فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی
سال نوزدهم، شماره ۷۲، بهار ۱۳۹۸، صفحات ۲۰۴- ۱۸۵

رهیافتی نوین در تعیین میزان بهینه قرارداد بیمه سهام در بازار بورس اوراق بهادار تهران

محمد بامنی‌مقدم [*]، مصطفی پورعلی‌زاده جوبجارکلی [**] و هادی اسماعیل پورمقدم [***]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴

چکیده

هدف از این مقاله، تعیین میزان بهینه قرارداد بیمه سهام در بازار بورس اوراق بهادار تهران است. برای این منظور ابتدا در قالب یک مساله مدیریت مالی، قرارداد مدیریت ریسکی برای سهام معرفی می‌شود که زیان حاصل از ریسک را حداقل کند و در ادامه با مدل بندی ریاضی، این نتیجه حاصل می شود که جهت رسیدن به یک مدیریت کارآمد برای ریسک سهام، تنها لازم است که قراردادهای چندلا یه و یا به طور معادل اختیارهای خرید اروپایی به درستی قیمت گذاری شوند. از این رو، میزان بهینه قرارداد بیمه سهام با قیمت گذاری صحیح اختیارهای خرید اروپایی تعیین می‌شود. بررسی بیشتر این موضوع با داده های سهام منتخب بورس اوراق بهادار تهران و اجرای الگوریتم پیشنهادی نشان می دهد میزان بهینه قرارداد بیمه سهام حاصل از این رویکرد، براساس درصدی از قیمت اولیه سهام است که تابعی از نوسان بازده سهام نیز است به طوری که با نوسان بیشتر سهام، میزان بهینه قرارداد بیمه سهام افزایش می یابد.

طبقه‌بندی JEL: *C02, G22, G32.*
کلیدواژه‌ها: *قرارداد بیمه، سهام، مدیریت ریسک.*

---

* استاد گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی و رایانه دانشگاه علامه طباطبائی، تهران
** دانشجوی دکترای آمار دانشکده علوم ریاضی و رایانه دانشگاه علامه طباطبائی، تهران- نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: m.pouralizadeh@gmail.com
*** دانشجوی دکترای اقتصاد مالی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

۱- مقدمه

حساسیت بازار سهام و نوسانات و ضربه‌پذیری این بازار از تحولات اقتصادی و غیراقتصادی، نیازمند سازوکار مناسب برای توسعه ریسک‌پذیری است. بیمه در مدیریت شرکت‌ها و موسسات واسطه‌گری، مدیریت بدهی و آسیب‌پذیری ناشی از تغییر قیمت سهام نقشی مهم دارد. بیمه‌گر ضمن تعهد پرداخت خسارت با تثبیت موقعیت مالی بیمه شونده، موجب اطمینان و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری می‌شود و سرمایه‌گذاری در بازار را افزایش می‌دهد.

حفظ حقوق سهام‌داران موضوعی است که از آغاز فعالیت سازمان بورس اوراق بهادار تهران مورد توجه بوده است و اقداماتی همچون سبدگردانی و استفاده از اختیارهای معامله در جهت کاهش ریسک در این زمینه انجام گرفته است، اما کاهش آسیب‌پذیری در مقابل نوسانات قیمت سهام همچنان یکی از عوامل مهمی است که زمینه استقبال افراد از سرمایه‌گذاری در بازار بورس تهران را فراهم می‌آورد.

در بازار بورس اوراق بهادار تهران هرچند اختیارهای معامله و آتی‌ها معرفی و استفاده شده‌اند، اما به دلیل مشکلات ساختاری بازار سرمایه، این ابزارها نتوانسته‌اند به عنوان ابزاری کافی جهت پوشش ریسک سهام مطرح شوند. شواهد نیز این موضوع را نشان می‌دهد به‌طوری که در مقاطعی خاص، هجوم سرمایه‌ها به سمت بازار سهام باعث رشد و رونق این بازار شده، اما به دلیل نبود ابزارهای مناسب و کافی مدیریت ریسک به محض بروز برخی اتفاقات سیاسی و اقتصادی و جو روانی حاکم بر بازار سهام، سرعت خروج سرمایه از بازار شدت گرفته و سرمایه‌گذاران زیادی دچار زیان شده‌اند. از این رو، به منظور مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری در بازار سهام ایران، قرارداد بیمه بر ارزش سهام می‌تواند موثر واقع شود به‌گونه‌ای که سرمایه‌گذاران بازار سهام از پوشش مناسب ریسک سرمایه‌گذاری خود اطمینان خواهند داشت و شرکت‌های بیمه از منابع و ابزارهای جدید بیمه‌ای برای جذب مشتریان استقبال می‌کنند (تهرانی و تقی‌پور، ۱۳۸۷).

ریسک‌های با قابلیت بیمه شدن باید ویژگی‌های تناوب، تشابه و یکنواختی، کثرت تعداد، تصادفی بودن خسارات و پراکنده بودن را داشته باشد. از آنجا که ریسک حاصل از سرمایه‌گذاری در بازارسهام ویژگی‌های ریسک قابل بیمه شدن را دارا است (هوشمند و

تشکری صالح، ۱۳۸۷)، بنابراین، اوراق بهادار می‌توانند با معین بودن مدت اعتبار، حجم قرارداد و تعهد بیمه‌گر بیمه شوند.

آنچه در فرآیند بیمه شدن سهام بیش از همه مهم جلوه می‌کند، قیمت‌گذاری بهینه قرارداد بیمه سهام است به صورتی که خسارت‌های انتظاری که باید به خسارت‌دیدگان پرداخت شود، محاسبه شود و هزینه‌های مرتبط با ریسک خسارت بالقوه برآورد شود. در این خصوص لازم است شناسایی مناسبی از ریسک و تعداد زیادی از موقعیت‌های مشابه صورت گیرد تا فراوانی و میزان انتظاری خسارت محاسبه شود.

قراردادهای بهینه و ابزارهای پوشش سبدهای مالی، بخش‌های اصلی مدیریت ریسک را شامل می‌شوند که به عنوان مثال می‌توان به بیمه‌های سرمایه‌گذاری و اختیارهای خرید و فروش اشاره کرد (آسا و اخرتی[1]، ۲۰۱۸). قراردادهای مدیریت ریسک نقش مهمی در پوشش ریسک حاصل از خرید و نگهداری یک دارایی ریسکی ایفا می‌کنند. اختیارها، قراردادهای بیمه، قراردادهای آتی و سوآپ‌ها از جمله مهم‌ترین انواع قراردادهای مدیریت ریسک هستند و قیمت‌گذاری این قبیل قراردادها معمولا بر اساس مدل بلک-شولز انجام می‌شود. در این حوزه یکی از مهم‌ترین مسائل، طراحی صحیح یک قرارداد بهینه است. همچنین ارائه مدل‌های بهینه در بیمه‌های اتکایی[2] نیز در سال‌های اخیر به طور گسترده‌ای مورد توجه متخصصان بیمه قرار گرفته است (آسا[3]، ۲۰۱۵).

در این مقاله ابتدا مساله مدیریت ریسک برای سهام مطرح می‌شود و پس از مدل‌بندی ریاضی و تجزیه و تحلیل آن، میزان بهینه قرارداد بیمه سهام با یک الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر قیمت‌گذاری صحیح اختیارهای خرید اروپایی تعیین می‌شود. در واقع با مدل‌بندی مساله مدیریت ریسک سهام در این مقاله، مساله قیمت‌گذاری قرارداد پوشش‌دهنده ریسک به مساله قیمت‌گذاری اختیار خرید اروپایی تبدیل می شود. در بخش دوم به طور خلاصه ادبیات موضوع تحقیق پیرامون مقدماتی در زمینه اختیارات خرید اروپایی و مدل بلک-

---

1- Assa and Okhrati

۲- شرکت بیمه اتکایی یا بیمه مجدد، شرکتی است که شرکت‌های بیمه دیگر را که خود از ضررهای احتمالی مصون نیستند، بیمه می‌کند. طبق قوانین اکثر کشورها، شرکت‌های «بیمه مستقیم» مجبور به عقد قرارداد های بیمه اتکایی هستند تا منافع مشتریان محفوظ بمانند.

3- Assa

شولز[1] و مرور پیشینه ارائه می‌شود که این مطالب به عنوان ابزاری در ادامه کار مقاله مورد استفاده قرار می‌گیرند. جزئیات مربوط به مساله مدیریت ریسک مطرح‌شده در این مقاله و همچنین ارتباط آن با قیمت‌گذاری اختیارات خرید اروپایی در بخش سوم ارائه می‌شود. در بخش چهارم، الگوریتم پیشنهادی برای داده‌های سهام بازار بورس اوراق بهادار تهران بررسی خواهد شد و در نهایت، در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادهای حاصل از تحقیق ارائه می‌شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

مدیریت ریسک و اتخاذ اقداماتی جهت کاهش ریسک در بازار اوراق بهادار یکی از موضوعات مهم در مدیریت مالی است. از جمله روش‌هایی که برای کاهش ریسک در بازار اوراق بهادار کشورها پیشنهاد شده است شامل سبدگردانی، اختیار معامله، صندوق تضمین اوراق بهادار و بازار تامین اطمینان (شامل بیمه) است.

بیمه عملی است که به موجب آن، بیمه‌گر در مقابل دریافت حق بیمه تعهد می‌کند که خسارت طرف دیگر را در موقع بروز خطر معینی بپردازد (کریمی، ۱۳۷۹). عمده‌ترین مساله‌ای که در بازار بیمه وجود دارد اطلاعات نامتقارن است. در مباحث کلاسیک اقتصاد خرد، فرض اساسی اطلاعات کامل به طور ضمنی در نظریه‌ها و قواعد اقتصادی در نظر گرفته می‌شود؛ به این معنی که بین عاملان اقتصادی در هر سیستم اقتصادی در هر دو طرف عرضه و تقاضا اطلاعات کامل و متقارنی وجود دارد.

آکرلوف[2] با طرح وجود اطلاعات نامتقارن در بازارها، پیامدهایی همچون کژگزینی و مخاطرات اخلاقی را که در اثر اطلاعات نامتقارن در بازار شکل می‌گیرد، بررسی کرد. در این میان، بازار بیمه براساس نظر اقتصاددانانی همچون استیگلیتز[3] و رسچیلد[4] به شدت تحت تاثیر اطلاعات نامتقارن بین عاملان آن است. در این حالت، وضعیت به‌گونه‌ای است که احتمال وقوع حادثه بیمه‌شدگان از احتمال وقوع حادثه کل جامعه بیشتر است و شرکت-های بیمه با سطح ریسکی بالاتر از سطح ریسک افراد جامعه روبه‌رو می‌شوند. درک این

1- Black-Scholes
2- Akerlof
3- Stiglitz
4- Rothschild

موضوع که شرکت‌های بیمه در چه نرخ‌هایی از حق بیمه سود و یا ضرر می‌کنند، مساله مهمی است. این موضوع فرصت پیش‌بینی نرخ بیمه‌ای را که در آن امکان کژگزینی وجود دارد، می‌دهد. از این رو، نرخ بیمه باید به گونه‌ای بهینه انتخاب شود که کژگزینی رخ ندهد. همچنین بیشتر مشتریان شرکت‌های بیمه را افرادی با ریسک پایین تشکیل دهند و منافع افراد بیمه‌شونده حفظ شود (مهدوی و رجائی، ۱۳۹۱).

قیمت‌گذاری ریسک‌ها از موضوعات مورد توجه در شرکت‌های بیمه است. به طور کلی، موسسات مالی و اقتصادی با چهار نوع ریسک اعتباری، عملیاتی، نقدینگی و بازار روبه‌رو هستند. ریسک اعتباری؛ ناتوانی طرف تجاری در انجام تعهدات خود است. ریسک عملیاتی؛ ریسک ناشی از بروز خطا یا تقلب در تسویه قراردادها است و ریسک نقدینگی؛ زمانی است که شرکت از منابع مالی کافی جهت تامین نیازهای فوری مالی خود برخوردار نباشد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۷ و احمدیان و کیانوند، ۱۳۹۴).

آنچه در این تحقیق مدنظر است، ریسک بازار است که ناشی از عدم اطمینان نسبت به تغییرات قیمت دارایی‌ها است. ارزش در معرض خطر[1] متداول‌ترین معیار سنجش ریسک بازار است که برابر با حداکثر زیانی است که ممکن است در یک دوره زمانی معین با در نظر گرفتن یک سطح اطمینان مشخص رخ دهد. ارزش در معرض خطر به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود.

$$p(r_t \le VaR_t(\alpha, k) = 1 - \alpha \qquad (1)$$

که r_t بیانگر بازده دارایی در زمان t، α سطح اطمینان یا میزان ریسک‌گریزی بیمه‌شونده است و k دوره زمانی است که ارزش در معرض خطر برای آن محاسبه می‌شود. به عبارت دیگر، α برابر است با احتمال اینکه ضرر بیمه‌شونده بیشتر از مقدار ارزش در معرض ریسک نباشد. یک قرارداد بیمه به دلیل داشتن محتوای مشترک در پرداخت تصادفی در آینده، می‌تواند مانند اختیارهای معامله تفسیر شود. اختیار معامله قراردادی بین خریدار و فروشنده است به‌طوری که خریدار از فروشنده اختیار معامله، حق خرید یا فروش دارایی را با قیمتی معین خریداری می‌کند و خریدار به فروشنده قیمت اختیار معامله را می‌پردازد.

1- Value at Risk (VaR)

یکی از مدل‌های مهم مالی که برای قیمت‌گذاری قراردادهای اختیار معامله با سررسید معین پیشنهاد شده است، مدل بلک شولز است. یک اختیار خرید اروپایی روی دارایی پایه S_t در زمان t و با قیمت توافقی K و زمان سررسید $t+\tau$ را در نظر بگیرید که به موجب آن صاحب قرارداد اختیار دارد که در زمان $t+\tau$ مبلغ تعینی K را پرداخت کرده و مبلغ تصادفی S_T را دریافت کند (بی‌یورک[1]، ۲۰۰۹). معادله قیمت‌گذاری بلک-شولز برای اختیار خرید اروپایی معامله شده در زمان t به صورت رابطه (۲) است که در آن N تابع توزیع تجمعی توزیع نرمال استاندارد و r نرخ بهره دارایی بدون ریسک است (بلک و شولز، ۱۹۷۳).

$$C_{BS}(S_t, K, \tau, \sigma, r) = S_t N(d_1) - e^{(-rt)} K N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad , \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau} \qquad (۲)$$

تحقیقات محدودی پیرامون قراردادهای مدیریت ریسک انجام شده است که در این-گونه تحقیقات، مسائل مدیریت ریسک براساس معیارهای سنجش ریسک و میزان صرفه ریسک[2] حاصل از قراردادهای پوشش‌دهنده ریسک طراحی شده‌اند.

راسموسن[3] (۱۹۹۷) در پژوهشی، مدل‌های دلیل رخداد تصادف اتومبیل را در جامعه آن زمان مطالعه کرده و با بررسی رابطه آن با قانون‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریت در جامعه، مدلی مناسب برای قیمت‌گذاری قراردادهای بیمه در تصادفات اتومبیل ارائه داده است.

در مطالعه آسا (۲۰۱۵)، نویسنده توابع غرامت حاشیه‌ای[4] را تعریف کرده و براساس آن یک قرارداد بهینه برای پوشش ریسک دارایی پایه طراحی کرده است. همچنین در این مقاله نشان داده است که اولویت‌های بازار، صرفه ریسک و زیان کلی موجود در بازار به

1- Bjork
2- Risk Premium
3- Rasmussen
4- Marginal Indemnification Functions (MIF)

طور جداگانه‌ای ایفای نقش می‌کنند. توابع غرامت حاشیه‌ای توسط ژانگ و همکاران[1] (۲۰۱۶) به‌وسیله ترکیب با روش لاگرانژ ارتقا پیدا کردند. این توابع به علت ویژگی‌های مناسبی که دارند، موجب تسهیل محاسبات شده و نقش اساسی در طراحی مساله مدیریت ریسک پیشنهاد شده در این مقاله دارند.

برنارد و تیان[2] (۲۰۰۹) راهکار مدیریت ریسک بهینه برای یک شرکت بیمه طراحی کردند که در آن از ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی[3] به عنوان معیار ریسک استفاده شده است. به طور کلی، در سال‌های اخیر، متخصصان مدیریت ریسک، تلاش کرده‌اند که مساله طراحی قراردادهای بهینه در بیمه و بیمه اتکایی را به خانواده‌های بزرگ‌تری از معیارها و صرفه‌های ریسک گسترش دهند. به عنوان مثال، چنگ[4]، (۲۰۱۰) و چی و تان[5] (۲۰۱۳) این مساله را با استفاده از خانواده صرفه ریسک کلی گسترش دادند. چنگ و همکاران[6] (۲۰۱۴) نیز با استفاده از اصل صرفه ریسک مورد انتظار برای محاسبه میزان صرفه ریسک و همچنین اصل پایایی معیارهای ریسک محدب، مساله طراحی قرارداد مدیریت ریسک را به خانواده‌های بزرگ‌تری تعمیم دادند.

۳- روش تحقیق

در عرصه مسائل مالی، مدیریت ریسک شامل تحلیل و کنترل سردرگمی در مسائل مربوط به سرمایه‌گذاری بوده و این امر زمانی اهمیت پیدا می‌کند که دارنده یک دارایی قصد دارد که سرمایه خود را در مقابل ریسک زیان احتمالی مصون سازد. بنابراین، دست‌یافتن به یک چارچوب دقیق برای قیمت‌گذاری قراردادهای مدیریت ریسک از مسائل مورد علاقه متخصصان مدیریت ریسک در سال‌های اخیر بوده است. در این بخش ابتدا قرارداد مدیریت ریسکی برای پوشش ریسک زیان یک بیمه‌شونده تنظیم شده و سپس با بهینه‌سازی ریسک زیان، قیمت قرارداد بهینه بیمه سهام به دست می‌آید.

1- Zhuang *et al.*
2- Bernard and Tian
3- Conditional Value at Risk (CVaR)
4- Cheung
5- Chi and Tan
6- Cheung *et al.*

۳-۱- قرارداد مدیریت ریسک

فرض کنید $(S_t)_{0<t<T}$ فرایند تصادفی ارزش یک دارایی ریسکی در بازه $[0,T]$ و $r>0$ نرخ بهره دارایی بدون ریسک باشد. اگر یک کارگزار در زمان صفر روی این دارایی سرمایه گذاری کند، مساله مورد نظر، مدیریت ریسک زیان احتمالی این کار است که این زیان به صورت $L=\left(S_0-e^{-rT}S_T\right)^+$ در نظر گرفته می‌شود که در آن $a^+=\max\{0,a\}$. برای مدیریت ریسک زیان، کارگزار اقدام به خرید یک قرارداد X (مانند یک قرارداد بیمه معمولی) با قیمت $\pi(X)$ می‌کند که در آن $0\le X\le L$ است؛ زیرا برای جلوگیری از بروز آربیتراژ، ارزش قرارداد نباید بیشتر از مقدار زیان کارگزار باشد و در بهترین شرایط می‌تواند برابر با مقدار زیان بوده و کل زیان را پوشش دهد. بنابراین، موقعیت کلی زیان کارگزار به صورت رابطه (۳) است.

$$P=L-X+\pi(X) \qquad (۳)$$

همچنین برای از بین بردن زیان حاصل از کژگزینی فرض می‌کنیم X و $L-X$ دارای خاصیت هم‌یکنواختی[1] هستند، یعنی هر دو آن‌ها به طور تقریبا حتمی[2]، تابعی صعودی از مجموع آن‌ها، یعنی L در نظر گرفته می‌شوند. به عبارت دیگر، افزایش در میزان زیان، موجب افزایش ارزش قرارداد شده و افزایش فاصله بین زیان و ارزش قرارداد می‌شود. در حقیقت زمانی که یک ادعا مانند ادعای دریافت بیمه خسارت مطرح می‌شود، هر دو طرف قرارداد باید خطر حاصل از این ادعا را احساس کنند؛ زیرا X متغیر زیان برای موسسه مدیریت ریسک بوده و $L-X$ متغیر زیان برای کارگزار یا سرمایه‌گذاری است که قرارداد را خریداری کرده است. بنابراین، هر دو آن‌ها باید توابعی صعودی از L باشند که در اینجا L متغیر زیان کلی است که متوجه قرارداد شده و موجب بروز ادعا می‌شود.

1- Comonotonicity
2- Almost Surely

۳-۲- بهینه‌سازی معیار ریسک

طبق قضیه اساسی قیمت‌گذاری دارایی‌ها در ریاضیات مالی، خاصیت عاری از آربیتراژ بودن بازار منجر به وجود یک اندازه مارتینگل Q می‌شود که فرآیند قیمت تنزیل شده $\left(e^{-rt}S_t\right)_{0\le t\le T}$ نسبت به Q یک مارتینگل است (بی‌یورک، ۲۰۰۹). علاوه بر این، زمانی که بازار کامل است این اندازه احتمال یکتا است. مهم‌ترین نکته قابل‌توجه در اینجا قیمتی است که بازار برای قرارداد تعیین می‌کند و موسسه مدیریت ریسک مجاز نیست که براساس راهکارهای سازمانی خود به قیمت‌گذاری قرارداد بپردازد. بنابراین، در یک بازار کامل فرض می‌کنیم که قیمت قرارداد برابر است با (رابطه (۴)):

$$\pi(X)=E^{Q}(X) \qquad (۴)$$

که بیان‌گر مقدار عایدی انتظاری قرارداد تحت اندازه مارتینگل Q است. در قیمت‌گذاری قرارداد مدیریت ریسک رایج‌ترین روش، مینیمم‌کردن موقعیت کلی ریسک[1] است. همچنین، فرض می‌کنیم معیاری که کارگزار برای سنجش میزان ریسک زیان استفاده می‌کند ارزش در معرض ریسک (VaR) است. بنابراین، موقعیت کلی زیانی که کارگزار نیازمند مینیمم کردن آن است برابر است با (رابطه (۵)):

$$\min_{\substack{0\le X\le L\\ X,L-X\ are\\ co-monotone}} \ VaR_{\alpha}(L-X)+\sup_{Q\in\Delta} E^{Q}(X) \qquad (۵)$$

دلیل استفاده از ارزش در معرض ریسک در این مساله این است که چون قیمت سهام در سررسید نامعلوم است با استفاده از این معیار می‌توان یک مقدار عددی برای آن به‌دست آورد. برای از بین بردن خطر کژگزینی فرض می‌کنیم که X و $L-X$ خاصیت هم-یکنواختی دارند. این فرضیه امکان استفاده از توابع غرامت حاشیه‌ای (MIF) را فراهم می-کند که این توابع در آسا (۲۰۱۵) مطرح شده و توسط ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) ارتقا پیدا کرده‌اند و نقش اساسی در اثبات فرمول قیمت‌گذاری مطرح‌شده در قضیه زیر را

1- Global Position of Risk

دارند. حال قضیه زیر را ارائه می‌کنیم که به موجب آن مساله قیمت‌گذاری قرارداد مدیریت ریسک به مساله قیمت‌گذاری اختیارهای خرید اروپایی تبدیل می‌شود.

قضیه: یک جواب بهینه برای رابطه (۵) برابر است با (رابطه (۶)):

$$X = \min\left\{\left(S_{\cdot} - e^{-rT}S_T\right)^+, \left(S_{\cdot} - e^{-rT}VaR_{(1-\alpha)}(S_T)\right)^+\right\} \qquad (۶)$$

و فرم این جواب برحسب قیمت دارایی در زمان T برابر است با (رابطه (۷)):

(۷)

$$f\left(S_T\right) = \left(S_{\cdot} - e^{-rT}VaR_{(1-\alpha)}(S_T)\right)^+ + e^{-rT}\left(S_T - S_{\cdot}e^{-rT}\right)^+ - e^{-rT}\left(S_T - Var_{1-\alpha}\left(S_T\right)\right)^+$$

جهت اثبات این قضیه ابتدا فرض می‌کنیم ریسکی که متوجه هر دو موسسه بیمه و بیمه اتکایی می‌شود باید تابعی صعودی از ارزش ادعای کلی X باشد. براساس آسا (۲۰۱۵)، مجموعه قراردادهای بیمه اتکایی مجاز براساس فضای توابع غرامت به صورت رابطه (۸) تعریف می‌شود.

$$C = \left\{0 \le R\left(x\right) \le x \mid R\left(x\right) \text{and } x - R\left(x\right) \text{ are non} - \text{decreasing}\right\} \qquad (۸)$$

که در آن $R(x)$ قرارداد بیمه اتکایی است. با این فرضیه، مساله بهینه‌سازی قرارداد مدیریت ریسک به رابطه (۹) تبدیل می‌شود.

$$\begin{cases} min\left\{VaR_{\alpha}\left(L - R\left(L\right)\right) + E^{Q}\left(R\left(L\right)\right)\right\} \\ R \in C \end{cases} \qquad (۹)$$

با استفاده از تابع لیپشیتز و لم‌های مطرح شده در ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) و همچنین با محاسبه مشتق رادون-نیکودیم اندازه مارتینگل Q به ازای هر $X=R(L)$ ، مساله مدیریت ریسک (۹) را با علم به صعودی بودن $x \to x - R\left(x\right)$ می‌توان به صورت رابطه (۱۰) بازنویسی کرد.

$$\min_{R\in C} VaR_\alpha(L) - \int_{۰}^{\infty} I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(z)\,R'(z)\,dz + \int_{۰}^{\infty}\left(۱-F_{L_۱}(z)\right)R'(z)\,dz$$
$$= \min_{R\in C} VaR_\alpha(L) + \int_{۰}^{\infty}\left(\left(۱-F_{L_۱}(z)\right) - I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(z)\right)R'(z)\,dz \qquad (۱۰)$$

بنابراین، جواب بهینه به صورت رابطه (۱۱) حاصل می‌شود.

$$R'(z) = \begin{cases} ۱ & ۱-F_{L_۱}(z) < I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(Z) \\ ۰ & ۱-F_{L_۱}(z) > I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(Z) \end{cases} \qquad (۱۱)$$

و اگر $۱-F_{L_۱}(z) = I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(Z)$ آن‌گاه R' می‌تواند هر مقداری در بازه $[۰,۱]$ را اختیار کند. با توجه به حالت‌های $z\in[۰,VaR_\alpha(L)]$ $(I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(z)=۰)$ $I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(z)=۱, (z\notin[۰,VaR_\alpha(L)])$ ضابطه دوم (اول) نمی‌تواند رخ دهد و $R'(z)=۱$، $(R'(z)=۰)$ خواهد بود. از این رو، جواب بهینه می‌تواند به صورت رابطه (۱۲) باشد.

$$R(x) = \int_{۰}^{\infty} I_{[۰,VaR_\alpha(L)]}(z)\,dz - \min\left(x, VaR_\alpha(L)\right) \qquad (۱۲)$$

که با علم به صعودی بودن $x \to \left(S_۰ - e^{-rT}x\right)^+$، جواب مساله مدیریت ریسک به صورت رابطه (۱۳) حاصل می‌شود.

$$X = R(L) = \min\left(\left(S_۰ - e^{-rT}S_T\right)^+, \left(S_۰ - e^{-rT}VaR_{۱-\alpha}(S_T)\right)^+\right) \qquad (۱۳)$$

روشن است که چنانچه $S_۰ < e^{-rT}VaR_{۱-\alpha}(S_T)$ به وضوح $X = R(L) = ۰$. اگر $S_۰ > e^{-rT}VaR_{۱-\alpha}(S_T)$ رابطه (۱۴) را خواهیم داشت و در نتیجه حکم برقرار است.

(۱۴)

$$X = R(L) = \min\left(\left(S_0 - e^{-rT}S_T\right)^+, \left(S_0 - e^{-rT}VaR_{1-\alpha}(S_T)\right)^+\right)$$

$$= \begin{cases} \left(S_0 - e^{-rT}S_T\right)_+, & S_T \geq VaR_{1-\alpha}(S_T) \\ \left(S_0 - e^{-rT}VaR_{1-\alpha}(S_T)\right)^+ & S_T < VaR_{1-\alpha}(S_T) \end{cases}$$

$$= \begin{cases} 0, & S_T > e^{rT}S_0 \\ S_0 - e^{-rT}S_T, & VaR_{1-\alpha}(S_T) \leq S_T \leq e^{rT}S_0 \\ \left(S_0 - e^{-rT}VaR_{1-\alpha}(S_T)\right)^+, & S_T < VaR_{1-\alpha}(S_T) \end{cases}$$

$$= \left(S_0 - e^{-rT}VaR_{(1-\alpha)}(S_T)\right)^+ + e^{-rt}\left(S_T - S_0 e^{-rT}\right)^+ - e^{-rT}\left(S_T - Var_{1-\alpha}(S_T)\right)^+$$

معادله (۶) برابر با میزان عایدی بیمه شونده است که در صورت بروز خسارت، تفاوت بین قیمت اولیه دارایی و قیمت تنزیل شده به بیمه‌شونده پرداخت می‌شود. این قضیه نشان می‌دهد که قیمت بهینه برای قرارداد X یک ترکیب خطی از یک عبارت عاری از ریسک و دو قرارداد اختیار خرید اروپایی است. با توجه به فرمول قیمت‌گذاری قرارداد مدیریت ریسک در بخش قبل با اعمال امید ریاضی روی جواب فوق خواهیم دید که جمله اول عبارت (۷) عاری از ریسک است؛ زیرا به متغیر تصادفی S_T بستگی ندارد و به راحتی با استفاده از اطلاعات بازار قابل محاسبه است، اما جملات دوم و سوم به نوعی مانند فرمول قیمت‌گذاری اختیارات خرید اروپایی تحت مدل بلک-شولز هستند که قیمت توافقی در جمله دوم برابر با $K_1 = S_0 e^{-rT}$ و در جمله سوم برابر با $K_2 = VaR_{1-\alpha}(S_T)$ است. بنابراین، برای تعیین قیمت بهینه قرارداد پوشش‌دهنده ریسک، کافی است مطمئن شویم که اختیارات خرید اروپایی به درستی قیمت‌گذاری شده باشند. بنابراین، راهکار حل مساله به این صورت است که ابتدا یک مدل حرکت براونی هندسی را برای قیمت دارایی پایه S_T به صورت رابطه (۱۵) در نظر می‌گیریم.

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dw_t, \qquad 0 \leq t \leq T \qquad (۱۵)$$

که در آن w_t فرآیند حرکت براونی هندسی است. سپس، براساس مطالب مطرح شده در بخش قبل، در یک بازار کامل باید شرایط را به گونه‌ای در نظر بگیریم که اختیارات خرید اروپایی به درستی قیمت‌گذاری شوند.

٤- یافته‌های تحقیق

در این قسمت الگوریتم پیشنهادی تعیین میزان بهینه قرارداد بیمه سهام برای داده‌های بازار سهام در بازار بورس اوراق بهادار تهران مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌طور که در بخش قبل با مدل‌بندی ریاضی مشخص شد به منظور تعیین قیمت بهینه برای قرارداد بیمه سهام باید اطمینان از قیمت‌گذاری صحیح اختیارهای خرید اروپایی حاصل شود که میزان بهینه قرارداد بیمه از معادله (۷) تعیین می‌شود. فرآیند استفاده از داده‌های سهام منتخب بازار بورس اوراق بهادار تهران برای هر سهم و طی هر سال قرارداد بیمه به این صورت است که بازده روزانه سهام محاسبه شد و میزان تلاطم تاریخی با انحراف معیار بازده سهام به‌دست آمد. براساس مدل بلک-شولز، قیمت سهام از فرآیند حرکت براونی هندسی تبعیت می‌کند که در آن S_T دارای توزیع نرمال لگاریتمی است. از این رو، معیار ارزش در معرض خطر (VaR) با توجه به توزیع نرمال لگاریتمی هر سهام با ضریب ریسک‌گریزی ۰/۰۵ محاسبه شد. قیمت اولیه سهام (S_0)، آخرین قیمت معامله شده در انتهای هر سال است که برای سال آتی آن، قرارداد بیمه وضع می‌شود و نرخ بازده بدون ریسک نیز برابر ۰/۱۵ و زمان تا سررسید نیز برابر یک سال در نظر گرفته شده است. جمله اول معادله (۷) به این ترتیب محاسبه شده و جهت محاسبه جملات دوم و سوم، چون این جملات به مقدار تصادفی S_T وابسته هستند از رویکرد مشابه فرمول قیمت‌گذاری اختیار خرید اروپایی براساس مدل بلک-شولز با قیمت توافقی معین روی سهم موردنظر استفاده شد. به این ترتیب میزان بهینه قرارداد بیمه هر سهم برای هر سال از معادله (۷) به دست می‌آید.

خلاصه الگوریتم پیشنهادی تحقیق جهت تعیین میزان بهینه قرارداد بیمه سهام به صورت زیر است:

۱- با استفاده از داده‌های بازده سهام در طول یک سال قبل از زمان معامله سهام، مقدار تلاطم تاریخی را براساس انحراف معیار این داده‌ها محاسبه کنید.

۲- مقدار ارزش در معرض ریسک را برای توزیع نرمال لگاریتمی (توزیع فرایند قیمت دارایی پایه در مدل بلک-شولز) با ضریب ریسک‌گریزی ۰/۰۵ به دست آورید.
۳- جمله بدون ریسک و مقادیر قیمت‌های توافقی در جملات دوم و سوم فرمول قیمت‌گذاری قرارداد را با استفاده از قیمت اولیه سهام، زمان تا سررسید یک ساله، نرخ بهره ۰/۱۵ برای دارایی بدون ریسک و مقدار ارزش در معرض ریسک به‌دست آورید.
۴- با استفاده ازمقادیر به دست آمده در قسمت های قبل، قیمت اختیارات خرید اروپایی را محاسبه کنید.
۵- با استفاده از قیمت‌های به دست آمده برای اختیارات خرید اروپایی و مقدار جمله بدون ریسک در قرارداد، قیمت قرارداد بیمه را تعیین کنید.

این الگوریتم برای سهام منتخب بورس اوراق بهادار تهران شامل ایران دارو، افست، مخابرات ایران، ایران ترانسفو، فولاد خراسان، فولاد خوزستان، صنایع مس ایران، فولاد مبارکه اصفهان، کشتیرانی ایران و شرکت ارتباطات سیار ایران طی دوره زمانی ۷ ساله ۱۳۹۶-۱۳۹۰ به صورت تواتر روزانه اجرا شد. اطلاعات مربوط به قیمت سهام از پایگاه داده بورس اوراق بهادار تهران اخذ شده است. بدیهی است که سهم‌های مورد استفاده باید دارای وضعیت عادی و قابل معامله باشد که تمامی سهام منتخب در این مقاله این ویژگی‌ها را دارند. نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی جهت تعیین میزان بهینه قرارداد بیمه سهام در جدولو (۱) ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، میزان بهینه قرارداد بیمه برای هر سهم براساس الگوریتم پیشنهادی تعیین شده است و ملاحظه می‌شود که این میزان براساس درصدی از قیمت اولیه سهام است که تغییر می‌کند. میزان بهینه قرارداد بیمه برای سهام به طور میانگین براساس ۱ درصد از قیمت اولیه سهام است که نرخی برابر با انتظار است. روشن است که هرچه قیمت اولیه سهام بیشتر باشد، میزان بهینه قرارداد بیمه بیشتر است.

در جدول (۱) مشاهده می‌شود دو سهمی که هرچند تقریبا قیمت برابری دارند، اما میزان بهینه قرارداد بیمه سهام با هم متفاوت است. برای این منظور، لازم است به نوسان یا تلاطم سهم توجه شود. نمودار (۱) به طور شهودی نوسان و درصد بیمه را برای هر سهم طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۰ نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، میزان بهینه به‌دست آمده

برای قرارداد بیمه هر سهم با استفاده از الگوریتم پیشنهادی این مقاله به خوبی مسیر تلاطم را دنبال می‌کند.

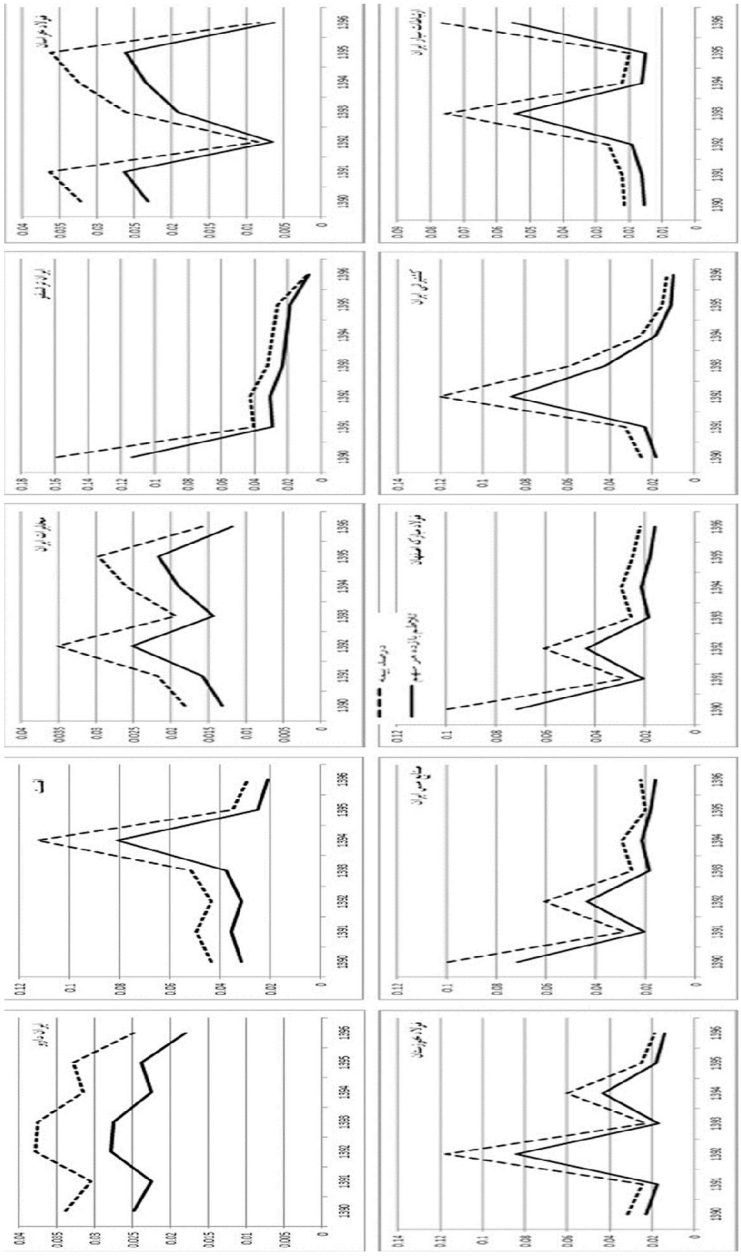
جدول (۱). نتایج محاسبه میزان بهینه قرارداد بهینه سهام طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰

	سهام شرکت‌ها	ایران دارو	افست	مخابرات ایران	ایران ترانسفو	فولاد خراسان	فولاد خوزستان	صنایع مس ایران	فولاد مبارکه اصفهان	کشتیرانی ایران	ارتباطات سیار ایران
قیمت اولیه سهام	۹۰	٤٧٧٠	٤٠٦٤	٣٢٨٥	٣٢٤٤	٥٨٠٤	١٣٤٩٠	٤٨٠١	٢٩٦٨	٨٢٧	٥٥٥٢٢
	۹۱	٣٦٧٤	٣٦٠٤	٢٢٨٦	١٩٣٧	٧٩١٤	٢٥٩٦٩	٥٨٢٦	٤٢٩٩	١٢٠٠	٤٥٨٦٦
	۹۲	٧٥٤٣	١١٠٤٩	٣٣٨٦	٥٦١٣	٩٦٣٨	٩٣٩٣	٣١٨٧	٤٣٢٣	٤٢٢٢	٦٢٥٣١
	۹۳	٥٦٥٦	١٢٢٦٨	٢٥٧٦	٨٢٧٦	٦٢٩٤	٤٢٠٩	١٨٧٣	١٩٢٠	٣٣٨٥	٢٩٨٤٣
	۹٤	٥١٠١	٤١٣٩	٢٩٣٠	١٤٧٢٤	٣٩٨٨	٢٤٤٠	١٧٤٣	١٤٠٤	٥٧٤٢	٣٨١٦١
	۹٥	٣٤٢٤	٨٣٤٢	٢٣١٢	١٣٦١٣	٤٨٩٠	٣٢٧٨	٢٠٠٧	١٤٠٩	٣٨٤٧	٣٦٥٨٦
	۹٦	١٨٢١	١٢٣٠٢	٢٢١٤	٥٣٢٦	٣٧١٧	٤٨٣٣	٢٦٦١	٢٨٧٧	٣٧٤٦	١٨١١٦
میزان بهینه قرارداد بیمه (برای سال آتی)	۹۰	٤٧/٢٦	٥١/٠٦	١٧/٣٩	١٤٦/٤٩	٥٣/٦٠	١٢٢/٤١	١٣٧/٣٦	٨٤/٩٢	٦/٠١	٣٤٣/٧٧
	۹۱	٣٢/٩٧	٥١/١٩	١٤/٤٧	٢٢/٧٩	٨٣/٥٠	١٨٣/٩٥	٤٧/٥١	٣٥/٠٦	١١/٣٢	٢٩٤/٢٩
	۹۲	٨٣/٨١	١٣٩/٧٥	٣٣/٩٥	٦٨/٤١	٢٤/٧٧	٣١٥/٩٨	٥٥/١٢	٧٤/٧٦	١٤٥/٣٢	٤٧٧/٩٨
	۹۳	٦٢/١٥	١٨٣/٦٠	١٤/٧٢	٧٧/٤٢	٤٨/٢٠	٢٨/٦٠	١٣/٧٩	١٤/١٤	٥٧/٢٣	٦٤٦/٤٩
	۹٤	٤٥/٩٤	١٣٣/٦٧	٢٢/٢٠	١٢٦/٠٧	٣٧/٣٧	٤٢/١٠	١٥/٠٠	١٢/٠٨	٤١/٤٧	٢٤٦/٦١
	۹٥	٣٢/٥٦	٨٣/٦٩	٢٠/٠٩	١٠٣/٥٣	٥١/١٢	٢٣/٤٩	١٤/٥٢	١٠/١٩	١٧/١٠	٢١٧/٥٥
	۹٦	١٣/٠٤	١٠٢/٥٦	١٠/٤٩	٥/٥٤	٩/٥٢	٢٦/٨٨	١٧/١٦	١٨/٥٥	١٤/٥٧	٣٩٩/٦٧
درصد بیمه (برای سال آتی)	۹۰	٠/٠٠٩	٠/٠١٢	٠/٠٠٥	٠/٠٤٥	٠/٠٠٩	٠/٠٠٩	٠/٠٢٨	٠/٠٢٨	٠/٠٠٧	٠/٠٠٦
	۹۱	٠/٠٠٨	٠/٠١٤	٠/٠٠٦	٠/٠١١	٠/٠١	٠/٠٠٧	٠/٠٠٨	٠/٠٠٨	٠/٠٠٩	٠/٠٠٦
	۹۲	٠/٠١	٠/٠١٢	٠/٠١	٠/٠١٢	٠/٠٠٢	٠/٠٣٣	٠/٠١٧	٠/٠١٧	٠/٠٣٤	٠/٠٠٧
	۹۳	٠/٠١	٠/٠١٤	٠/٠٠٥	٠/٠٠٩	٠/٠٠٧	٠/٠٠٦	٠/٠٠٧	٠/٠٠٧	٠/٠١٦	٠/٠٢١
	۹٤	٠/٠٠٩	٠/٠٣٢	٠/٠٠٧	٠/٠٠٨	٠/٠٠٩	٠/٠١٧	٠/٠٠٨	٠/٠٠٨	٠/٠٠٧	٠/٠٠٦
	۹٥	٠/٠٠٩	٠/٠١	٠/٠٠٨	٠/٠٠٧	٠/٠١	٠/٠٠٧	٠/٠٠٧	٠/٠٠٧	٠/٠٠٤	٠/٠٠٥
	۹٦	٠/٠٠٧	٠/٠٠٨	٠/٠٠٤	٠/٠٠١	٠/٠٠٢	٠/٠٠٥	٠/٠٠٦	٠/٠٠٦	٠/٠٠٣	٠/٠٢٢

* توضیح: چنانچه قرارداد بیمه به عنوان مثال برای سال ۹۱ وضع شود، در این صورت آخرین قیمت معامله شده در سال ۹۰، به عنوان قیمت اولیه سهام در نظر گرفته می‌شود و میزان بهینه قرارداد بیمه در سال ۹۰، قیمتی است که بیمه‌شونده می‌بایست برای بیمه سهام خود در سال آتی آن (۹۱) به بیمه‌گر پرداخت نماید.

به منظور بررسی دقیق‌تر این موضوع، ارتباط میزان بهینه قرارداد بیمه سهام و تلاطم سهام براساس ضریب همبستگی پیرسون در جدول (۲) ارائه شده که حاکی از تایید همبستگی مثبت و معنادار بین میزان بهینه قرارداد بیمه و نوسان سهام است.

نمودار (۱): مجموعه نمودارهای نوسان و درصد بیمه برای هر سهم در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۰



جدول (۲): نتایج آزمون همبستگی میزان بهینه قرارداد بیمه و تلاطم سهام

ضریب همبستگی پیرسون	آماره آزمون t	درجه آزادی	P-value
۰/۳۵	۳/۰۸	٦٨	۰/۰۰۲

بر اساس جدول (۲)، آن‌چه علاوه بر قیمت اولیه سهام، میزان بهینه قرارداد بیمه سهام حاصل از الگوریتم پیشنهادی را تغییر می‌دهد، نوسان تاریخی سهام است که مطابق با تئوری، انتظار می‌رود سهام‌های دارای نوسان و ریسک بیشتر، مبلغ بیمه بیشتری داشته باشند. از این رو، شرکت‌های بیمه مطابق با میزان بهینه قرارداد مبتنی بر الگوریتم پیشنهادی در سال‌های با تلاطم بیشتر، حق بیمه بیشتری دریافت می‌کنند.

میزان قرارداد بیمه تعیین شده با الگوریتم پیشنهادی به این دلیل بهینه است که از طرفی زیان بیمه‌شونده را حداقل می‌کند و از طرف دیگر برای بیمه‌گر تمایل به وضع قرارداد بیمه در شرایط نوسان عادی وجود دارد. روشن است که بیمه‌گر باید برای وضع قرارداد بیمه روی سهام علاوه بر تعیین قرارداد بهینه با الگوریتم پیشنهادی، وضعیت شرکت سهامی را نیز به طور مداوم رصد و در صورت نیاز، استراتژی‌های دیگری را مشابه سایر بیمه‌های معمول نیز اتخاذ کند.

۵- نتیجه‌گیری

مدیریت ریسک یکی از مهم‌ترین مباحث در ادبیات مالی است. مدیریت ریسک در بازار سهام، مجموعه روش‌ها و ابزارهایی است که برای کاهش یا پوشش خطرات ناشی از نوسان قیمت بازار سهام به‌کارگرفته می‌شود که سبدگردانی و اختیارهای معامله از جمله این روش‌ها به‌شمار می‌روند.

هرچند که اختیارهای معامله در بازار بورس ایران راه یافته‌اند، اما به دلیل مشکلات ساختاری بازار سهام، چندان در مدیریت ریسک بازار سهام موفق نبوده‌اند. از این رو، سرمایه‌گذاری در بازار سهام ایران همچنان از سرمایه‌گذاری‌های پرریسک محسوب می‌شود. همچنین شرکت‌های بیمه همواره تمایل دارند ابزارهای جدیدی را معرفی کنند تا مشتریان بیشتری جذب شرکت شوند. قرارداد بیمه سهام می‌تواند از یک سو موجب تشویق سرمایه‌گذاری و رونق بازار سهام شود و از سوی دیگر، منابع جدیدی در اختیار شرکت-

های بیمه قرار دهد. در هر قرارداد بیمه، تعیین میزان قرارداد از چالش‌انگیزترین مسائلی است که بین بیمه‌گر و بیمه‌شونده مطرح می‌شود. در این مقاله، تلاش شده است میزان بهینه قرارداد بیمه بر سهام در بازار بورس اوراق بهادار تهران تعیین شود. برای این منظور ابتدا در قالب یک مساله، قرارداد مدیریت ریسکی برای سهام ارائه می‌شود که باید زیان حاصل از ریسک بیمه‌شونده حداقل شود.

با مدل‌بندی ریاضی و با استفاده از قضایای مطرح شده در مقاله، این نتیجه حاصل شد که جهت دستیابی به میزان بهینه قرارداد بیمه سهام، تنها لازم است که قراردادهای چند لایه و یا به طور معادل اختیارهای خرید اروپایی به طور صحیح قیمت‌گذاری شوند. پس از ارائه این نتیجه مهم، الگوریتم پیشنهادی تحقیق روی داده‌های سهام بازار بورس اوراق بهادار تهران اجرا شد. نتایج حاکی از این است که برای هر سهام، میزان بهینه قرارداد بیمه حاصل از این رویکرد، براساس درصدی از قیمت اولیه سهام است که در طول سال‌های مورد مطالعه نیز تغییر می‌کند. بررسی بیشتر این موضوع نشان داد عنصر کلیدی که در تغییر میزان بهینه قرارداد بیمه سهام تاثیرگذار است، نوسان یا تلاطم تاریخی سهام است به طوری که با افزایش تلاطم سهام، میزان بهینه قرارداد بیمه افزایش می‌یابد. این یافته مطابق با تئوری و انتظار است و بر این دلالت دارد که دارندگان سهام ریسکی‌تر باید میزان حق بیمه بیشتری پرداخت کنند تا ریسک را به بیمه‌گر منتقل کند. روشن است که در این صورت مشکل کژگزینی و پیامدهای اطلاعات نامتقارن در بازار بیمه سهام تضعیف می‌شود.

الگوریتم پیشنهادی در این مقاله با تعیین میزان بهینه قرارداد بیمه سهام راهکاری جهت مدیریت ریسک در بازار سهام ارائه می‌دهد به طوری که با وضع بیمه در بازار سهام، ریسک به دارنده مزیت نسبی در ریسک انتقال می‌یابد. در این صورت سهام‌دار تمایل دارد قیمتی را به بیمه‌گر بپردازد تا ریسک به بیمه‌گر منتقل شود. همچنین از آنجا که قرارداد بهینه وضعیت هر دو بیمه‌گر و بیمه‌شونده به طور یکنواخت تغییر می‌دهد، توافق طرفین صورت می‌گیرد. بدیهی است که با وضع بیمه روی سهام، همانند سایر کالاهایی که قرارداد بیمه روی آن‌ها وضع می‌شود، علاوه بر تعیین میزان بهینه قرارداد، باید سایر شرایط و ویژگی‌های خاص سهام و شرکت مربوط به آن مورد توجه قرار گیرد تا استراتژی‌هایی متناسب اتخاذ شود.

منابع

الف- فارسی

احمدیان، اعظم و مهران کیانوند (۱۳۹۴)، «تحلیل نقش بانک مرکزی در کاهش احتمال رخداد ریسک نقدینگی در شبکه بانکی کشور»، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۵۹: ۹۳-۵۷.

تهرانی، رضا و مجتبی تقی‌پور (۱۳۸۷)، «معرفی روش‌های بیمه سرمایه‌گذاری‌های مالی و امکان‌سنجی فقهی کاربرد آن‌ها»، *مطالعات اقتصاد اسلامی*، ۱: ۷۵-۴۳.

محمدی، شاپور، رضا راعی و آرش فیض‌آباد (۱۳۸۷)، «محاسبه ارزش در معرض خطر پارامتریک با استفاده از مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی در بورس اوراق بهادار تهران»، *تحقیقات مالی*، ۲۵: ۱۲۴-۱۰۹.

مهدوی، غدیر و ملیحه رجائی (۱۳۹۱)، «بررسی وجود انتخاب مساعد در بیمه بدنه اتومبیل و اثر آن بر تعیین حق بیمه در صنعت بیمه کشور ایران»، *تحقیقات اقتصادی*،۴۷: ۱۸۴-۱۶۵.

هوشمند، محمود و پروین تشکری صالح (۱۳۸۷)، «نقش صنعت بیمه در کاهس ریسک سرمایه‌گذاری در بازار بورس اوراق بهادار»، *صنعت بیمه*، ۸۹ و ۹۰: ۲۰۶-۱۸۵.

ب- انگلیسی

Akerlof, G.A. (1970), "The Market for 'Lemons':Qualitative Uncertainty and the Market Mechanism", *Quarterly Journal of Economics*, 84:488- 500.

Assa, H. (2015), "On Optimal Reinsurance Policy with Distortion Risk Measures and Premiums", *Insurance: Mathematics and Economics*, 61: 70-75.

Assa, H. and Okhrati, R. (2018), "Designing Sound Deposit Insurances", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 327: 226-242.

Bernard, C. and Tian, W. (2009), "Optimal Reinsurance Arrangements Under Tail Risk Measures", *The Journal of Risk and Insurance*, 76: 709-725.

Bjork, T. (2009) *Arbitrage Theory in Continuous Time,* United Kingdom, Oxford University Press.

Black F. and Scholes, M. (1973). "The pricing of options and corporate liabilities". Journal of Political Economy, 81(3): 637-654.

Cheung, K. C. (2010), "Optimal Reinsurance Revisited - A Geometric Approach", *Astin Bull*, 40 (1): 221–239.

Cheung, K., Sung, K., Yam, S. and Yung, S. (2014), "Optimal Reinsurance under General Law-invariant Risk Measures", *Scandinavian Actuarial Journal*, (1): 72–91.

Chi, Y. and K. S. Tan (2013), "Optimal Reinsurance with General Premium Principles", *Insurance: Mathematics and Economics* 52 (2): 180 – 189.

Rasmussen, Jens. (1997), "Risk Management in a Dynamic Society: A Modelling Problem", *Safety science*, 27.2-3: 183-213.

Zhuang, S. C., Weng, C., Tan, K. S., and Assa, H. (2016), "Marginal Indemnification Function Formulation for Optimal Reinsurance", *Insurance: Mathematics and Economics*, 67: 65-76.