loss \le VaR) = \int_{}^{VaR} f(L)dL = -\alpha \qquad (۱)$$

$$VaR_{1-\alpha} = F^{-1}(1-\alpha) \qquad (۲)$$

مفهوم VaR به عنوان یک شیوه پذیرفته شده برای درک نحوه اندازه‌گیری ریسک یک پورتفوی است. اصولاً هدف از به کارگیری شیوه ارزش در معرض ریسک، حداکثر کردن ارزش پورتفوی است که در یک دوره زمانی مشخص با یک سطح اطمینان مشخص و معین ممکن است دچار سود یا زیان شود. برای بیان این مفهوم فرض بر آن است که پورتفوی اولیه (در یک بازار مالی نظیر بازار بورس اوراق بهادار) به صورت W_1 است که در دو دورهٔ زمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این صورت در پایان دوره، پورتفوی ما با r درصد رشد می‌کند و به W_0 می‌رسد (r ممکن است مثبت یا منفی باشد):

$$W_1 = W_0(1+r_1) \qquad (۳)$$

در رابطه بالا r نرخ رشد و یا به عبارتی ضریب سود یا زیان پورتفوی است.

$$\Delta W = W_1 - W_0 = r_1 W_0 \qquad (٤)$$

حال‌اگرفرض شود که دوره‌های‌زمانی محاسبه بازده بیشتر شود، دراین‌صورت‌یک سری زمانی از بازده وجود خواهد داشت. طبق تعریف VaR درسطح اطمینان α-۱ برابر است با:

$$P(\Delta W \le VaR) = 1-\alpha \qquad (٥)$$

$$P(r \le VaR_r) = \int_{0}^{VaR} f(r)d(r) = 1-\alpha$$
$$VaR_r = F^{-1}(1-\alpha) \qquad (٦)$$

در رابطه بالا $f(r)$ تابع توزیع احتمال نرخ تغییرات پورتفوی است. شایان ذکر است که اگر r منفی باشد، به عنوان درصد خسارت پورتفوی محسوب می‌شود. VaR_r برابر با نرخ تغییرات بحرانی است و در حقیقت کوانتیل سطح اطمینان α-۱ است. می‌توان

گفت که در ازای هر نرخ تغییر r، تغییر مقدار پورتفوی وجود دارد و به ازای نرخ بازده بحرانی r^* نیز مقدار پورتفوی بحرانی در سطح اطمینان $1-\alpha$ وجود دارد که اگر با W^* نمایش داده شود، آنگاه خواهیم داشت:

$$VaR = E[W] - W^* = -W_0(r^* - \mu) \qquad (۷)$$

۳. روش‌های اندازه‌گیری VaR

۳-۱. روش واریانس – کوواریانس[1]: این شیوه تخمین، یک روش‌خطی است. برای تخمین VaR دراین‌روش فرض‌می‌شود که تغییر در ارزش پورتفوی ΔW است. این روش بیشتر در اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک سرمایه‌گذاری‌ها در بازارهای مالی کاربرد دارد. از آنجایی که نرخ تغییرات یک پورتفوی متوسط وزنی نرخ تغییرات عوامل تشکیل دهنده پورتفوی می‌باشد بنابراین:

$$\bar{r} = E(r_j) = \sum_{j=1}^{T} p_j r_j$$

$$r_p = \sum_{i=1}^{n} w_i r_i \qquad (۸)$$

$$j = 1,\ldots,T$$

در این رابطه p_j احتمال وقوع بازده هردارایی؛ r_j و w_i نیز وزن عامل تشکیل‌دهنده i ام پورتفوی است(j تعداد مشاهدات بازده‌ها و i تعداد عوامل تشکیل دهنده پورتفوی هستند). از طرف دیگرکوواریانس پورتفوی نیز برابر با رابطه زیر است :

$$\sigma_j^{\,2} = \sum_{j=1}^{T} \big(r_j - E(r_j)\big)^2 . p_j$$

$$\sigma_p^{\,2} = \sum_{i=1}^{n} w_i^{\,2} \sigma_i^{\,2} + \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} w_i w_k \sigma_{ik} \qquad (۹)$$

[1] Variance – Covariance Method

$i = 1,..., n$

σ_i^2 واریانس بازده دارایی iام ، σ_p^2 واریانس پورتفوی و σ_{ij} عضو سطر iام ستون jماتریس واریانس- کواریانس Ω است و wها وزن‌های عوامل تشکیل‌دهنده پورتفوی هستند. ماتریس واریانس- کواریانس برابر است با:

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2n} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

بنابراین واریانس پورتفوی برابر است با :

$$\sigma_p^2 = V'\Omega V \qquad (۱۰)$$

در رابطه فوق V بردار وزن‌ها و V' ترانهاده آن است. طبق تعریف، اگر $1-\alpha$ سطح اطمینان (۹۵٪ یا۹۹٪) باشد، در این صورت احتمال این که تغییرات پورتفوی از میزان ارزش در معرض ریسک کمتر باشد برابر با α خواهد بود، یعنی:

$$P(\Delta W \le VaR) = \alpha \qquad (۱۱)$$

اگر دو طرف معادله داخل پرانتز در معکوس انحراف معیار پورتفوی ضرب شود، آنگاه:

$$P(\Delta W(\sqrt{(V'\Omega V)})^{-1} \le VaR(\sqrt{(V'\Omega V)})^{-1}) = \alpha \qquad (۱۲)$$

$$P(\Delta W \sqrt{(V'\Omega V)})^{-1} \le VaR \sqrt{(V'\Omega V)})^{-1}) = F(VaR \sqrt{(V'\Omega V)})^{-1}) \qquad (۱۳)$$

$$F(VaR \sqrt{(V'\Omega V)})^{-1}) = \alpha \qquad (۱٤)$$

$$VaR = F^{-1}(\alpha)\sqrt{(V'\Omega V)} \qquad (۱۵)$$

در رابطه (۱۹) مقدار $F^{-1}(\alpha)$ را با توجه به نوع تابع توزیع، می‌توان از جداول مربوط به توزیع احتمال (مثلاً نرمال استاندارد) به دست آورد(Gallati, 2003, 389- 392) . مثلاً اگر تابع توزیع خسارت‌ها نرمال باشد، پس از استاندارد کردن تابع $(\alpha = 0/05)$:

$$F^{-1}(\alpha) = 1.64$$

$$VaR = 1.64\sqrt{(V'\Omega V)}$$

۳-۲. شبیه‌سازی تاریخی:[1] این روش مشتمل بر داده‌های بازده وخسارت‌ها و نرخ تغییرات آن در طول زمان است (راعی و سعیدی، ۱۳۸۳). این نوع شبیه‌سازی نیازی به فرض تابع توزیع نرخ تغییرات و خسارت پورتفوی ندارد و از سری‌های زمانی تاریخی نرخ تغییرات و خسارات پورتفوی برای محاسبه VaR استفاده می کند.

روش شبیه‌سازی تاریخی که یکی از شیوه‌های غیر پارامتریک است، مدل ندارد. در این روش فرض بر آن است که رفتار نرخ تغییرات و خسارت پورتفوی مانند رفتار گذشته آن است و خصوصیات اعداد و تابع توزیع آن همان گونه که در گذشته بوده است، در آینده نیز خواهد بود. به عبارت دیگر تغییرات گذشته ارزیابی و بر اساس آن، ریسک محاسبه می‌شود. درحقیقت در این روش فقط انحراف معیار به صورت تاریخی شبیه سازی می شود.

شیوه کار بدین صورت است که اگر t زمان حال و p_t ارزش پورتفوی در زمان حال باشد، ارزش آتی در زمان $t + \Delta t$ ازطریق ارزش تاریخی و انعکاس در ارزش‌های جاری مشخص خواهد شد. Δt عبارت از دوره زمانی انتخاب شده در توزیع نرخ تغییرات تاریخی عوامل تشکیل دهنده پورتفوی است. تعیین تغییرات ارزش پورتفوی در $t + \Delta t$ -1 پیش‌بینی تغییرات ارزش‌پورتفوی درزمان t+dt را امکان‌پذیر می‌کند. در حقیقت قیمت‌های فرضی آینده بر مبنای تغییرات قیمت‌های تاریخی گذشته به دست می‌آیند:

$$p_{t+\Delta t} = p_{t+\Delta t-1} + \Delta p_{t+\Delta t-T} \qquad (۱۶)$$

در رابطه فوق T افق زمانی بازگشت به دوره‌های قبل بوده و $\Delta p_{t+\Delta t-T}$ تغییرات قیمت

1. Historical Simulation (HS)

در T است. VaR پورتفوی در شبیه‌سازی تاریخی از تابع چگالی احتمال بازده (تغییرات قیمت) حاصل از طریق شبیه‌سازی به دست می‌آید:

$$F_{T,\Delta p}(VaR) = P(\Delta p_{t+\Delta t-T} \le VaR) = 1-\alpha \qquad (۱۷)$$

۳- ۳. شبیه‌سازی مونت‌کارلو[1]: این روش براساس‌مدل‌بندی آماری عوامل ریسک پورتفوی است. این شیوه رفتار عوامل ریسک را دربازه زمانی $[t,t+\Delta t]$ با فرض مشخص بودن تابع توزیع احتمال آنها، با ایجاد اعداد تصادفی شبیه‌سازی می‌کند. پس از آن، VaR پورتفوی با استفاده از تابع توزیع احتمال ارزش پورتفوی‌که حاصل شبیه‌سازی با رایانه است به دست می‌آید. این شیوه شبیه‌سازی مربوط به زمانی است که هیچگونه آماری در ارتباط با رفتار عوامل ریسک پورتفوی وجود ندارد. قبل از بحث درباره نحوه انجام گرفتن شبیه‌سازی، ابتدا باید روش‌شناسی و متغیرهای مربوط را تعریف کرد. این روش را می‌توان به صورت شکل ۱ نشان داد. در این شکل s ها به عنوان عوامل ریسک وارد رابطه می‌شوند و با ایجاد اعداد تصادفی u (جملات اخلال)، y های تصادفی را به وجود می‌آورند.

$$\begin{cases} y = f(s_i) = \alpha + \beta S + u \\ S = s_1, s_2, \ldots, s_n \end{cases}$$

شکل ۱. نمای کلی شبیه‌سازی مونت کارلو

برای فرمول بندی شبیه‌سازی مونت کارلو متغیرهای زیر در نظر گرفته می‌شود:

بردار عوامل ریسک = S

[1] Monte Carlo Simulation (MCS)

Δt = افق زمانی محاسبهVaR

$\Delta S = \Delta t$ تغییرات عوامل ریسک در

خسارت‌های ارزش پورتفوی ناشی از تغییرات(ΔS) عوامل ریسک در $L = \Delta t$ در اینجا خسارت عبارت است از تفاوت ارزش جاری پورتفوی و ارزش آن در پایان افق زمانیΔt محاسبه VaR، که دراین‌صورت ارزش پورتفوی از S به $S + \Delta S$ تغییرمی‌کند. باید توجه داشت که دو مسئله بسیار مهم در ارتباط با دنباله توزیع خسارت وجود دارد:

اول؛ احتمال خسارت‌ها و تعیین آستانه توزیع خسارت‌ها در صورتی که$P(L>X_p)$ باشد، باید مد نظر قرار گیرند.

دوم؛ کوانتیل X_p برای رابطه $P(L > X_p)$ (0.01 یا $\alpha = 0.05$) باید به دست آید.

X_p مقدار عددی VaR است. به هر حال، محاسبه احتمالات خسارت‌ها، پیش شرط محاسبه کوانتیل است، بنابراین باید ابتدا مسئله اول، یعنی آستانه توزیع خسارت‌ها و سپس کوانتیل مورد نظر را برای محاسبه VaR به دست آورد.

مراحل‌اصلی‌شبیه‌سازی‌مونت‌کارلو برای تخمین احتمالات خسارت‌ها به‌صورت‌زیراست:

۱. تولید N سناریو از طریق تغییرات نمونه‌ای عوامل ریسک $(\Delta S^{(1)}/.../\Delta S^{(n)})$ در افق زمانی Δt

۲. ارزش‌گذاری مجدد پورتفوی در پایان دوره زمانی Δt در سناریوهای مختلف $(S+\Delta S^{(1)}/.../S+\Delta S^{(n)})$ و تعیین خسارت $L^{(1)}/.../L^{(n)}$ از طریق کاهش ارزش پورتفوی در هر یک از سناریوهای ساخته شده بر اساس ارزش فعلی پورتفوی.

۳. محاسبه تابع توزیع سناریوها در مقادیر مختلف خسارت‌ها، به عبارت دیگر:

$$L : N^{-1}\sum_{i=1}^{n} \mathrm{I}(L > X_p) \qquad (۱۸)$$

$$\begin{cases} \mathrm{I} = 1; t < T < t + \Delta t \\ \mathrm{I} = 0; T < t \end{cases}$$

در رابطه بالا T پایان دوره $(t + \Delta t)$ است.

بنابراین با ساختن مقادیر متعدد (اعداد تصادفی خسارت‌های) برای ارزش پورتفوی وتخمین‌تابع‌توزیع و محاسبه کوانتیل آن می‌توان مقدارعددیVaR،یعنی X_p رامحاسبه کرد.

یادآوری می‌شود که با افزایش تعداد مشاهدات، تابع توزیع به سمت نرمال شدن میل می‌کند و نظریه حد مرکزی در اینجا نیز می‌تواند صادق باشد.

٤. برآورد و تحلیل نتایج

همان گونه که گفته شد اگر آمار و اطلاعات مربوط به عوامل ریسک وجود نداشته باشد، در این صورت از روش‌های شبیه‌سازی نظیر شبیه‌سازی مونت کارلو برای ایجاد تابع توزیع (که از قبل مفروض در نظر گرفته شده است) استفاده می شود.

فرض بر آن است که یک شرکت فرضی از صنعت بیمه کشور را که سابقه فعالیت و در نتیجه سابقهٔ خسارت و حق‌بیمه چندانی نیز ندارد، انتخاب کرده و رفتار عوامل ریسک این شرکت برای یک سال بررسی شده است. فرض دیگر آن است که از آنجا که رشته‌های بیمه از نظر خصوصیات و ویژگی‌ها چندان همگن نیستند، در نتیجه برای ساده‌تر کردن کار، در اینجا فقط رشته بیمه آتش‌سوزی را بررسی می‌کنیم. همان طور که در بخش قبل ذکر شد برای استفاده و کاربرد روش شبیه‌سازی مونت کارلو باید به صورت زیر عمل کرد:

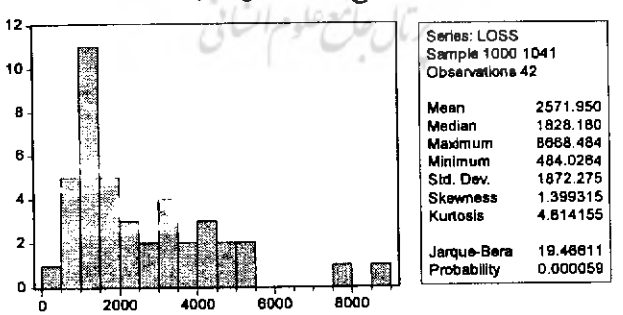
الف) بررسی و تشخیص تابع توزیع احتمال خسارت: برای تشخیص نوع تابع توزیع خسارت، از آمار میزان خسارت پرداختی رشته بیمه آتش‌سوزی کل صنعت بیمه کشور در دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳٤۱ استفاده کرده و از نرم‌افزار Eviews برای این آزمون بهره جسته‌ایم (پیوست ۱). نتیجه این آزمون بیانگر آن است که تابع توزیع خسارت به صورت تابع مثبت و یک طرفه وایبل[1] است (پیوست ۲). قبل از محاسبه خسارت‌ها، ابتدا باید رابطه خسارت و سرمایه‌های مورد تعهد را برای اجرای این شبیه‌سازی محاسبه کنیم. برای این کار رابطه بین خسارت‌ها و سرمایه‌های مورد تعهد در کل کشور را به عنوان ملاکی برای تعیین این رابطه که به صورت رابطه رگرسیونی زیر است، برآورد کرده‌ایم[2]:

$$Loss = \underset{27.689}{0.0006SI} \qquad (۱۹)$$

$$(0.00787)$$

نمودار فراوانی و تابع توزیع احتمال تخمین فوق در نمودارهای ۲و۳ آمده است. همان طور که مشاهده می‌شود بیشترین فراوانی خسارت در سمت چپ نمودارها قرار دارد و بیانگر آن است که خسارت کمتر، فراوانی بیشتری دارد.

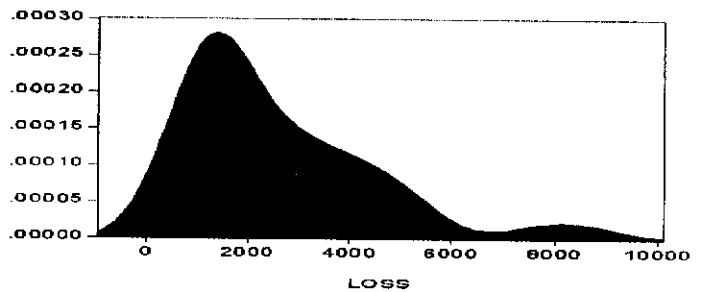
نمودار۲. نمودار فراوانی توزیع خسارت کل کشور از سال۱۳۸۲-۱۳٤۱



1. Weibull

۲. علت انتخاب این نمونه به دلیل نقص مشاهدات است.

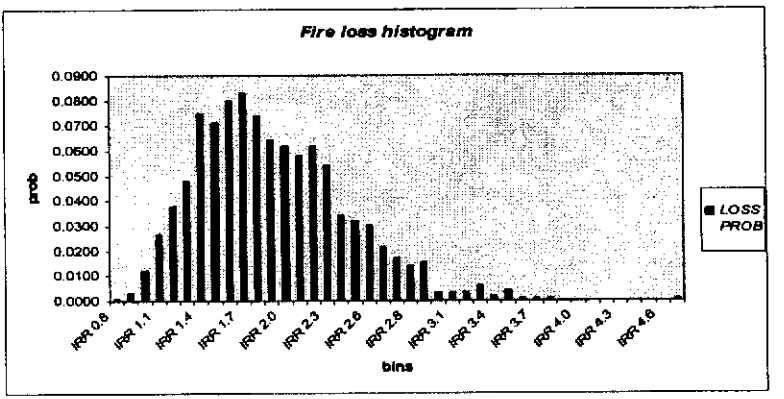
نمودار۳. نمودار تابع توزیع خسارت آتش سوزی کل کشور از سال۸۲-۱۳۴۱



ب) در مرحله دوم با استفاده از نرم افزارExcel ، اعداد تصادفی تحت تابع توزیع وایبل (با توجه به پارامترهای شکل و مکان توزیع حق بیمه رشته بیمه و ضرایب خسارت بازار کشور) با ابعاد ۱۲ در ۱۰۰۰ طراحی شده است. عدد ۱۲ مربوط به مجموع فاکتورهای ریسک در ۱۲ ماه (بازه زمانی محاسبه ارزش در معرض ریسک) و عدد ۱۰۰۰ تعداد دفعات تکرار شبیه‌سازی و در حقیقت سناریوهای مربوط است. از آنجا که افق زمانی ارزش در معرض ریسک محاسباتی ۱۲ ماهه است و نیز تعداد روزهای در اختیار داشتن بیمه‌نامه‌های پرتفوی با یکدیگر متفاوت است، لذا بیمه‌نامه‌ها با توجه به مدت زمان تعهد در سال ۱۳۸۳ از $\frac{۱۲}{۱۲}$تا $\frac{۱}{۱۲}$ به ترتیب در ماه اول سال و ماه آخر سال وزن‌گرفته‌اند(علت انتخاب وزن‌ها بر اساس ماه‌های دراختیارداشتن‌بیمه‌نامه‌ها، سهولت محاسبات بوده است).

پ) تابع توزیع خسارت‌های (اعداد تصادفی) ساخته شده با رایانه به صورت تابع توزیع وایبل، پارامترهای مکان ۱/۹۵و شکل ۳۹/۵۳ است (پیوست۱و۲). نمودار فراوانی این توزیع در نمودار (۲) نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود این نمودار مشابه نمودار تابع توزیع خسارت‌های کل کشور و یک طرفه است.

نمودار٤. نمودار فراوانی توزیع خسارت به روش مونت کارلو



ت) در این مرحله ارزش در معرض ریسک محاسبه شده است. میزان VaR در یک تابع توزیع، در حقیقت از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P(Loss \leq VaR_t) = 1 - \alpha$$

نتایج مربوط به میزان VaR درجدول (۱) آمده است.

می‌توان گفت که حداکثر خسارت ممکن در صورت بروز خسارت‌های مختلف برای شرکت فوق در سطح اطمینان ۰/۹۹ بیش از ۵۸/٦٦۰ میلیارد ریال نخواهد بود. لذا می‌توان گفت که حداکثر خسارت برای شرکت فوق در سال ۱۳۸۳ برابر با ۵۸/٦٦۰ میلیارد ریال بوده و از طرفی سرمایه اقتصادی شرکت (مرتبط با فعالیت‌های بیمه‌ای آتش‌سوزی) نیز برابر با همین رقم است(Gallati, 2003: 310) (پیوست۳). همان‌گونه که در ابتدای این نوشتار بیان شد، این مبلغ در صورت بروز می‌تواند سرمایه شرکت را تحت الشعاع قرار دهد، لذا این خسارت (مبلغ خسارت) را حداقل سرمایه اقتصادی[1] (مرتبط با فعالیت بیمه‌ای و نه سایر فعالیت‌های مالی) می‌نامند. درشرکت‌هایی که میزان سرمایه و دارایی‌های آنان کم است، توجه بیشتر به این خسارت‌ها که شدت بسیار بالا و فراوانی اندک دارند، بسیار مهم است.

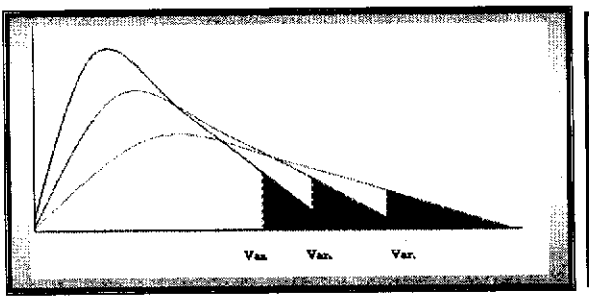
1.Economic Capital

براساس نکته مذکور، حال می‌توان با توجه به مقدار ارزش در معرض ریسک به دست آمده به نتایج با ارزشی درباره مقدار VaR، با توجه به مقدار ارزش مورد تعهد این شرکت بیمه دست یافت. باید توجه داشت که از آنجا که شرکت‌های نوظهور درصدد افزایش پورتفوی حق‌بیمه خود برای رشد و افزایش سهم بازار برای خود هستند، لذا می‌توان با تغییر مقادیر سرمایه‌های مورد تعهد این شرکت‌ها و محاسبه ارزش‌های در معرض ریسک مختلف و متناظر با این تغییرات، نتایج مهمی را در ارتباط با ترکیب پورتفوی این شرکت‌ها به دست آورد. فرض برآن است که از تعداد ۳۰٤ سرمایه مورد تعهد این شرکت به طور مساوی خسارت‌های مربوط به ۱۰ مورد کمترین سرمایه‌های مورد تعهد و ۱۰ مورد بیشترین سرمایه‌های مورد تعهد را در نظر گرفته و یک بار با کسرکردن ۱۰مورد بیشترین سرمایه‌های مورد تعهد و همچنین اضافه کردن۱۰ مورد سرمایه کمتر ازVaR (فرضی) به جای آنها و بار دیگر با کسرکردن۱۰مورد از کمترین سرمایه‌های مورد تعهد و همچنین اضافه کردن ۱۰مورد سرمایه بیشتر از VaR (فرضی) به جای آنها، مقادیر VaR را با توجه به توزیع‌های مربوط محاسبه کرد (این ارقام به صورت تصادفی است و با این کار پارامترهای مکان و شکل توزیع تغییرمی-کند). چنانچه ازجدول(۱)پیداست ارقام مربوط به‌حالت اول و دوم که در این جدول با(-)VaR و(+)VaR نمایش داده شده‌اند، به‌ترتیب۵٤/۸۹۷ و۶۸/۶۰۸ میلیارد ریال است و با افزایش بیمه‌نامه‌های با سرمایه‌های بالا میزان VaR با نرخ رشد بیشتری (به‌دلیل اختلاف مبالغ سرمایه‌های بالاتر از VaR با مبالغ پایین‌تر از آن) افزایش می‌یابد (جدول۱). این امر گویای این مطلب است که این شرکت‌ها با وجود افزایش حجم پورتفوی خود و همچنین براساس سرمایه‌ها و دارایی‌های خود، باید با دقت و مطالعه بیشتری به پذیرش سرمایه‌های مورد تعهد بالا بپردازند تا در ابتدای فعالیت که از طرفی تمایل زیادی به افزایش درآمد دارند و از طرف دیگر با حجم کمتر سرمایه و دارایی‌ها در مقایسه با شرکت‌های با سابقه بیشتر مواجه هستند، دچار کسری شدید و ناتوانی

مالی نشوند.

جدول ۱. نتایج مربوط به میزانVaR

	۵۴,۸۹۷
	۵۸,۶۶۰
	۶۸,۶۰۸



۵. نتیجه‌گیری

چنانچه در ابتدای این نوشتار گفته شد یکی از گونه‌های مهم ریسک در شرکت‌های بیمه ریسک صدور است. این ریسک که در نتیجه فعالیت بیمه‌ای این شرکت‌ها به وجود می‌آید یکی از عوامل بالقوه بسیارمهم در ناتوانی مالی شرکت‌های بیمه و بیمه-گران اتکایی است. ذکر این نکته مهم است که اندازه‌گیری ریسک‌های بیمه و مالی در تصمیمات مدیریت ریسک این شرکت‌ها (بر مبنای مقادیر کمی به دست آمده برای انواع ریسک) نقش به سزایی دارد. آنچه مسلم است، ناتوانی مالی درشرکت‌های بیمه‌ای که سرمایه و در نتیجه دارایی‌های آنان در مقایسه با شرکت‌های با سابقه بیشتر، کمتر است، بیشتر ظاهر می‌شود تا در شرکت‌های بیمه بزرگ. با وجود این، اهم نتایج این نوشتار را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱. ارزش در معرض ریسک از روش‌های دلتا نرمال (واریانس ـ کواریانس)، شبیه-سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو به دست می‌آید. این ارزش که ریسک نامطلوب شرکت را نشان می‌دهد، با استفاده از روش مونت کارلو برای یک شرکت بیمه فرضی (که در متن اصلی بدان اشاره شد) در حدود ۵۸/۶۶ میلیارد ریال و با سطح اطمینان ۹۹ درصد در این نوشتار محاسبه شده است.

۲. از آنجا که شرکت‌های بیمه تازه تأسیس، در ابتدای فعالیت خود سهم بازاری

کمی دارند اگر بر توازن پورتفوی صدور خود اتکا کنند، مطمئناً با ورود حجم زیادی از بیمه‌گذاران بزرگ دچار مشکلات عدیده‌ای در زمان پرداخت خسارت خواهند شد. مسلماً هرچه تعداد بیشتری از پورتفوی آنها را بیمه‌گذاران بزرگ تشکیل دهند، احتمال بروز خسارت و تجمع این خسارت‌ها در انتهای توزیع خسارت‌ها بیشتر می‌شود و شکل تابع توزیع را تغییر می‌دهد و دنباله آن را پهن‌تر و انحراف خسارت‌ها از خسارت انتظاری را بیشتر می‌کند. بدین ترتیب شدت خسارت‌های محتمل بیشتر می‌شود و گاهی ممکن است این خسارت‌ها از حد معمول فراتر روند و حتی موجب ورشکستگی شرکت‌های بیمه شوند. بنابراین شرکت‌های بیمه در سال‌های ابتدای فعالیت خود باید بر جذب پورتفوهای کوچک و متوسط تأکید کنند تا بتوانند با افزایش فراوانی‌خسارت-ها و کاهش شدت آنها احتمال ورشکستگی و بروز خسارت‌های بزرگ را کاهش دهند.

در این وضعیت شرکت‌ها برای جذب پورتفوهای بزرگ می‌توانند سرمایه خود (و به تبع آن مصارف سرمایه) را افزایش دهند، لیکن باید به این نکته توجه داشته باشند که این سرمایه باید متناسب با صدور بیمه‌نامه‌های بزرگ و با توجه به شدت بروز خسارت‌ها افزایش یابد درغیر این صورت،شرکت باز هم با ناتوانی مالی و ورشکستگی روبه رو خواهد شد. اهمیت دیگر این موضوع از آن جهت است که در صنعت بیمه کشور گاهی شاهد نرخ‌شکنی و بی‌توجهی به ریسک صدور در بیشتر شرکت‌های بیمه خصوصی در بازار بیمه ایران هستیم و اگر این روند ادامه یابد، زمینه ورشکستگی جدی شرکت‌های بیمه، به ویژه شرکت‌های بیمه با سرمایه اندک در آینده، بیشتر مهیا می‌شود.

پیوست۱. آزمون تابع توزیع خسارت در کل کشور، ۱۳۸۲ ـ۱۳۴۱

Empirical Distribution Test for LOSS
Hypothesis: Gamma
Date: 09/05/99 Time: 10:36
Sample: 1000 1041
Included observations: 42

Method	*Value*	*Adj. Value*	*Probability*
Cramer-von Mises (W2)	*0.08590*	*0.08590*	*[0.1, 0.25)*
Watson (U2)	*0.07546*	*0.07546*	*[0.1, 0.25)*
Anderson-Darling (A2)	*0.47362*	*0.47362*	*> 0.25*

Method: Maximum Likelihood (Marquardt)
Convergence achieved after 15 iterations
Covariance matrix computed using second derivatives

Parameter	*Value*	*Std. Error*	*z-Statistic*	*Prob.*
M	*0.00000*	*		*NA*
S	*1151.76596*	*263.37041*	*4.37318*	*0.00001*
R	*2.23305*	*0.45560*	*4.90137*	*0.00000*
Log likelihood	*-366.52905*	*Mean dependent var.*		*2571.94980*
No. of Coefficients	*2.00000*	*S.D. dependent var.*		*1872.27495*

** Fixed parameter value*

آزمون تابع توزیع خسارت‌ها با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو

Empirical Distribution Test for Co.LOSS
Hypothesis: Weibull
Date: 09/07/99 Time: 09:55
Sample(adjusted): 1000 1875
Included observations: 876 after adjusting endpoints

Method	Value	Adj. Value	Probability
Cramer-von Mise	3.8225	3.846663	<0.1
Watson (U2)	3.086263	3.105773	<0.1
Anderson-Darlin	32.90132	33.10931	<0.1

Method: Maximum Likelihood (Marquardt)
Convergence achieved after 3 iterations
Covariance matrix computed using second derivatives

Parameter	Value	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M	0	*	NA	NA
S	39.53554	0.719973	54.91255	0.000000
A	1.95041	0.052508	37.14528	0.000000
Log likelihood	-3785.181	Mean dependent var.		35.08414
No. of Coefficien	2	S.D. dependent var.		18.58445

* Fixed parameter value

پیوست ۲.تابع توزیع وایبل

این تابع، یک تابع پیوسته از خانواده توزیع‌های نمایی نظیر توزیع Exponential است. این تابع بسیار انعطاف‌پذیر است و هنگامی که پارامتر شکل توزیع از عدد یک فراتر رود، خصوصیات تابع توزیع مانند توزیع نماییEXP است و زمانی که پارامتر شکل کوچک‌تر از یک باشد، منحنی تابع پرشیب و نزولی می‌شود.

ساختار ریاضی تابع توزیع وایبل به صورت زیر است :

$$f(x)=\frac{\beta}{\alpha}\left[\frac{x-l}{\alpha}\right]^{\beta-1} e^{-(\frac{x-l}{\alpha})^{\beta}}$$

در رابطه بالا l ، α و β به ترتیب پارامترهای مکان ، مقیاس و شکل‌اند.

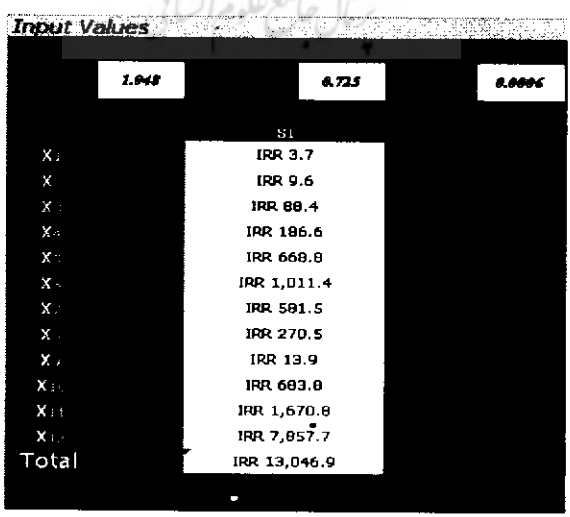
میانگین و واریانس تابع فوق به صورت زیر است:

$$\begin{cases}\mu_x=\alpha\Gamma(1+\beta^{-1})\\ \sigma^2{}_x=\alpha^2\left[\Gamma(1+2\beta^{-1})-\Gamma^2(1+\beta^{-1})\right]\end{cases}$$

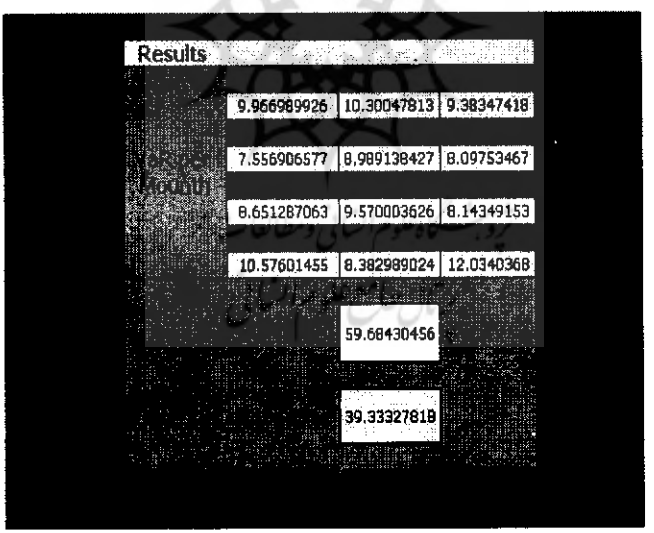
Γنیز تابع گاماست.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

پیوست ۳. جداول شبیه‌سازی مونت کارلو



N1	1.3	0.2	1.4	0.1	1.3	6.5	1.3	1.2	0.1	1.0	1.4	5.2	1.7
N2	0.0	6.3	1.6	0.3	0.8	0.6	0.9	0.6	0.4	1.1	1.0	4.0	1.5
N3	1.8	6.1	0.0	0.2	6.3	0.6	0.7	1.9	0.5	0.4	3.5	4.3	2.2
N4	4.3	0.7	0.7	2.1	0.5	7.0	1.1	0.7	0.3	0.7	2.2	4.7	2.1
N5	3.0	0.1	2.0	0.2	0.5	1.1	1.6	0.5	3.7	0.4	1.5	4.2	1.6
N6	0.7	0.8	0.8	2.1	0.9	1.0	1.0	3.6	4.4	0.4	1.6	4.0	1.8
N7	0.3	0.4	1.9	0.2	1.3	1.9	0.4	4.1	2.6	1.6	2.9	5.2	1.9
N8	1.4	0.1	1.0	0.7	0.4	0.7	0.4	5.3	7.7	0.6	1.1	4.1	2.0
N9	1.3	8.2	0.2	0.1	0.4	0.9	3.2	1.0	6.4	0.4	2.5	4.8	2.4
N10	5.2	3.1	2.0	0.2	4.1	3.6	0.6	2.1	0.9	1.2	6.4	4.9	2.8
N1000	0.1	4.6	3.9	1.1	4.8	0.5	3.3	3.9	3.4	0.4	3.6	12.9	3.5



منابع

۱. راعی، رضا، علی سعیدی. (۱۳۸۳)، **مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک**، تهران: سمت.

2. Brandimart,P. (2000), **Numerical Methods In Finance.and Economics** (2ed) John wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

3. Danielsson, J. (2000), **Value–At–Risk and Extreme Returns**, London: School Of Economics.

4. Gallati,R.(2003), **Risk Management And Capital Adequacy**, McGraw-Hill.

5. Glasserma,P. Heidelberger, P. Shahabuddin, P. (2000) **Efficient Monte Carlo Methods for Value-At-Risk.**, IBM T.J. Watson Research Center.

6. Frain,J.and Meegan c. (1996), **Market Risk: An Introduction To The Concept & Analytics of Value-At-Risk**, Central Bank of Ireland Research Technical paper 1/ RT/96

7. Jorion, Ph.(2000), **Value At Risk**, Mc Graw-Hill.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی