

ارزیابی ریسک سرمایه‌گذاری در یک پرتفوی؛ کاربرد ارزش در معرض ریسک

صبا مرادی^۱، محمد بهادری^۲، سمیه شیرزادی لسکوکلایه^{۳*}

چکیده

امکان کمی‌سازی ریسک بازار در شرایط نوسانات بالا در بازار سهام به ویژه برای فرآیندهای سرمایه‌گذاری در بازارهای نوظهور بسیار حائز اهمیت است. یک رویکرد آماری برای تعیین کمی میزان ریسکی که یک پرتفوی دارایی از حرکات غیرمنتظره بازار، نرخ ارز، نرخ بهره، قیمت کالاها و ارزش سهام متحمل می‌شود، معیار ارزش در معرض ریسک است. این مطالعه بازده قیمتی یک پرتفوی متشکل از سهام هشت شرکت قندی را با استفاده از اطلاعات سری ماهانه طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ با بهره‌گیری از نرم افزار @Risk5.2 بررسی کرد. نتایج نشان می‌دهد که انتظار می‌رود بازده ماهانه پرتفوی در ماه بعد از برآورد مدل با احتمال تنها ۵٪ ضرری بیشتر از $-30/80$ نداشته باشد. همچنین کمترین و بالاترین VaR مشاهده شده به ترتیب در سال ۱۳۹۸ و سال ۱۳۹۴ بود. برای ارزیابی بیشتر عملکرد شبیه سازی مونت کارلو و تأیید صحت این برآوردها، میانگین خطای درصد مطلق MAPE محاسبه شد که خوبی پیش‌بینی را تأیید کرد. به طور کلی نتیجه به دست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که مونت کارلو یک روش انعطاف پذیر و دقیق برای پیش‌بینی VaR ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ارزش در معرض ریسک، ریزش مورد انتظار، سید سهام، شبیه‌سازی مونت کارلو

^۱ دانشجویان دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

^۲ دانشجویان دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

^۳ استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (**نویسنده مسئول)

*Email: s.shirzadi@sanru.ac.ir

مقدمه

مدتهاست که در تحقیقات مالی به اهمیت کمی‌سازی ریسک پی برده‌اند، اما گسترش فعلی فعالیت‌های تجاری مالی، نیاز به رویکردهای دقیق‌تر و قابل اعتماد برای تعیین کمیت و مدیریت ریسک‌های بازار را از اهمیت بیشتری برخوردار کرده است. یکی از روش‌های اخیر اندازه‌گیری ریسک بازار که توجه زیادی را به خود جلب کرده است، ارزش در معرض ریسک است. ارزش در معرض ریسک (VaR) یک رویکرد آماری برای تعیین کمی میزان ریسکی است که ممکن است یک پرتفوی دارایی از طریق حرکات غیرمنتظره بازار، نرخ ارز، نرخ بهره، قیمت کالاها و ارزش سهام در معرض آن قرار بگیرد. VaR متناظر با یک سبد سهام تابعی از دو پارامتر افق زمانی و سطح اطمینان است به عنوان مثال، در سطح اطمینان ۹۹٪، VaR مقدار زبانی را ارائه می‌دهد که انتظار نمی‌رود در ۹۹ درصد روزهای معاملاتی از آن عبور کنند یک درصد باقی مانده از توزیع احتمال جایی است که بیشترین تلفات ممکن رخ می‌دهد. از آنجا که مدیران و تصمیم‌گیران پتانسیل تحقق سودهای بزرگ را از ریسک نمی‌دانند، از نظر بسیاری از محققان معیار VaR بسیار مشهودتر از اقدامات ریسک سنتی تلقی می‌شود (Hawes et al., 2005). از نظر Hull (2000) ارزش در معرض ریسک جایگزین جذابی برای ابزارهای سنتی اندازه‌گیری ریسک ارائه می‌دهد.

روش‌های محاسبه VaR به دو نوع پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم می‌شود. در روش پارامتریک کاربر نیازمند فرض روشنی از توزیع بازده است. واریانس-کواریانس^۱ محبوب‌ترین نسخه از این روش خاص می‌باشد. روش ناپارامتریک شامل شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو می‌باشد. کاربرد هر یک از این روش‌ها به میزان زیادی تحت تاثیر نیازهای تحلیلگران و تصمیم‌گیرندگان، نوع دارایی‌های مورد بررسی، میزان دقت و سرعت مورد نظر محاسبات و سایر ملاحظات است (Salehi Sadaghiani., 2007). در رویکرد شبیه‌سازی مونت کارلو قیمت‌های بالقوه با استفاده از داده‌های گذشته تولید می‌شوند و سپس برای ارزیابی مجدد نمونه کارها برای تعیین توزیع بازده استفاده می‌شوند. این بازده‌های شبیه‌سازی شده تصادفی بوده و نمایانگر رویدادهایی است که احتمال رخداد آنها وجود دارد. بنابراین این رویکرد بر این فرض نیست که رویدادهای گذشته در آینده تکرار شوند. روش مونت کارلو قادر به کنترل عدم ایستایی^۲ بازده و همچنین غیر پارامتری بودن^۳ است. این امر مستلزم مشخصات فرآیند تصادفی بازار است که برای تولید تصادفی تعداد زیادی از نرخ بازار مورد استفاده قرار می‌گیرد. رویکرد مونت کارلو آینده نگر و جامع است، زیرا قادر به ارزیابی وقایع احتمالی است که هنوز رخ نداده. بعلاوه از آنجا که کل پرتفوی مورد ارزیابی مجدد قرار می‌گیرد، در صورت تغییر رابطه بین ارزش پرتفوی و دارایی، بهتر می‌توان مشخصات ریسک واقعی پرتفوی را به دست آورد. به همین دلیل این روش ارجح‌ترین گزینه برای مدیریت اوراق بهادار است (Brown & Chan., 2010) در مورد ریسک پرتفوی در بازار بورس و اوراق بهادار با معیار مذکور مطالعاتی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته که از میان آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. Mojtahedi et al (2020) از معیار EDH^۴ برای اندازه‌گیری ریسک سیستماتیک سهام شرکت‌های صنایع غذایی طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۴ استفاده کردند. نتایج نشان داد که در نظر گرفتن ریسک سیستماتیک سبب می‌شود که پرتفوی به سمت انتخاب سهام شرکت‌هایی حرکت کند که کمترین

^۱ Variance-Covariance Method

^۲ Non-stationarity

^۳ Non-parametric statistics

^۴ Extreme Downside Hedge

تاثیرپذیری از شرایط بازار را دارند. Lotfalipour et al (2017) مطالعه‌ای را با هدف پیاده‌سازی یک روش ترکیبی محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی ($CVaR^1$) که تلاطم را در ویژگی خوشه‌ای مدل‌سازی کردند. یافته‌های این نتایج نشان داد که استفاده از روش 2 FIGARCH-EVT منجر به تخمین دقیق‌تری از $CVaR$ نسبت به روش HS^2 می‌شود. و به طور کلی مدل‌هایی که واریانس ناهمسانی را در نظر می‌گیرند نسبت به روش HS از دقت بالاتری برخوردارند.

از میان مطالعات خارجی، Silva et al (2017) به بررسی کارایی مدل‌های بهینه‌سازی پرتفوی سنتی سهامی می‌پردازد که بازده دارایی‌های مالی آنها بسیار بی‌ثبات هستند و مدل‌های بهینه‌سازی جایگزینی را توسعه می‌دهند که میانگین انحراف مطلق (MAD) و مقدار شرطی در معرض خطر (CVaR) را ترکیب می‌کند. نتایج کار ایشان نشان داد که مدل‌های سنتی، اوراق بهادار با بازده بالاتر را ارائه می‌دهند، اما مدل پیشنهادی این مطالعه قادر به تولید پرتفوی کم‌ریسکی است که ممکن است در بازارهای بی‌ثبات جذابیت بیشتری داشته باشد. همچنین Terinte (2015) قابلیت روش ارزش در معرض ریسک را در بازار سرمایه رومانی با هدف ارزیابی عملکرد روش‌های شبیه‌سازی تاریخی، واریانس-کوواریانس و شبیه‌سازی مونت کارلو بررسی کرد. نتایج کار وی نشان داد که با توجه به نوسان زیادی که در بازارهای سرمایه بین‌المللی و بازار رومانی وجود دارد، کمی‌سازی دقیق ریسک بازار شرط ضروری مدیریت ریسک است و ارزش در معرض خطر بهترین روش برای اندازه‌گیری و کمی‌سازی ریسک‌های مالی در بازارهای سرمایه توسعه یافته است. در همین راستا این مطالعه با هدف پیش‌بینی بازده قیمتی و محاسبه ارزش در معرض ریسک پرتفوی فرضی شرکت‌های قندی انجام شد.

روش تحقیق

در این مطالعه جهت محاسبه بازدهی سهام از بازده لگاریتمی استفاده می‌شود که به صورت رابطه (۱) تعریف شده است:

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \times 100 \quad (1)$$

که در اینجا R_t بازده قیمتی در زمان t ؛ P_t قیمت در زمان t و P_{t-1} قیمت در زمان $t-1$ است. بازده کل پرتفوی نیز به صورت جمع موزونی از سهام شرکت‌های مورد مطالعه در نظر گرفته شد که در رابطه (۲) آمده است:

$$R^* = \sum_{i=1}^8 w_i R_i \quad (2)$$

در این رابطه R^* بازده کل پرتفوی و w_i وزن سهام هر یک از شرکت‌ها در پرتفوی است که در بازده قیمتی R_i ضرب می‌شود. در مرحله بعد توزیع داده‌های قیمت با استفاده از نرم افزار @Risk مشخص می‌شود. برای بررسی

¹ Conditional Value at Risk

² Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity -EVT

³ Historical simulation

توزیع داده‌ها آزمون‌های زیادی از جمله آزمون‌های اندرسون دارلینگ، کلوموگوف-اسمیرنوف، شاپیرو-ویلک، جارکو-برای، لیلیفورس، نیکویی برازش کای دو، دی آگوستینو و... پیشنهاد می‌شود. در مطالعه حاضر به جهت پیوسته بودن ماهیت داده‌های بازده قیمتی از آزمون اندرسون-دارلینگ^۱ استفاده شد که یکی از آزمون‌های آماری برازش توزیع است. این روش آزمون و آماره مربوط به آن توسط دو دانشمند آمار به نام‌های تئودور اندرسون^۲ و دونالد دارلینگ^۳ در سال ۱۹۵۲ مطرح شد. در اندرسون-دارلینگ این فرضیه بررسی می‌شود که آیا داده‌ها از توزیع مورد نظر پیروی می‌کنند یا خیر. در این آزمون، روشی برای برآورد پارامتر توزیع در نظر گرفته نمی‌شود. در این صورت آماره آزمون و ناحیه بحرانی به صورت ناپارامتری تعیین می‌شوند.

در مرحله بعد از شبیه‌سازی مونت کارلو جهت تولید داده بر اساس توزیع مشخص استفاده می‌شود. هسته اصلی هر روش شبیه‌سازی تصادفی مانند روش‌های مونت کارلو بر مبنای استفاده مداوم از اعداد تصادفی است. Linsmeier & Pearso (1996) و Jorion (1996) اظهار داشتند که روش‌های مونت کارلو انعطاف‌پذیرترین روش‌های تخمین VaR هستند. در شبیه‌سازی مونت کارلو زمانی که توزیع آماری به هر متغیر ریسک قیمت اختصاص یافت مقادیر شبه تصادفی برای هر یک تولید می‌شود و با استفاده از نمونه‌های شبیه‌سازی شده تغییرات آتی پیش‌بینی می‌شود. مراحل شبیه‌سازی مونت کارلو در برآورد ارزش در معرض ریسک عبارتند از (Raei & Saeedi 2014):

- ۱- تعیین فرآیندهای احتمالی و پارامترهای فرآیند برای متغیرهای مالی.
 - ۲- شبیه‌سازی فرضی قیمت برای کلیه متغیرهای مورد نظر با استفاده از توزیع‌های مشخص شده
 - ۳- محاسبه و تعیین بازده قیمتی از روی داده‌های شبیه‌سازی شده
 - ۴- تکرار مراحل ۲ و ۳ به دفعات زیاد مثلاً ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ بار به منظور تشکیل توزیع احتمال
 - ۵- اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک در سطح اطمینان $(1 - \alpha)$ از روی توزیع شبیه‌سازی شده بازده قیمتی.
- تکنیک‌های شبیه‌سازی مونت کارلو، به دلیل اینکه می‌توانند کلیه عوامل غیر خطی ریسک و همچنین تمام مشخصه‌های توزیعی مطلوب مانند دنباله‌های پهن و نوسانات متغیر در طول زمان را مورد توجه قرار دهند، به مراتب قوی‌تر و منعطف‌تر از سایر شیوه‌های شبیه‌سازی عمل می‌نمایند (Glasserman., 2000). قدرت عمل روش مذکور به عواملی چون فرض توزیع مناسب برای داده‌ها بستگی دارد (Raei & FalAahtAaLlab., 2013).
- در مرحله آخر ارزش در معرض ریسک محاسبه خواهد شد. حداکثر خسارت ممکن یک پرتفوی (VaR) با توجه به تابع چگالی خسارت که با f نمایش داده می‌شود، اندازه‌گیری می‌گردد. ارزش در معرض ریسک در حقیقت کوانتیل^۴ تابع f در سطوح بحرانی $(\alpha = 0.05$ و $\alpha = 0.01)$ است. بنابراین طبق تعریف:

$$P(Loss \leq VaR) = \int_0^{VaR} f(L)dL = 1 - \alpha \quad (3)$$

$$VaR_{1-\alpha} = F^{-1}(1 - \alpha) \quad (4)$$

¹ Anderson-Darling Test
Theodore Wilbur Anderson[†]
Donald Darling[†]
⁴ quantile

در رابطه فوق، $f(L)$ تابع توزیع احتمال نرخ تغییرات بازده قیمتی است. در این رابطه اگر L منفی باشد، به عنوان درصد زیان سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود. VaR برابر با نرخ تغییرات بحرانی است و در حقیقت کوانتیل سطح اطمینان $(1 - \alpha)$ می‌باشد. پس از شبیه‌سازی، ارزش در معرض ریسک VaR با استفاده از تابع توزیع احتمال بازده لگاریتمی قیمت که حاصل شبیه‌سازی با رایانه است بدست می‌آید. استفاده مکرر از شبیه‌سازی مونت کارلو برای ارزیابی توزیع غیرقابل مشاهده متغیرهای وابسته می‌باشد. بنابراین با توجه به تعریفی که از مفهوم آماری ارزش در معرض ریسک ارائه گردید، زیان پرتفوی برای یک دوره مشخص را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$P[\Delta p(\Delta t, \Delta x) > -VaR] = 1 - \alpha \quad (5)$$

Δp : تغییر ارزش بازار

Δt : افق زمانی مورد نظر

Δx : بردار تغییر در متغیرهای مورد استفاده

$1 - \alpha$: سطح اطمینان (پارامتر آلفا معمولاً بین ۱ تا ۱۰ درصد انتخاب می‌شود)

با توجه به اینکه زمانی که توزیع پیوسته است ریزش انتظاری برابر میانگین شرطی دنباله است که جهت محاسبه آن از رابطه (۶) استفاده می‌شود (Righi & Ceretta., 2015).

$$ES^\alpha = E[X|X < VaR^\alpha = q_\alpha(X)] = \alpha^{-1} \int_0^\alpha q_s(X) ds. \quad (6)$$

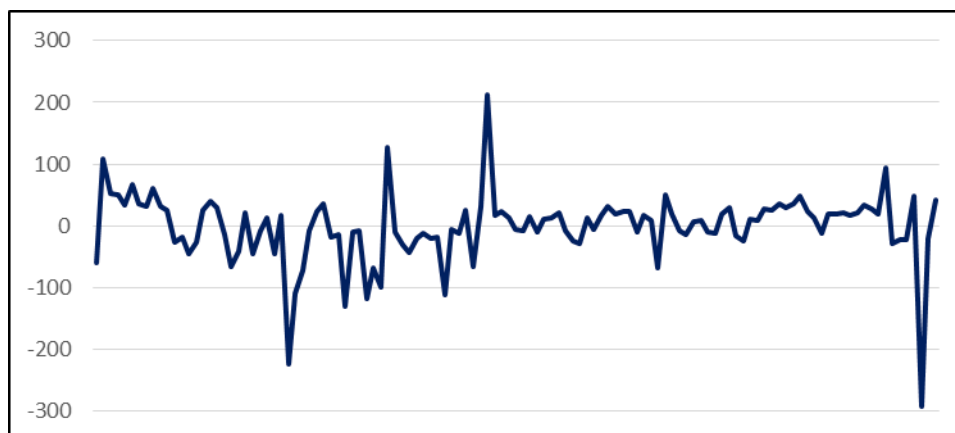
در این رابطه ES ریزش انتظاری، α سطح اطمینان و

در این مطالعه پیش بینی بازده قیمتی و محاسبه ارزش در معرض ریسک پرتفوی فرضی شرکت‌های قندی متشکل از سهام هشت شرکت قندی فعال در بازار بورس و اوراق بهادار ایران با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو انجام شد. برای محاسبه این شاخص از آمار و اطلاعات ماهانه سهام شرکت‌های قند پیرانشهر، قند ثابت خراسان، قند قزوین، قند اصفهان، قند لرستان، قند مرودشت، قند نیشابور و قند هکمتان طی دوره فروردین ۱۳۹۰ تا اسفند ۱۳۹۹ استفاده شد که از پایگاه اطلاعاتی شرکت مدیریت فناوری بورس تهران تهیه گردید.

نتایج و بحث

در این مطالعه ریسک بازده پرتفوی فرضی متشکل از هشت شرکت فعال در بازار بورس و اوراق بهادار مورد ارزیابی قرار گرفت که در نمودارهای زیر روند حرکت بازده قیمتی کل پرتفوی طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ آمده است.

نمودار(۱): روند بازده لگاریتمی پرتفوی متشکل از هشت شرکت قندی طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۰



منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس نمودار (۱) طی سال‌های مورد مطالعه بازده پرتفوی همواره دارای نوسانات شدید قیمتی بوده است. همچنین به منظور بررسی ویژگی‌های آماری بازده سهام شرکت‌های مورد مطالعه آمار توصیفی بازده پرتفوی فرضی این سهام محاسبه شد و مقدار حداقل، حداکثر، میانگین، آماره جارک-برا و دیکی فولر تعمیم یافته پرتفوی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بدست آمده در جدول (۱) گزارش شده است.

جدول (۱) خلاصه آماری از بازده ماهانه سهام شرکت‌های قندی فعال در بازار بورس طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۰

| Average weight | Dicky Fuller (p-value) | Jarque-Bera (p-value) | Skewness | Kurtosis | Max | Min | Std dev | Mean | |
|----------------|------------------------|-----------------------|----------|----------|---------|----------|---------|--------|-----------------|
| ۱ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۲۱۲/۳۲۹ | -۲۹۳/۳۰۲ | ۵۶/۹۳۱ | -۱/۴۱۹ | کل پرتفوی |
| -۰/۰۲۷ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۳۰ | ۰/۶۹۹ | ۰/۰۰۷ | ۳۸/۴۵۱ | -۴۶/۶۲۸ | ۱۳/۳۰۱ | ۲/۴۳۵ | قند پیرانشهر |
| ۰/۱۳۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۵۴/۷۳۰ | -۱۵۹/۶۴۲ | ۲۲/۱۴۱ | ۳/۴۱۵ | قند ثابت خراسان |
| ۰/۲۵۴ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۴۸ | ۰/۰۰۲ | ۵۹/۵۶۶ | -۶۷/۱۱۲ | ۱۸/۹۷۶ | ۲/۵۲۴ | قند قزوین |
| ۰/۱۷۹ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۹۹ | ۰/۰۰۰ | ۵۵/۱۱۳ | -۸۳/۴۸۷ | ۲۰/۴۰۶ | ۲/۲۱۱ | قند اصفهان |
| ۰/۱۱۲ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۴۶/۶۴۸ | -۱۲۲/۲۸۳ | ۱۸/۵۸۶ | ۱/۷۸۳ | قند حکمتان |
| ۰/۱۰۸ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۴۴/۴۴۸ | -۱۳۳/۳۰۷ | ۱۹/۳۴۳ | ۱/۳۲۶ | قند مرودشت |
| ۰/۱۵۷ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۰۰ | ۴۵/۵۵۳ | -۱۲۲/۲۸۳ | ۱۸/۱۵۸ | ۳/۱۱۳ | قند نیشابور |
| ۰/۰۸۶ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۷۰/۷۰۳ | -۱۳۶/۶۴۶ | ۱۹/۴۳۳ | ۱/۷۶۳ | قند لرستان |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۱) میانگین پرتفوی مورد مطالعه عدد منفی و نزدیک به صفری را نشان می‌دهد ولی میانگین بازده هر یک از سهام مثبت و نزدیک به صفر بود. کشیدگی توزیع همه متغیرها کوچکتر از ۳ و چولگی نزدیک به صفر است که تقارن پرتفوی و هر یک از سهام را نشان می‌دهد. آماره جاک - برا در همه متغیرها حاکی از نرمال بودن توزیع آنهاست و آماره دیکی فولر تعمیم یافته بیان می‌کند که همه سری‌ها در سطح ایستا می‌باشند و دارای ریشه واحد نیستند. بیشترین وزن سهام شرکت‌ها در پورتفوی به ترتیب متعلق به سهام قند قزوین، قند اصفهان و قند نیشابور است. در جدول (۲) ضریب همبستگی بازده سهامی که بیشترین همبستگی را با هم دارند آمده است.

جدول (۲) ضریب همبستگی سهام شرکت‌های تشکیل دهنده پرتفوی

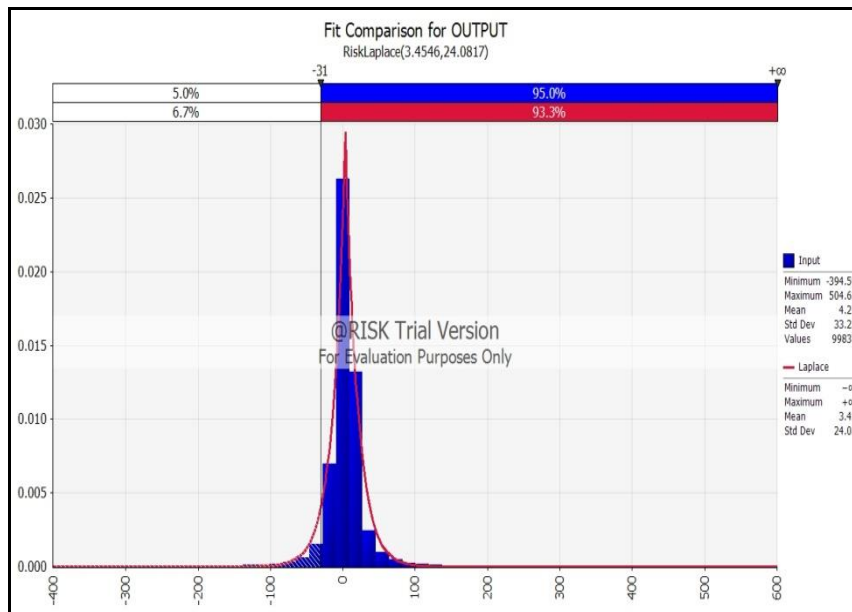
| قند اصفهان | قند قزوین | قند پیرانشهر | قند مرودشت | قند حکمتان |
|------------|-----------|--------------|------------|------------|
| ۱ | | | | |
| ۰/۶۸۹ | ۱ | | | |
| ۰/۵۷۵ | ۰/۴۹۸ | ۱ | | |
| ۰/۲۰۷ | ۰/۲۶۵ | ۰/۳۷۴ | ۱ | |
| ۰/۳۹۸ | ۰/۳۶۳ | ۰/۴۳۶ | ۰/۶۵۵ | ۱ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در پرتفوی مورد مطالعه سهام شرکت‌های قند قزوین و قند اصفهان، قند پیرانشهر و قند اصفهان و همچنین قند حکمتان و قند مرودشت بیشترین همبستگی را با هم داشتند. با توجه به اینکه عدم استقلال سهام تشکیل‌دهنده پورتفوی باعث می‌شود تغییرات بازده‌های درون پرتفوی از ساختار خاصی تبعیت کنند و با عوامل ریسک یکسانی روبرو باشند (abedi., 2017) (Pishbahar &) در این مطالعه VaR چند متغیره محاسبه شد.

در این پژوهش به منظور بررسی ریسک بازده قیمتی پرتفوی گروه قند با استفاده از معیار ارزش در معرض ریسک بازده لگاریتم ماهانه پرتفوی محاسبه شد. با توجه به اینکه مفهوم ارزش در معرض ریسک با توزیع احتمالات متغیرها گره خورده است و فرایند محاسبه این معیار معادل فرایند تخمین توزیع احتمال است و همچنین توجه به این موضوع که در شبیه سازی مونت کارلو آزمایش‌های مکرر بر روی مقادیر قیمت‌های ناپایدار و تصادفی بر اساس توزیع احتمالی آنها صورت می‌گیرد؛ یافتن بهترین توزیع بازده هر یک از سهام جهت تولید اعداد تصادفی و محاسبه بازده پرتفوی از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین توزیع بازده قیمتی با توجه به محدوده تعریف توزیع و با استفاده از نرم افزار Risk5.2@ بدست آمد. به دلیل ماهیت پیوسته داده‌ها از آزمون اندرسون-دارلینگ استفاده شد. بعد از شبیه سازی و تولید اعداد نیمه تصادفی برای متغیر مورد نظر ۱۰۰۰۰۰ بازده قیمتی شبیه سازی شده توسط مونت کارلو بدست آمد که صدک متناظر با سطوح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد، توزیع بدست آمده به عنوان ارزش در معرض ریسک بازده ماهانه پرتفوی فرضی استخراج شد. نمودار (۳) توزیع بازده شبیه سازی شده پرتفوی با روش مونت کارلو را نشان می‌دهد.

نمودار(۲): ارزش در معرض ریسک بازده ماهانه پرتفوی قندی برای دوره زمانی ۹۹-۱۳۹۰



با توجه به نمودار (۲) بازده قیمتی شبیه‌سازی شده دارای توزیع لاپلاس^۱ می‌باشد. برای تعیین VaR مربوط به سطح اطمینان ۹۵ درصد، تمرکز بر روی دنباله چپ توزیع است که کمترین صدک در توزیع را بدست می‌دهد؛ بنابراین ارزش در معرض ریسک بازده ماهانه پرتفوی در سطح ۵ درصد معادل $-۳۰/۸۰$ می‌باشد که انتظار می‌رود بازده ماهانه پرتفوی در ماه بعد از برآورد مدل با احتمال تنها ۵٪ ضرری بیشتر از $-۳۰/۸۰$ نداشته باشد. لازم به ذکر است که علامت منفی عدد بدست آمده VaR نادیده گرفته می‌شود چون از این معیار به عنوان ضرر یاد می‌شود. نتایج حاصل از محاسبه ارزش در معرض ریسک ماهانه پرتفوی مورد مطالعه طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۰ با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو با ضرایب اطمینان ۹۵، ۹۷ و ۹۹ درصد در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول (۳): ارزش در معرض ریسک بازده ماهانه پرتفوی طی دوره ۹۹-۱۳۹۰

| ضریب اطمینان | VaR بازده پرتفوی |
|--------------|------------------|
| ۹۹ درصد | -۹۵/۹۳ |
| ۹۵ درصد | -۳۰/۸۰ |
| ۹۰ درصد | -۱۷/۷۱ |

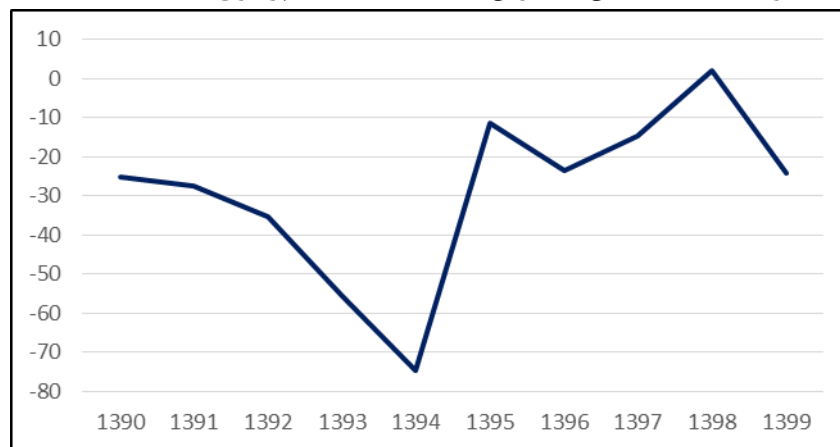
ماخذ: یافته‌های محقق

مطابق جدول (۳) و (۱) متوسط بازده ماهانه بدست آمده پرتفوی فرضی در طی ۱۰ سال گذشته معادل $-۱/۴۱۹$ بوده و تنها ۵ درصد موارد احتمال بدست آمدن ضرری بیش از $-۳۰/۸۰$ وجود دارد و تنها یک درصد احتمال ضرر ماهانه بیش از $-۹۵/۹۳$ وجود دارد. به منظور تحلیل روند ارزش در معرض ریسک بازده پرتفوی، طی شبیه‌سازی

^۱ laplace

های دیگری ۱۰۰۰۰ بازده قیمتی از توزیع پرتفوی هر سال تولید و VaR ماهانه پرتفوی به تفکیک هر سال با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو ضرایب اطمینان ۹۵ درصد محاسبه و روند حرکت این معیار در نمودار (۳) آورده شد.

نمودار (۳): روند ارزش در معرض ریسک بازده ماهانه پرتفوی به تفکیک سال



منبع: یافته‌های تحقیق

چنانچه در نمودار فوق ملاحظه می‌شود ارزش در معرض ریسک بازده ماهانه پورتفوی طی سال ۱۳۹۰-۹۹ نوسانات بالایی داشته که در سال ۹۴ قدر مطلق VaR به صورت چشم‌گیری افزایش یافته و به مقدار ۷۴/۷۶- رسید و در سال ۱۳۹۸ این مقدار ریسک عدد مثبتی معادل ۲/۰۱ را نشان داد. در مرحله اعتبار سنجی، صحت تخمین VaR با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی مونت کارلو با استفاده از میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) تأیید می‌شود. MAPE معمولاً دقت را به صورت درصد بیان می‌کند و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$MAPE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|a_i - p_i|}{|a_i|} \right] \times 100$$

در اینجا n تعداد پیش بینی‌ها a_i و p_i به ترتیب مقادیر واقعی و پیش بینی شده هستند. مقیاس داوری دقت پیش بینی با استفاده از MAPE در جدول (۴) نشان داده شده است. انتظار می‌رود اعداد MAPE پایین‌تر نتایج بهتری داشته باشد.

جدول (۴): مقیاس دقت با استفاده از MAPE

| دقت | MAPE |
|-----------------|-------------|
| بسیار دقیق | <10 % |
| پیش‌بینی خوب | 11 % - 20 % |
| پیش‌بینی منطقی | 21 % - 50 % |
| پیش‌بینی نادرست | > 51 % |

طی محاسبات انجام شده در این مطالعه، مقدار MAPE بدست آمده برابر ۱۹/۱۰۸ بود که با توجه به جدول (۴) معیار ارزش در معرض ریسک با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو پیش‌بینی خوبی را بدست می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر ارزش در معرض ریسک بازده ماهانه پرتفوی فرضی متشکل از هشت شرکت قندی فعال در بازار بورس با بهره‌گیری از شبیه‌سازی مونت‌کارلو طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۰ محاسبه شد. همچنین این معیار به تفکیک سال برای داده‌های مورد مطالعه برآورد شد که به ترتیب کمترین و بالاترین VaR مشاهده شده در سال ۱۳۹۸ و سال ۱۳۹۴ بود. برای ارزیابی بیشتر عملکرد شبیه سازی مونت کارلو و تأیید صحت این برآوردها، میانگین خطای درصد مطلق (MAPE) محاسبه شد که خوبی پیش‌بینی را تأیید کرد. با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه و مطالعات (Herrington(2013), Amin et al(2019), Terinte (2015) می‌توان بیان کرد که نتایج و اعدادی که شاخص ریسکی ارزش در معرض ریسک بدست می‌دهد اطلاعات موثقی را در مورد ضررهای مورد انتظار در آینده نزدیک در شرایط عادی بازار به مدیران ریسک می‌دهند. همچنین مونت کارلو یک روش انعطاف‌پذیر و دقیق برای پیش بینی VaR ارائه می‌دهد.

منابع

- Amin, F. A. M., Sukeri, N. A. S. M., Hasbullah, N., & Jamaludin, N. (2019). Forecasting Value At Risk For Malaysian Palm Oil Using Monte Carlo Simulation. *International Journal Of Academic Research In Business And Social Sciences*, 9(9).
- Brown, C., & Chan, R. (1999). VALUE- AT- RISK MODELS AND OPTION PORTFOLIOS. *Economic Papers: A journal of applied economics and policy*, 18(4), 107-121.
- Financial Information Processing of IRAN (TSETMC Company) <www.fipiran.com>
- Glasserman, P., Heidelberger, P., & Shahabuddin, P. (2000). Variance reduction techniques for estimating value-at-risk. *Management Science*, 46(10), 1349-1364.

- Hawes, C. R., Wilson, W. W., & Dahl, B. L. (2005). Value at risk: Agricultural processor procurement and hedging strategies (No. 1187-2016-93686).
- Herrington, M. A. (2013). An evaluation of changing profit risks in Kansas cattle feeding operations (Doctoral dissertation, Kansas State University).
- Hull, John C. (2000) Options Futures, and Other Derivatives. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Jorion, P. (1996). Risk2: Measuring the risk in value at risk. Financial analysts journal, 52(6), 47-56.
- Linsmeier, T. J. & Pearson, N. D. (1996) Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk; Working Paper, University of Illinois at Urbana- Champaign.
- Lotfalipour, M., Nosrati, M., Ghadiri, M. A., & Filsaraei, M. (2017). Measurement conditional value at risk based on FIGARCH-EVT method at Tehran stock Exchange. (In Persian)
- Mojtahedi, F., Mojaverian, S. M., & Hosseini-Yekani, S. A. (2020). Determining the Optimal Portfolio by Systematic Risk Modeling: Selected Food Industry Companies of Tehran Stock Exchange. Journal Of Agricultural Economics and Development, 34(2), 149-161. (In Persian)
- Pishbahar, E., & Abedi. S (2017). Measuring portfolio Value at Risk: The application of copula approach. Financial Engineering and Portfolio Management, 8(30):55-73. (In Persian)
- Raei R., Saeedi, AS (2014). fundamentals financial engineering and risk management. Ministry of Culture and Islamic Guidance, Tehran. (In Persian)
- Raei, R., & Falahtalab, H. (2013). Application Of Monte Carlo Simulation And Random Walk Process To Value At Risk Forecasting. (In Persian)
- Salehi Sadaghiani, J. (2007). Determining investment risk in an exchange portfolio by using Value at Risk (VaR) method. Industrial Management Studies, 6(17), 183-200. (In Persian)
- silva, L. P. D., Alem, D., & Carvalho, F. L. D. (2017). Portfolio optimization using mean absolute deviation (MAD) and conditional value-at-risk (CVaR). Production, 27.
- Terinte, P. A. (2015). Applicability of value at risk on romaninan capital market. Journal of Public Administration, Finance and Law, (special), 104-110.