



مدیریت ریسک سبد با استفاده از مدل‌های تجدید نظر شده ارزش در معرض ریسک (VaR)

فریدون رهنمای رودپشتی^۱

مسعود ملائی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۰

چکیده

با توجه به اهمیت ریسک در مدیریت سبد، ارزش در معرض ریسک (VaR) توانسته به عنوان ابزاری سودمند به سرمایه‌گذاران و تحلیلگران در این زمینه کمک شایانی کند. اما با توجه به آنکه این مدل تخمین‌های کاملی از ریسک را در گوشه‌های دنباله بازده ارائه نمی‌دهد، لذا تلاش‌های فراوانی جهت ارائه مدل‌هایی (شامل ارائه مدل‌های جدید و یا توسعه مدل‌های موجود) برای رفع این نقیصه توسط پژوهشگران انجام شده است. در این مقاله برآنیم تا ضمن معرفی نقیصه‌های مدل ارزش در معرض ریسک، با استفاده از دو مفهوم "بسط کورنیش فیشر" و استفاده از "ضرایب توزیع بیضوی"، ریسک در نظر گرفته نشده در دنباله‌ها را دقیقتر تخمین بزنیم. براین اساس دو مدل اصلاح شده ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر و مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت مدل‌سازی و با استفاده از الگوریتم شبیه‌سازی تبرید، بهینه‌سازی شده است. در پایان مرزهای کارایی حاصله از بهینه‌سازی مدل‌های اصلاح شده با مدل ارزش در معرض ریسک مقایسه شده است. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که با استفاده از این مدل‌های اصلاح شده، تخمین دقیقتری از ریسک نهفته در انتهای دنباله‌ها می‌توان ارائه داد که به سرمایه‌گذاران و تحلیلگران مدیریت سبد کمک شایانی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ارزش در معرض ریسک (VaR)، مدیریت ریسک، توزیع کورنیش فیشر، ضریب توزیع بیضوی، شبیه‌سازی تبرید (SA).

۱- استاد و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی و مدرس واحد علوم و تحقیقات - عضو مؤسس و دبیر کل انجمن مهندسی مالی و رئیس انجمن حسابداری مدیریت ایران
rahnama.roodposhti@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری مدیریت مالی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
m.mollae@srbiau.ac.ir

۱- مقدمه

مهمترین مفاهیم در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری (در پرتفوی)، بازده و ریسک می‌باشند. هر گاه رویدادهای آتی (تحقق نرخ بازده مورد انتظار) به طور کامل قابل پیش‌بینی نباشد و اختلافی میان نرخ "بازده مورد انتظار" و "بازده واقعی" وجود داشته باشد، می‌گوییم ریسک وجود دارد. وجود ریسک بدین معنی است که برای پیش‌بینی آینده، بیش از یک نتیجه وجود دارد و هیچ یک از نتایج (بازده‌های تحقق یافته) قطعی نیست (راعی: ۱۳۸۳، ۱۱۲). رابطه میان بازده و ریسک یک رابطه "مثبت" است، یعنی هر اندازه بازده مورد انتظار بالاتری مدنظر باشد، ریسک آن نیز بیشتر خواهد بود (راعی: ۱۳۸۳، ۱۲۵). بنابراین سرمایه‌گذار بر سر دو راهی قرار می‌گیرد، چراکه در ازای دریافت بازده بیشتر، ریسک بیشتری را نیز باید متحمل شود. از سوی دیگر مشخصه ریسک‌گریزی به طور مشخص بین سرمایه‌گذاران مشهود است. در حقیقت سرمایه‌گذاران به دنبال سرمایه‌گذاری با حداقل ریسک و حداکثر بازدهی می‌باشند (راعی: ۱۳۸۵، ۲۹) و از این روست که مدل‌های انتخاب پرتفوی و معیارهای اندازه‌گیری ریسک مختلفی توسط صاحب‌نظران مالی ارائه شده که با داشتن جزئیات مربوط به بازده و ریسک پرتفوی در جستجوی نقاط بهینه^۱ قابل دستیابی و کارا از تلفیق بازده و ریسک می‌باشند. این نقاط بهینه بر روی منحنی^۲ به نام "مرز کارا"^۳ قرار می‌گیرند (تهرانی: ۱۳۸۶، ۲۳۸-۲۳۷).

از همین جاست که مفهوم "مدیریت ریسک"^۴ مطرح می‌گردد، مدیریت ریسک عبارتست از فرایندی که از طریق آن یک سازمان یا سرمایه‌گذار با روشی بهینه در مقابل انواع ریسک‌ها از خود واکنش نشان دهد. مدیریت ریسک در شرایط "عدم اطمینان" به کمک سرمایه‌گذار می‌آید. امروزه سازمان‌هایی موفق خواهند بود که بر این شرایط احاطه یابند و این شرایط منجر به شکست آنها نشود. براین اساس مدیریت ریسک ابتدا انواع ریسک‌ها را شناسایی می‌کند و سپس روش کنترل آن را مشخص می‌سازد (راعی: ۱۳۸۳، ۱۴۸).

با توجه به سیستم اقتصادی و تغییرات مداوم در عوامل محیطی، موضوع مدیریت ریسک در نحوه اداره سازمان‌های مالی و خدماتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. مدیریت ریسک می‌تواند همانند هر متغیر دیگری بر سود شرکت تاثیر بگذارد. شرکت‌هایی که بتوانند مسائل مربوط به ریسک را به خوبی اداره نمایند، می‌توانند بر عوامل محیطی تسلط یابند (پارسائیان: ۱۳۷۹، ۱۲۶-۱۲۵).

همچنین از آنجا که تصمیمات مربوط به مدیریت ریسک بر روی ارزش شرکت و همچنین دارایی‌های سهامداران تاثیر مستقیم دارد، از این رو برای سهامداران و در ابعاد وسیع‌تر برای کلیه ذینفعان از اهمیت بالایی برخوردار است (پارسائیان: ۱۳۷۹، ۱۲۷).

از طرفی بحران مالی که از اواخر سال ۲۰۰۸ میلادی شروع شده بود همچنان ادامه دارد و حتی اوضاع وخیم تر آن در آینده پیش بینی می شود. تحلیلگران اقتصادی و مالی دلایل بسیاری را برای این بحران چه در سطح بانک ها و چه در سطح بازارهای اوراق بهادار (سهام) مطرح نموده اند . بسیاری از آنها به بی توجهی به مسئله مدیریت ریسک و همچنین ناکارآمدی مدل‌های مدیریت ریسک اشاره کرده و مدل‌های مارکویتز را از آن جهت که فاقد کارایی لازم برای در نظر گرفتن چولگی^۵ و توزیع پهن تر توزیع بازده در دنباله ها می باشد ، غیر کافی می دانند . همچنین قوانین بازل ۲^۶ را نیز با شرایط کنونی به دلیل آنکه قابلیت پیش بینی کمتری دارند مورد تردید قرار داده اند^۷. تحقیقات بیشتری در این زمینه و ارائه مدل‌های کارا تر برای مدیریت ریسک در حال انجام است که از آن جمله می توان به تحقیق الکساندر و شیدی (۲۰۰۸) اشاره کرد.

راه حل پیشنهادی (به دلیل بی توجهی و نداشتن حساسیت لازم از سوی مدیران ارشد شرکتها و موسسات مالی به مسئله مدیریت ریسک) می توان ارائه کرد همانا استفاده از مشوق ها و محرک ها یی است که قانونگذاران در ازای توجه و حساسیت بیشتر موسسات و شرکت‌های مالی به مسئله مدیریت ریسک به آنها می دهد^۸. بحران سال ۲۰۰۸ حداقل دو درس بزرگ و مهم را در پی داشت : اول آنکه هنوز نیاز است تا ریسک را بیشتر و بهتر بشناسیم و چیزهای بیشتری از آن یاد بگیریم. دوم آنکه ، در پی بحران‌های مالی نیاز به تزریق مکرر نقدینگی هم مردم و هم دولت‌ها را در شرایط سخت و تنگناهای اقتصادی و روانی قرار می دهد^۹. با توجه به مطالب گفته شده و درک ضرورت مدیریت ریسک در این مقاله به دنبال پاسخ به دو سؤال اساسی هستیم. اول آنکه آیا امکان "در نظر گرفتن ریسک واقعی" در مدل ارزش در معرض ریسک جهت چاق کردن دنباله های با توزیع نرمال با استفاده از ضرایب توزیع بیضوی برای دلتا - ارزش در معرض ریسک (استفاده از ضرایب تصحیح شده توزیع تی - استیودنت) وجود دارد؟ و دوم آیا استفاده از بسط کورنیش فیشر مدل ارزش در معرض ریسک را در جهت شناسایی و محاسبه ریسک های فراتر از ارزش در معرض ریسک نرمال یاری می کند؟

۲- ادبیات پژوهش و مروری بر پیشینه

۲-۱- مدیریت سرمایه گذاری

مدیریت سرمایه گذاری^{۱۰} دو مبحث اصلی "تجزیه و تحلیل اوراق بهادار" و "مدیریت پرتفوی" را شامل می شود. مولفه های مدیریت پرتفوی ، ریسک و بازده می باشند. از سوی دیگر ، اکثر مباحث آکادمیک مالی دو دهه اخیر، پارادایم بازارهای کارا را پشتیبانی نموده اند. کارایی بازار بدین

معنی است که در یک بازار اوراق بهادار توسعه یافته، "قیمت دارایی ها" (اوراق بهادار)، توازن بین "ریسک و بازده بالقوه اوراق بهادار" را به درستی منعکس می نماید.

با توجه به کارایی بازار و این نکته که قیمت سهام در هر لحظه، با لحظه بعد از آن هیچ رابطه ای ندارد و این اصطلاح که تغییر قیمت سهام، کاملاً تصادفی است، لذا پیش بینی قیمت‌های آتی، هرگز ممکن نیست. از آنجا که این پیش بینی امکان ندارد بنابراین سرمایه گذاران می کوشند تا "مجموعه ای متنوع" از اوراق بهادار را نگهداری کنند، تا بتوانند به نرخ بازدهی مطلوب خود، که نزدیک به نرخ بازده بازار است دست یابند (راعی: ۱۳۸۳، ۱۱۰-۱۰۹)، این موضوع اساس و بنیان "نظریه پرتفوی مدرن" است که توسط هری مارکوویتز مطرح شده و مدل "مارکوویتز" نیز نامیده می شود. با در نظر گرفتن تنوع در سبد سهام (پرتفوی) در مدیریت پرتفوی امروزی، "مدیریت ریسک" مفهومی است که مدلهای، معیارها و ابزارهای لازم را جهت شناسایی و کنترل انواع ریسک ها (نوسان پذیری قیمت ها) و ایجاد توازن مورد نظر سرمایه گذار که از یک سو ریسک گریز و از سوی دیگر خواهان بازده بیشتر است را فراهم می آورد.

با توجه به مطالب گفته شده ابتدا به تعریف و بررسی دو مفهوم اساسی مدیریت ریسک و مدیریت پرتفوی، یعنی بازده و ریسک می پردازیم.

۱-۲-۱- بازده

بازده، نرخ افزایش یا کاهش سرمایه گذاری در طول دوره نگهداری دارایی به کار می رود و از دو جزء تشکیل شده است:

- ۱) بازده در آمدی (سود دریافتی): سودی است که به صورت جریان نقدی دوره ای سرمایه گذاری بوده و به شکل سود تقسیمی داده می شود.
- ۲) سود(زیان) سرمایه ای: این سود(زیان) سرمایه ناشی از اختلاف بین قیمت خرید و قیمت در زمانی است که دارنده اوراق قصد فروش آنها را دارد (تهرانی: ۱۳۸۶، ۱۱۵ و ۱۲۰).

فرمول آن به صورت مقابل می باشد که در آن CF همان بازده درآمدی است که به صورت جریان نقدی در پایان دوره داده می شود.

$$R_t = \frac{CF + (P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}}$$

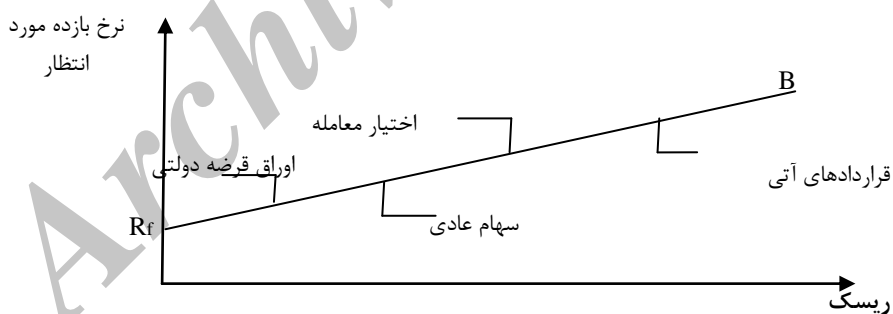
۲-۱-۲- ریسک

برای تعریف ریسک می توان دو دیدگاه ارائه کرد:

- دیدگاه اول : ریسک به عنوان هر گونه نوسانات احتمالی بازدهی اقتصادی در آینده و به عبارتی عدم اطمینان نسبت به تغییر قیمت در آینده .
- دیدگاه دوم : ریسک به عنوان نوسانات احتمالی منفی بازدهی اقتصادی در آینده (ریسک نامطلوب^{۱۱}).

۲-۲- رابطه بازده و ریسک

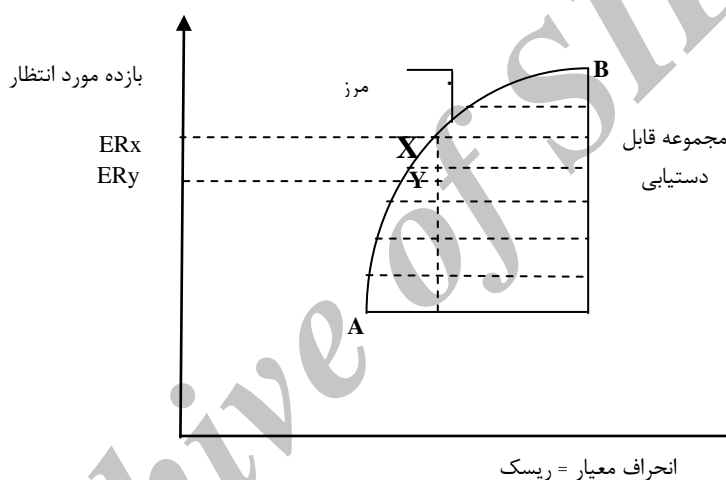
مطابق شکل زیر ، مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای^{۱۲} ، رابطه ریسک و بازده مورد انتظار را یک رابطه خطی با شیب مثبت در نظر می گیرد. در شکل زیر نقطه R_f بیانگر بازده دارایی بدون ریسک نظیر اوراق خزانه است که ریسک آن صفر و بازده آن قطعی است. نقاط واقع بر خط R_fB ، موقعیت های مختلف سرمایه گذاری با ترکیبات متفاوت ریسک و بازده که در دسترس سرمایه گذاران قرار دارد را نشان می دهد . مشاهده می شود با افزایش ریسک دارایی ها ، نرخ بازده مورد انتظار آنها نیز افزایش می یابد . در شکل اخیر ، تنها به انواع کلی دارایی ها اشاره شده است و در هر گروه از دارایی ها ، مثلاً سهام عادی ، محدوده متنوعی از ریسک و بازده مورد انتظار ، در هر مقطع از زمان وجود دارد. سرمایه گذاران براساس ترجیحات و درجه ریسک پذیری خود می توانند در هر یک از انواع دارایی ها سرمایه گذاری کنند (تهرانی ، ۱۳۸۶ ، ۱۷-۱۸).



۲-۳- تعیین پرتفوی کارا

با در دست داشتن جزئیات مربوط به بازده مورد انتظار و ریسک پورتفوی میتوانیم به بررسی پرتفویهای کارای مدل مارکوویتز بپردازیم. در شکل زیر مفاهیم اصلی یک مجموعه پرتفوی کارا را

نشان می دهد. در این شکل بازده مورد انتظار و ریسک یک گروه فرضی اوراق بهادار را در یک سال فرضی نشان می دهد، در صورتی که این اوراق بهادار را در ترکیب های مختلف ترکیب کنیم تعداد نامحدودی از جای گزینه های پرتفوی امکان پذیر خواهد شد. این گزینه های نامحدود در شکل نشان داده شده است و شامل تمامی مناطق سایه دار است و نشان دهنده ترکیبات زیادی از بازده مورد انتظار و ریسکی است که از طریق تشکیل پرتفوی قابل دستیابی است. در تئوری پرتفوی به این مناطق، مناطق قابل دسترسی پرتفوی گفته می شود. این پرتفوی ها امکان پذیر هستند ولی ضرورتاً قابل ترجیح نیستند.



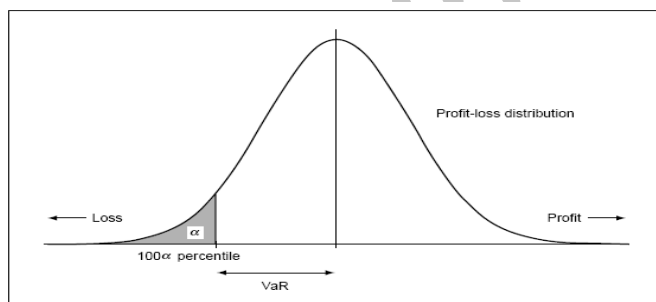
منحنی AB مجموعه ای کارا (مرز کارایی) از پرتفوی را نشان می دهد. این مجموعه کارا که بر روی منحنی AB واقع شده است، به تمامی پرتفوی های داخل منحنی اولویت دارد. برای اینکه با توجه به ریسک معین، دارای بازده مورد انتظار بیشتری می باشد و یا ریسک آنها با توجه به بازده مورد انتظار، کمترین است.

بنابراین می توان نتیجه گرفت که در صورتی که منحنی و مرزهای کارایی براساس مدلها و معیارهای مختلف تشکیل پورتفوی رسم شود، مرزهای کارایی که بالاتر از بقیه قرار می گیرد، نسبت به سایر مدلها در انتخاب پورتفوی کارا، بهینه تر است.

۴-۲- مدل و معیار "ارزش در معرض ریسک"

در طی دهه گذشته، ارزش در معرض ریسک به عنوان یکی از مهمترین و متداولترین ابزارهای اندازه‌گیری ریسک به کار برده می‌شود. در سال ۱۹۹۴ بود که بانک جی پی مورگان^{۱۳} برای اولین بار سیستم اندازه‌گیری ریسک خود را به جهان معرفی کرد. در سال ۱۹۹۷ کمیته نظارت بر بانکداری بازل ۱۴ قانون سال ۱۹۹۶ ذخیره‌سازی مقادیر سرمایه را با توجه به مدل ارزش در معرض ریسک مورد تجدیدنظر قرار داده و موسسات و بانکها را ملزم به رعایت آن کرد^{۱۵}. ارزش در معرض ریسک نیز از خانواده معیارهای اندازه نامطلوب ریسک^{۱۶} می‌باشد و از این جهت برتر از مدل مارکویتز می‌باشد.

تعریف: این معیار آماری، حداکثر زیان احتمالی پورتفوی را در یک دوره زمانی مشخص با بیان کمی و در قالب عدد بیان می‌کند. به عبارت دیگر ارزش در معرض ریسک مبلغی از ارزش پورتفوی را که انتظار می‌رود ظرف مدت یک دوره زمانی مشخص و با میزان احتمال معین (سطح اطمینان $1-\alpha$ ٪) از دست برود را مشخص می‌کند.



۵-۲- ویژگی‌های ارزش در معرض ریسک^{۱۷}

$$VAR_{\alpha}(Y + c) = VAR_{\alpha}(Y) + c \quad \text{for any real number } c,$$

$$VAR_{\alpha}(c \cdot Y) = c \cdot VAR_{\alpha}(Y) \quad \text{for any real number } c > 0,$$

$$VAR_{\alpha}(Y) = -VAR_{1-\alpha}(-Y),$$

$$Y_1 \prec_{st} Y_2 \Rightarrow VAR_{\alpha}(Y_1) \leq VAR_{\alpha}(Y_2).$$

۶-۲- نقاط قوت و ضعف مدل ارزش در معرض ریسک

• نقاط قوت ارزش در معرض ریسک

- ۱) نماینده ساده و مناسبی برای ریسک که در یک عدد خلاصه می شود.
- ۲) نوسانات منفی را محاسبه کرده و از این جهت جزو معیارهای ریسک نامطلوب می باشد و تحت تاثیر بازده های بزرگ قرار نمی گیرد.
- ۳) قابل کاربرد برای محاسبه ریسک دارایی های با توزیع بازده غیر خطی همچون اختیار خریدها و ... می باشد.
- ۴) به راحتی می تواند برای آزمون برگشت^{۱۸} مورد استفاده قرار گیرد.
- ۵) یک معیار ریسک استاندارد به حساب می آید^{۱۹}.
- ۶) تغییرات ارزش بازار دارایی ها را لحاظ می کند.
- ۷) متغیرهای بازار را برای افق زمانی کوتاه تری پیش بینی می کند. این امر به برآورد دقیقتر ریسک کمک می کند زیرا پیش بینی های کوتاه مدت نسبت به پیش بینی های بلند مدت آسان تر و دقیق تر هستند.
- ۸) ارزش در معرض ریسک نگاه رو به جلو دارد یعنی ریسک کل پرتفوی موجود را برای دوره آتی برآورد می نماید. لذا ارزش در معرض ریسک به عنوان یک معیار ریسک با نگاه رو به جلو می تواند اطلاعات مفیدتری در مورد ریسک مورد انتظار پرتفوی در آینده فراهم آورد.
- ۹) می توان از ارزش در معرض ریسک برای پرتفویهای شامل چندین دارایی مالی مختلف استفاده (همانند سهام، اوراق قرضه و ابزارهای مشتقه و ...) کرد. (اقبال نیا: ۱۳۸۴، ۳۸-۳۷).

• نقاط ضعف ارزش در معرض ریسک

- ۱) توانایی محاسبه مقادیر ریسک بیشتر و فراتر از ارزش در معرض ریسک را ندارد.
- ۲) کاهش ارزش در معرض ریسک ممکن است منجر به امتداد یافتن دنباله های فراتر از ارزش در معرض ریسک شود (چون پیش فرض نرمال توزیع بازده ها را در نظر می گیرد، در محاسبه زیان های (Losses) واقع در دنباله های بازده^{۲۰} که در فرض نرمال دست پایین محاسبه می شود، دقیق نمی باشد).
- ۳) ویژگی عدم جمع پذیری ریسک در مورد آن مصداق دارد:
- ۴) $Var(A+B) \geq Var(A) + Var(B)$

- ۵) در نتیجه تنوع زایی نه تنها موجب کاهش ریسک بلکه موجب افزایش ریسک می شود.
- ۶) ویژگی عدم تحدب در مورد آن مصداق دارد یعنی، دارای اکسترمم (مینیمم و ماکزیمم های) محلی زیادی است و در نتیجه مینیمم کردن آن بسیار مشکل است.
- ۷) برای توزیع های غیر نرمال، کنترل و بهینه سازی آن بسیار مشکل است.
- ۸) براساس دیدگاه آرتزرنز فاقد ویژگی انسجام می باشد^{۲۱}. بنابراین با توجه به ناکارآمدی های مدل ارزش در معرض خطر^{۲۲} به خصوص در زمینه مدیریت سرمایه گذاری و مدیریت ریسک، معیار دیگری به نام "ارزش در معرض ریسک احتمالی" معرفی شد^{۲۳}.

۳- مدل‌های نظری پژوهش

۳-۱- روش‌های بهینه سازی محلی و کلی

روشهای مختلفی از روشهای بهینه سازی در دسته بندیهای متفاوت وجود دارد که برای مسائل مختلف قابلیت کاربرد دارد. یکی از این تقسیم بندی ها، محلی و کلی می باشد. روشهای بهینه سازی محلی با تکرارهای زیاد به دنبال مقدار بهینه ای براساس گرادیان در هر تکرار هستند. این روشها نمی توانند توابعی را که محدب (توابعی که دارای مینیمم و ماکزیمم های محلی زیادی هستند) و اصطلاحاً به آنها محدب می گویند را بهینه کنند. راه حل این موضوع بهینه سازی با استفاده از روشهای کلی می باشد. به طور کلی دو دسته روشهای بهینه سازی کلی وجود دارد که عبارتند از روشهای قطعی و احتمالی. در روشهای قطعی، فضای جستجوی جواب به صورت قطعی برای یک مقدار بهینه مورد جستجو قرار می گیرد (مانند روش MCS). در روشهای احتمالی، فضای جواب به شکل هیورستیک و به طور اتفاقی مورد جستجو قرار می گیرد. مهمترین روشهای احتمالی عبارتند از شبیه سازی بازپخت که رفتار بازپخت مورد استفاده در الگوریتمهای علم متالورژی فلزات را الگوبرداری می کند و روش الگوریتم ژنتیک که بر مبنای تکامل بیولوژیکی است. در کنار روشهای کلی، روشهای محلی نیز وجود دارند از جمله استفاده از نوار ابزار^{۲۴} تابع " مینیمم سازی با محدودیت"^{۲۵} در نرم افزار Matlab که بر مبنای جستجوی گرادیان برای بهینه سازی مسائل چند متغیره و غیر خطی مورد استفاده قرار میگیرد. این روش از الگوهای برنامه ریزی متوالی درجه دوم^{۲۶} و روش نیوتن (بسته به اندازه مسئله) استفاده می کند. از ویژگی های این روش سرعت بالای آن است^{۲۷}. از دیگر ویژگی های دیگر این روش همانند سایر روشهای محلی، ناتوانی آن در بهینه سازی توابع محدب می باشد.

۲-۳- الگوریتم شبیه سازی بازپخت

بازپخت^{۲۸} در اصطلاح یک فرآیند فیزیکی برای بالا بردن دمای جسم تا رسیدن آن به نقطه ذوب و سپس سرد کردن آن طی شرایطی مشخص که در طول این فرآیند انرژی جسم به حداقل می رسد، می باشد. در سال ۱۹۵۳، متروپلیس، الگوریتمی را برای شبیه سازی فرآیند بازپخت جهت ارزیابی تغییرات انرژی درونی جسم جامد ارائه داد. بر اساس روند او، ابتدا دمای جسم را بالا برده تا جسم به حالت مذاب درآید و اجازه جابجایی به اتمهای فرضی جسم داده شود (در دمای بالا اتمهای جسم می توانند به راحتی حرکت کنند و تغییر جا بدهند که جابجایی اتمها باعث تغییر انرژی درونی جسم می گردد). این جابجایی مابین دو اتم مجاور انجام می گیرد که بصورت زنجیره ای (تکرار این عمل) می تواند اتمی را به مکان های دیگری در جسم منتقل کند. انتخاب اتم برای جابجایی کاملاً تصادفی صورت می گیرد و هیچ ترتیبی برای اینکار نیست. در هر دمایی، چندین جابجایی بر اساس تست تعادلی انجام می گیرد بدین صورت که اگر در اثر جابجایی، انرژی جسم کاهش یابد جابجایی پذیرفته می شود. ولی در صورت عدم کاهش انرژی این جابجایی با یک احتمال پذیرفته می شود. در نهایت وقتی بازای چندین جابجایی هیچ تغییری در متوسط انرژی حاصل نشد، دمای جسم را کاهش می دهند. بعدها در سال ۱۹۸۳، کرک پاتریک با مشابه سازی مینیمم کردن تابع هزینه یک مسأله و سرد کردن جسم تا زمان رسیدن آن به حالت انرژی پایه، از آن برای حل مسائل بهینه سازی استفاده کرد و با این جایگذاری، او و همکارانش الگوریتمی بنام شبیه سازی بازپخت ارائه دادند.

مراحل اجرای الگوریتم

الگوریتمهای شبیه سازی بازپخت مختلفی پیشنهاد شده اند ولی می توان چهار چوب یک الگوریتم شبیه سازی بازپخت استاندارد را بصورت روند تکراری زیر بیان نمود:

مرحله اول: انتخاب دمای اولیه و انتخاب یک نقطه در ناحیه کاوش به صورت تصادفی

مرحله دوم: محاسبه تابع هدف بازای نقطه مورد نظر

مرحله سوم: پذیرش نقطه در صورت بهبود در مقدار تابع هدف (نقطه اول همواره پذیرفته می شود). و در صورت عدم بهبود، نقطه با یک احتمالی پذیرفته می شود.

مرحله چهارم: تست شرط خاتمه الگوریتم. در صورت برقراری شرط، خروج از برنامه و در غیر اینصورت الگوریتم دنبال می شود.

مرحله پنجم: امتحان تست تعادلی سیستم: در صورت متعادل بودن سیستم، دما بر اساس تابع دما کاهش می یابد.

مرحله ششم: ایجاد یک نقطه جدید و ادامه کار از مرحله ۲.

۳-۳- بسط کورنیش فیشر^{۲۹}

می توان از بسط های پولی نوما^{۳۰} برای صدک های استاندارد توزیع های عمومی بر حسب مومنتم های^{۳۱} استاندارد و براساس صدکهای توزیع استاندارد نرمال استفاده کرد. نتیجه اولیه در قبال استفاده این نوع از بسط آن است که اگر $p(x)$ تابع چگالی احتمال با چگالی های

$$K_1, K_2, \dots,$$

باشد آنگاه تابع

$$g(x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{[\sum_{j=1}^{\infty} \varepsilon_j \frac{(-D)^j}{j!}]^i}{i!} p(x),$$

دارای چگالی های

$$K_1 + \varepsilon_1, K_2 + \varepsilon_2, \dots,$$

خواهد بود.

به طور کلی می توان فرمول زیر را برای محاسبه با در نظر گرفتن بسط کورنیش- فیشر، معرفی کرد:

$$\text{VaR} = \tilde{z}_\alpha \sqrt{\mu_2} + \mu_1.$$

که در آن^{۳۲}:

$$\tilde{z}_\alpha \approx z_\alpha + \frac{1}{6}(z_\alpha^2 - 1)\rho_3 + \frac{1}{24}(z_\alpha^3 - 3z_\alpha)\rho_4 - \frac{1}{36}(2z_\alpha^3 - 5z_\alpha)\rho_3^2,$$

$$\rho_3 = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}},$$

$$\rho_4 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3,$$

z_α is the α -percentile of a $N(0, 1)$ distribution.

ρ_3 چولگی^{۳۳} و ρ_4 کشیدگی^{۳۴} می باشد.

هدف استفاده از بسط کورنیش فیشر آن است تا با در نظر گرفتن چولگی و کشیدگی واقعی توزیع بازده، ریسک هایی را که با فرض ارزش در معرض ریسک نرمال محاسبه نمی شوند، را محاسبه کرده و در نتیجه انتظار محاسبه ریسک متفاوتی نسبت به حالت ارزش در معرض ریسک نرمال داریم. این بسط سعی دارد تا ریسک های فراتر از ارزش در معرض ریسک را که با پیش

فرض توزیع نرمال بازده دیده نشده و ممکن است سرمایه گذار را تهدید کند ، مشخص سازد. و در نتیجه در قسمت های بعدی تحقیق از مدل برنامه ریزی زیر براساس مفهوم فوق استفاده کرده و نام آن را ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر^{۳۵} انتخاب می کنیم^{۳۶} :

$$\text{Min } Z = (\text{mean}(\text{RET}) + (z + (1/6) * (z^2 - 1) * \text{skew} + (1/24) * (z^3 - 3 * z) * (\text{kurt} - 3) - (1/36) * (2 * z^3 - 5 * z) * \text{skew}^2)) * ((x * \text{vc} * x)^{0.5}) - \bar{r}_p$$

$$S.T : \bar{r}_p = \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j$$

$$\sum_{j=1}^M x_j = 1$$

$$x_j \geq 0$$

۳-۴- استفاده از ضرایب توزیع بیضوی^{۳۷} برای دلتا - ارزش در معرض ریسک (استفاده از ضرایب تصحیح شده توزیع تی استیودنت^{۳۸}) :

در این بخش تجزیه و تحلیلی پارامتریک بر مبنای آنکه تابع قیمت گذاری پورتنفوی خطی برای فاکتورهای ریسک خطی است صورت می گیرد. اگر چه روشهای پارامتریک بسیار سریع هستند اما به همان اندازه فرض خطی بودن، دقت دارند. برای تخمین ارزش در معرض ریسک با استفاده از تابع توزیع دلتا - ارزش در معرض ریسک ، تابع بیضوی مورد استفاده خود را یک تابع با توزیع تی استیودنت چند متغیره به شرح زیر انتخاب می کنیم:

$$\text{VaR}_\alpha = -w \cdot \mu + q_{\alpha, \nu}^t \cdot \sqrt{w \cdot \text{vc} \cdot w'}$$

که در این فرمول w' ماتریس معکوس w و $s = q_{\alpha}^t$ جواب یگانه معادله غیر جبری $G_{\nu}^t(q_{\alpha, \nu}^t) = \alpha$ می باشد .

که در آن G_{ν}^t توسط فرمول زیر محاسبه می شود :

$$\begin{aligned} G(s) = G_{\nu}^t(s) &= \frac{1}{\nu} \nu^{\frac{n+\nu}{2}} |S_{n-2}| C(\nu, n) s^{-\nu} {}_2F_1\left(\frac{1+\nu}{2}, \frac{\nu}{2}; 1 + \frac{\nu}{2}; -\frac{\nu}{s^2}\right) \\ &= \frac{1}{\nu \sqrt{\pi}} \left(\frac{\nu}{s^2}\right)^{\nu/2} \frac{\Gamma(\frac{\nu+1}{2})}{\Gamma(\frac{\nu}{2})} {}_2F_1\left(\frac{1+\nu}{2}, \frac{\nu}{2}; 1 + \frac{\nu}{2}; -\frac{\nu}{s^2}\right). \end{aligned}$$

در جدول زیر با استفاده از نرم افزار ممتاتیکا^۴ برای مقادیر مختلف ν ، q_{ν}^t محاسبه شده است که از نتایج آن در تحقیق خود استفاده کرده ایم^{۳۹} :

ν	2	3	4	5	6	7	8	9
$q_{0.01,\nu}$	6.96456	4.54056	3.74695	3.36493	3.14267	2.99795	2.89646	2.8214
$q_{0.025,\nu}$	4.3026	3.18244	2.77644	2.57058	2.44691	2.36462	2.3060	2.26216
$q_{0.05,\nu}$	2.91999	2.35336	2.13185	2.01505	1.94318	1.89458	1.85955	1.81246

ν	10	100	200	250	275	300	400	1000
$q_{0.01,\nu}$	2.76377	2.36422	2.34135	2.34514	2.33998	2.33884	2.33571	2.33008
$q_{0.025,\nu}$	2.22814	1.98397	1.97189	1.96949	1.96862	1.9679	1.96591	1.96234
$q_{0.05,\nu}$	1.66023	1.66023	1.65251	1.65097	1.65041	1.64995	1.64867	1.64638

از آنجا که در توزیع تی استیودنت با کم شدن درجه آزادی، دنباله‌های آن نسبت به توزیع نرمال چاق تر می‌شوند، لذا از کمترین درجه آزادی (درجه آزادی ۲) استفاده می‌کنیم. و در نتیجه در مدل برنامه ریزی ارزش در معرض ریسک، به جای z نرمال از مقدار $q_{\nu}^t = 6.96$ استفاده می‌کنیم. هدف آن است تا با این تابع توزیع تا حد امکان خطای توزیع نرمال را در محاسبه ریسک در دنباله‌ها را کم کنیم. در نتیجه در قسمت‌های بعدی تحقیق از مدل برنامه ریزی زیر براساس مفهوم فوق استفاده کرده و نام آن را ارزش در معرض ریسک تی استیودنت^۴ انتخاب می‌کنیم:

$$\text{Min} Z = q \delta_x - \bar{r}_p$$

$$s.t : \bar{r}_p = \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j$$

$$\sum_{j=1}^M x_j = 1$$

$$x_j \geq 0$$

در این مدل $q_{\nu}^t = 6.96$ می‌باشد و از این طریق می‌خواهیم تا دنباله‌های توزیع نرمال را چاق تر کنیم تا ریسک را دقیق تر تخمین بزنیم.

۴- روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری این مقاله، کلیه شرکت‌های پذیرفته شده و حاضر در بورس اوراق بهادار تهران که اطلاعات قیمت و شاخص قیمت و بازده نقدی آنها در سازمان بورس بین سالهای ۱۳۷۹/۰۷/۰۱ تا ۱۳۹۰/۰۷/۰۱ ثبت شده است. نمونه آماری نیز، ۳۵ شرکت از شرکت‌های فعال در بورس هستند که اطلاعات بازده روزانه این شرکتها از ۱۳۷۹/۰۷/۰۱ تا تاریخ ۱۳۹۰/۰۷/۰۱ ثبت شده است. در بین این شرکتها مواردی که تعداد مشاهدات کمتر از ۱۰۰ باشند و یا شرکت‌هایی که دارای میانگین

بازده منفی زیادی باشند (میانگین بازده هر سهم توسط نرم افزار اکسل تعیین می شود) ، حذف می شوند. در پایان ۳۵ شرکت از میان شرکتهای حاضر در بورس که اطلاعات آنها برای تحقیق کافی باشد ، انتخاب می شود. برای محاسبه بازده روزانه کلیه اوراق بهادار و همچنین ماتریس کوواریانس مربوطه از امکان صفحه گسترده اکسل و همچنین برای محاسبه ضرایب پورتفوی بهینه و رسم مرزهای کارا از نرم افزار محاسبات فنی Matlab و از برای حل مدل‌های برنامه ریزی غیر خطی آن از دستور "مینیم سازی محدودیت دار"^{۴۱} و همچنین از الگوریتم " شبیه سازی بازپخت" استفاده شده است. داده های مورد استفاده در تحقیق حاضر از نوع داده های سری زمانی می باشند. داده های سری زمانی ، داده هایی هستند که در طی دوره زمانی جمع آوری می شوند ، چنین داده هایی می توانند در فواصل زمانی روزانه ، هفتگی ، ماهانه ، سالانه و یا براساس نیاز محقق در هر فاصله زمانی دلخواه دیگر گردآوری شوند. در پژوهش حاضر، داده های مورد نیاز که همان عدد شاخص بازده نقدی و قیمت می باشد به صورت روزانه در فاصله زمانی سالهای ۱۳۷۹/۷ تا ۱۳۹۰/۷ براساس اطلاعات ارائه شده از سوی سازمان بورس اوراق بهادار تهران و در قالب یک فایل اکسل جمع آوری گردیده است. داده های جمع آوری شده ، ابتدا در قالب فرمت اکسل مرتب و طبقه بندی گشته و سپس با استفاده از امکانات این صفحه گسترده ، زمینه تجزیه و تحلیل داده ها و طراحی مدل تا حصول نتایج فراهم گردید.

۵- فرضیه های پژوهش

از آنجا که در این مقاله از روش واریانس-کوواریانس برای بهینه سازی و محاسبات ارزش در معرض ریسک استفاده می کنیم لذا فرضیات زیر را مبتنی بر مفروضات روش واریانس-کوواریانس می باشند، ارائه می گردد:

الف- بازده دارایی دارای توزیع نرمال است.

ب- بین عوامل بازار و ارزش دارایی رابطه خطی وجود دارد.

۶- متغیرها و مدل های پژوهش و انتخاب مدل منتخب

در این تحقیق برای محاسب بازده روزانه از فرمول زیر و اطلاعات روزانه شاخص قیمت و بازده نقدی شرکتهای بورس اوراق بهادار استفاده شده است ، تغییرات این شاخص نشانگر بازده کل بورس بوده است و از تغییرات قیمت و بازده نقدی پرداختی متاثر می شود :

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

که در آن R_t بازده روزانه سهام P_t, i شاخص قیمت و بازده نقدی در روز t ام و P_{t-1} شاخص قیمت و بازده نقدی روز $t-1$ ام می باشد (اقبال نیا: ۱۳۸۴، ۸-۷).

شاخص قیمت سهام^{۴۲} و دیگر شاخصهای بیان شده، همانند شاخص مالی و صنعت، در اصل برای سنجش عایدی سرمایه ای ناشی از تغییرات قیمتی اوراق سهام طراحی شده اند و از نمایش روند بازده واقعی اوراق سهام (بازار) موجود در شاخص نا توان می باشند. از این رو روایی قیمتی در گرو شناسایی معیارهای دیگری است که بتواند اثر عوامل تاثیر گذار بر روند قیمت سهام را در بورس، نمایان سازد (راعی: ۱۳۸۳، ۹۹).

لذا با توجه به تاثیرپذیری چشمگیر حرکت‌های قیمتی از میزان سود نقدی تخصیص یافته به هر سهام، از شاخص "قیمت و بازده نقدی"^{۴۳} که از سال ۱۳۷۶ از طرف سازمان بورس اوراق بهادار تهران منتشر می شود استفاده شده است^{۴۴}.

۶-۱- انواع روشهای محاسبه ارزش در معرض ریسک

۶-۱-۱- روش پارامتریک (واریانس-کوواریانس) برای محاسبه

این روش دارای دو فرض اساسی است که البته باعث محدودیت هایی برای این روش می شود. در عین حال به علت آسانی انجام محاسبات، خصوصاً محاسبات روزانه کاربرد زیادی دارد. این دو فرض عبارتند از:

الف- بازده دارایی دارای توزیع نرمال است.

ب- بین عوامل بازار و ارزش دارایی رابطه خطی وجود دارد.

با تفسیر فوق، احتمال اینکه ارزش پرتفوی با انحراف معیار بازدهی مشخص و با سطح اطمینان معین از ارزش مفروض کمتر باشد، از طریق معادله زیر قابل اندازه گیری است:

$$VaR = M \cdot Z_{\alpha} \cdot \delta \sqrt{T} - \mu W_i = M \cdot Z_{\alpha} \cdot \delta \sqrt{T} - r_p$$

که برای دوره های بلند مدت می باشد^{۴۵}. از آنجا که این روش مبنای ریاضی و مدل سازی مشخصی داشته و قابلیت بهینه سازی را دارد، لذا نسبت به روشهای هیوریستیک دیگر از جمله شبیه سازی تاریخی و شبیه سازی مونت کارلو روش مناسبتری جهت انتخاب می باشد. از آنجا که در این تحقیق دوره مورد بررسی ۱۱ سال بوده و از اطلاعات روزانه ۱۱ سال استفاده شده است در نتیجه دوره بلندمدت به حساب آمده و از این فرمول استفاده شده است. برای دوره های کوتاه مدت با فرض میانگین صفر $\mu = 0$ ، از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$VaR = M \cdot Z_{\alpha} \cdot \delta \sqrt{T}$$

در این معادله با دانستن انحراف معیار روزانه δ ، انحراف معیار T روز از رابطه $\delta\sqrt{T}$ قابل محاسبه است. M ارزش بازار دارایی، $1-\alpha$ سطح اطمینان و T طول دوره زمانی محاسبه بازده می باشد. این مقدار بیان می دارد که: احتمال اینکه زیان در یک دوره T روزه بیش از VaR باشد، $\alpha\%$ می باشد (راعی: ۱۳۸۳، ۱۴۳-۱۴۲).

۲-۱-۶- روش شبیه سازی تاریخی برای محاسبه ارزش در معرض ریسک

روش شبیه سازی تاریخی ساده ترین روش غیرپارامتریک بوده و نیازی به پیش فرض در مورد توزیع احتمال بازده دارایی یا دارایی های مالی ندارد. در این روش فرض بر این است که رفتار بازده دارایی مالی مانند رفتار گذشته آن است و توزیع احتمال بازده در گذشته عیناً توزیع احتمال آتی دارایی مالی نیز می باشد و روند تغییرات قیمت در گذشته، در آینده نیز ادامه خواهد داشت. فرمول ارائه شده در روش واریانس-کوواریانس در این قسمت نیز مورد استفاده قرار می گیرد و تنها انحراف معیار به روش شبیه سازی محاسبه می شود. در این روش اگر t زمان حال باشد و قیمت در زمان حال با P_t نشان داده شود، قیمت آتی در زمان $t+s$ از طریق قیمت تاریخی و انعکاس در قیمت های جاری مشخص خواهد شد. در این روش پس از محاسبه بازده (در طول دوره مشخص T)، به صورت نزولی بازده ها مرتب شده و $\alpha\%$ از آن به عنوان کوچکترین بازده ها انتخاب شده و در نتیجه اینگونه تعبیر می شود که حداکثر ریسک در سطح $1-\alpha\%$ آن مقدار (در طول دوره مشخص T) است (راعی: ۱۳۸۵، ۱۴۵-۱۴۴).

۳-۱-۶- روش مونت کارلو برای محاسبه ارزش در معرض ریسک

دومین روش از روشهای ناپارامتریک می باشد، در این روش نیز فرض نرمال بودن بازدهی الزامی نیست و همچنین برای ابزارهای مالی که دارای تابع بازدهی غیر خطی می باشند، از این روش برای محاسبه ریسک این ابزارها می توان استفاده کرد. مراحل شبیه سازی شامل تعیین فرایندهای احتمالی، شبیه سازی قیمتها، محاسبه و تعیین قیمت دارایی یا دارایی های مالی و تکرار آن به دفعات زیاد می باشد، و در پایان ارزش در معرض ریسک در سطح اطمینان $1-\alpha$ از روی توزیع شبیه سازی شده بازدهی P_i و زمان t ، به دست می آید (راعی: ۱۳۸۵، ۱۴۷-۱۴۶).

۲-۶- مدل برنامه ریزی خطی برای محاسبه ارزش در معرض ریسک

همانطور که در قسمت قبلی بیان شد، با توجه به محدودیتهای روشهای هیورستیک شبیه سازی تاریخی و شبیه سازی مونت کارلو در بهینه سازی، لذا از روش واریانس-کوواریانس جهت

محاسبه ارزش در معرض ریسک و در ادامه بهینه سازی مدل استفاده شده است. مدل برنامه ریزی انتخاب شده به شرح زیر می باشد:

$$\text{Min}Z = Z_{\alpha} \delta_p - \bar{r}_p$$

$$S.T : \bar{r}_p = \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j$$

$$\sum_{j=1}^M x_j = 1$$

$$x_j \geq 0$$

در صورتی که توزیع تابع بازده نرمال مفروض باشد، با حل مدل برنامه ریزی بالا در سطح α مورد نظر سرمایه گذار، ضرائب مجهول x_i به دست می آید که ضرایب پورتفوی و میزان سرمایه گذاری را در هر سهم نشان می دهد^{۴۶}. در صورتی که توزیع تابع بازده نرمال نباشد نیز روشهای مختلف دیگری برای محاسبه وزن های مدل بر مبنای مفهوم ارزش در معرض ریسک پورتفوی در مقالات متعددی معرفی شده است که از نظر اطلاعات اولیه مورد نیاز، پیش فرض ها و همچنین خروجی ها با یکدیگر تفاوت دارند.

۷- الگوریتم اجرای پژوهش و شیوه آزمون مدل

در این تحقیق ابتدا، براساس مدل پایه و اولیه ارزش در معرض ریسک (VaR)، مدل‌های اصلاح شده با استفاده از رویکردهای بسط کورنیش فیشر و همچنین تی استیودنت ایجاد شد. سپس برای نمونه انتخاب شده از سهام شرکتهای حاضر در بورس اوراق بهادار تهران، بازده روزانه با استفاده از فرمول $R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$ در طول سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۰ محاسبه می شود. برای این منظور از اکسل استفاده می شود، همچنین ماتریس کوواریانس بازده سهام شرکتهای انتخاب شده نیز جهت محاسبه واریانس سهام ها توسط اکسل مورد محاسبه قرار می گیرد. مدل برنامه ریزی غیر خطی پایه ارزش در معرض ریسک (VaR) (بافرض توزیع نرمال بازده) :

$$\text{Min}Z = Z_{\alpha} \delta_p - \bar{r}_p$$

$$S.T : \bar{r}_p = \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j$$

$$\sum_{j=1}^M x_j = 1$$

$$x_j \geq 0$$

۷-۱- مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر^{۴۷} پارامتریک (فرض نرمال تابع توزیع بازده) با استفاده از تابع محلی "مینیم سازی محدودیت دار"

برای این منظور با فرض توزیع نرمال بازده ، و با استفاده از مدل‌های برنامه ریزی زیر ، براساس وزن های بهینه نمودارهای کارایی رسم شده اند :

$$\text{Min} Z = Z_{\alpha} \delta_p - \bar{r}_p$$

$$\text{S.T.} : \bar{r}_p = \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j$$

$$\sum_{j=1}^M x_j = 1$$

$$x_j \geq 0$$

$$\text{Min } Z = (\text{mean}(\text{RET}) + (z + (1/6) * (z^2 - 1) * \text{skew} + (1/24) * (z^3 - 3 * z) * (\text{kurt} - 3) - (1/36) * (2 * z^3 - 5 * z) * \text{skew}^2)) * ((x * \text{vc} * x)^{0.5}) - \bar{r}_p$$

$$\text{S.T.} : \bar{r}_p = \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j$$

$$\sum_{j=1}^M x_j = 1$$

$$x_j \geq 0$$

که در آن skew "ضریب چولگی" و Kurt "ضریب کشیدگی" می باشد. دقیقاً همین فرایند برای قسمت دوم تکرار شده و فقط جای مدل ارزش در معرض ریسک با مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر در این فرایند و برنامه ها عوض می شود. نتایج در بخشهای بعدی به نمایش در آمده است. همان طور که پیش از این نیز گفته شد ، هدف استفاده از بسط کورنیش فیشر آن است تا با در نظر گرفتن چولگی و کشیدگی های ممکن ایجاد شده ، سعی در محاسبه کامل ریسک و آنچه ارزش در معرض ریسک پارامتریک امکان محاسبه آن را ندارد ، می باشد. در نتیجه انتظار آن است تا با استفاده از این بسط ، مقدار ریسک محاسبه شده متفاوت با حالت با پیش فرض نرمال باشد.

۷-۲- مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر^{۴۸} پارامتریک (فرض نرمال تابع توزیع بازده) با استفاده از الگوریتم شبیه سازی بازپخت

برای این منظور از فرمولهای قسمت قبل و از روش شبیه سازی بازپخت استفاده میشود ، نتیجه و دیاگرام مرزهای کارایی آن در قسمتهای بعدی آمده است. دقیقاً همین فرایند برای قسمت

دوم تکرار شده و فقط جای مدل ارزش در معرض ریسک با مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر در این فرایند و برنامه‌ها عوض می‌شود. همان‌طور که پیش از این نیز گفته شد، هدف استفاده از بسط کورنیش فیشر آن است تا با در نظر گرفتن چولگی و کشیدگی‌های ممکن ایجاد شده، سعی در محاسبه کامل ریسک و آنچه ارزش در معرض ریسک پارامتریک امکان محاسبه آن را ندارد، می‌باشد. در نتیجه انتظار آن است تا با استفاده از این بسط، مقدار ریسک محاسبه شده متفاوت با حالت با پیش فرض نرمال باشد.

۳-۷- مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت^{۴۹} پارامتریک (با فرض نرمال تابع توزیع بازده) با استفاده از تابع محلی "مینیمم سازی محدودیت دار" برای این منظور از مدل‌های برنامه ریزی زیر استفاده می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \text{Min}Z &= Z_{\alpha} \delta_p - \bar{r}_p \\ \text{S.T.} : \bar{r}_p &= \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j \\ \sum_{j=1}^M x_j &= 1 \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

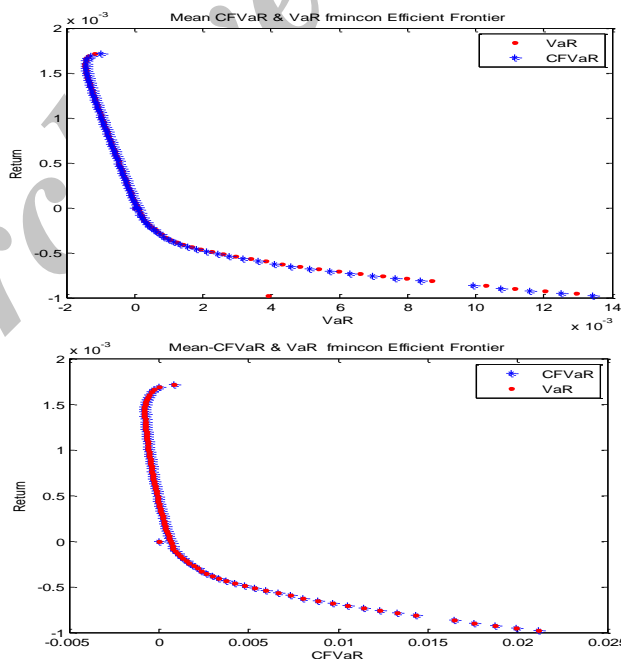
$$\begin{aligned} \text{Min}Z &= q \delta_x - \bar{r}_p \\ \text{S.T.} : \bar{r}_p &= \sum_{j=1}^M x_j \bar{r}_j \\ \sum_{j=1}^M x_j &= 1 \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

که در آن ارزش در معرض ریسک تی استیودنت، ارزش در معرض ریسک براساس تابع بیضوی^{۵۰} تی استیودنت می‌باشد که به اختصار با VaR_t نشان می‌دهیم. همچنین در این مدل $q_{0.96}^t = 6.96$ می‌باشد و از این طریق می‌خواهیم تا دنباله‌های توزیع نرمال را چاق تر کنیم تا ریسک را دقیق تر تخمین بزنیم. در نتیجه امکان محاسبه ریسکی که توسط ارزش در معرض ریسک پارامتریک محاسبه نمی‌شود وجود دارد. و انتظار آن است تا ریسک محاسبه شده با ریسک محاسبه شده در حالت ارزش در معرض ریسک پارامتریک متفاوت باشد. این مقایسه با فرض نرمال و با استفاده از تابع "مینیمم سازی محدودیت دار" صورت می‌گیرد. دقیقاً همین فرایند برای قسمت دوم تکرار شده و فقط جای مدل ارزش در معرض ریسک با مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت در این فرایند و برنامه‌ها عوض می‌شود.

۴-۷- مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت^{۵۱} پارامتریک (با فرض نرمال تابع توزیع بازده) با استفاده از الگوریتم شبیه سازی بازپخت برای این منظور از همان مدلها و مفاهیم قسمت قبل استفاده می کنیم با این تفاوت که از روش کلی الگوریتم شبیه سازی بازپخت به جای تابع "مینیم سازی محدودیت دار"^{۵۲} استفاده می کنیم. که در آن ارزش در معرض ریسک تی استیودنت، ارزش در معرض ریسک براساس تابع بیضوی^{۵۳} تی استیودنت می باشد که به اختصار با VaR_T نشان می دهیم. همچنین در این مدل $q_{T, \alpha}^{\tau} = 6.96$ می باشد و از این طریق می خواهیم تا دنباله های توزیع نرمال را چاق تر کنیم تا ریسک را دقیق تر تخمین بزنیم. در نتیجه امکان محاسبه ریسکی که توسط ارزش در معرض ریسک پارامتریک محاسبه نمی شود وجود دارد. و انتظار آن است تا ریسک محاسبه شده با ریسک محاسبه شده در حالت ارزش در معرض ریسک پارامتریک متفاوت باشد.

۸- نتایج پژوهش

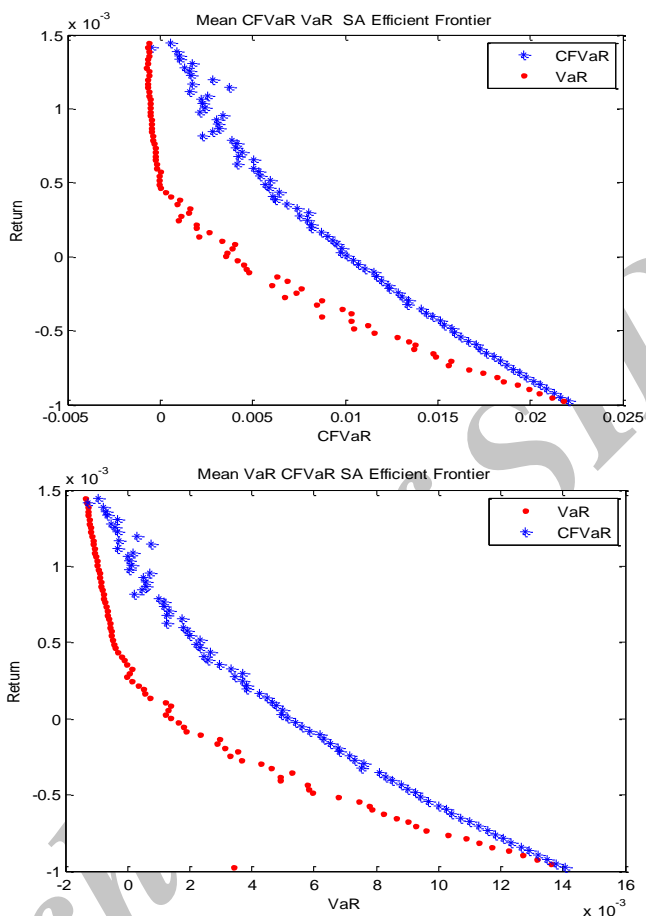
۸-۱- نتایج مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشرف^{۵۴} پارامتریک (فرض نرمال تابع) با استفاده از تابع محلی "مینیم سازی محدودیت دار"



همان طور که پیش از این نیز گفته شد، هدف استفاده از بسط کورنیش فیشر آن است تا با در نظر گرفتن چولگی و کشیدگی های ممکن ایجاد شده، سعی در محاسبه کامل ریسک و آنچه ارزش در معرض ریسک پارامتریک (بافرض توزیع نرمال بازده) امکان محاسبه آن را ندارد، می باشد (سؤال دوم تحقیق). در نتیجه انتظار آن است تا با استفاده از این بسط، مقدار ریسک محاسبه شده متفاوت با حالت پیش فرض نرمال باشد. همانطور که در این نمودار دیده می شود، مرزهای کارایی و ضرایب بهینه هر دو روش بر روی یکدیگر منطبق شده اند و در نتیجه نتایج یکسانی را ارائه می دهند. بنابراین براساس اطلاعات داده های بورس اوراق بهادار تهران و در این شرایط و با استفاده از روش بهینه سازی محلی "مینیمم سازی محدودیت دار"، استفاده از روشهای ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر و ارزش در معرض ریسک تفاوتی ندارند و پاسخ سؤال دوم این تحقیق منفی است. محتمل است که روش بهینه سازی محلی "مینیمم سازی محدودیت دار"، فرایند بهینه سازی را به طور کامل انجام نداده و در نتیجه برای اطمینان از پاسخ، از روش الگوریتم شبیه سازی بازپخت برای بهینه سازی مجدد استفاده می شود. از دیدگاه مالی، براساس این نتیجه، سبدهای بهینه طراحی شده توسط این دو روش، توانایی یکسانی در محاسبه و مینیمم سازی ریسک کل سبد دارند. به عبارتی، توانایی آنها در یافتن سبدهایی (نقاطی) با کمترین میزان ریسک، یکسان بوده و با توجه به سطوح ریسک، احتمالاً مقادیری از ریسک محاسبه نشده است. در نتیجه این سبدهای طراحی شده مطلوب سرمایه گذاران و تحلیلگران به شدت ریسک گریز نمی باشد.

۲-۸- نتایج مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر^{۵۵} پارامتریک (فرض نرمال تابع توزیع بازده) با استفاده از الگوریتم شبیه سازی بازپخت

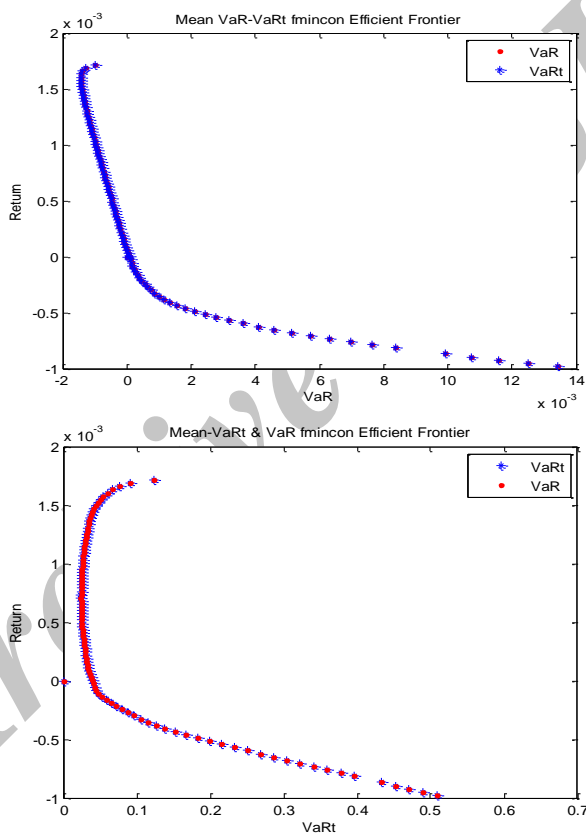
همان طور که پیش از این نیز گفته شد، هدف استفاده از بسط کورنیش فیشر آن است تا با در نظر گرفتن چولگی و کشیدگی های ممکن ایجاد شده، سعی در محاسبه کامل ریسک و آنچه ارزش در معرض ریسک پارامتریک (بافرض توزیع نرمال بازده) امکان محاسبه آن را ندارد، می باشد. در نتیجه انتظار آن است تا با استفاده از این بسط، مقدار ریسک محاسبه شده متفاوت با حالت پیش فرض نرمال باشد. همانطور که در این نمودار دیده می شود، مرزهای کارایی و ضرایب بهینه مدل ارزش در معرض ریسک بالاتر از مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر قرار می گیرد و به این معناست که در سطوح یکسان بازده مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر ریسک را دقیقتر و کاملتر محاسبه کرده است.



بنابراین با استفاده از این روش بهینه سازی، پاسخ مثبتی می توان به سؤال دوم تحقیق داد. براین اساس نتایج قسمت قبل رد شده و مشاهده می شود که مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر ریسک موجود را دقیقتر محاسبه کرده است. دلیل این موضوع نیز آن است که این مدل چولگی و کشیدگی های موجود در توزیع بازده را مورد محاسبه قرار داده و در نتیجه مقداری واقعی تر از ریسک را محاسبه کرده و نتایجی محافظه کارانه تر نسبت به مدل ارزش در معرض ریسک ارائه می دهد. از دیدگاه مالی، سبد های طراحی شده بدین نحو (نقاط بهینه مشخص شده) دارای حداقل ریسک ممکن بوده و در نتیجه مناسب جهت استفاده سرمایه گذاران و تحلیلگران

ریسک گریز می باشد. همانطور که پیش از نیز گفته شد، با استفاده از این روش ریسک نهفته در دنباله ها به طور کامل تخمین زده شده است.

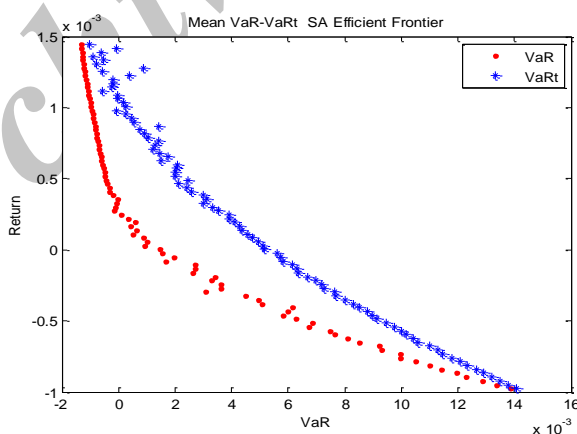
۳-۸- نتایج مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت^{۵۶} پارامتریک (با فرض نرمال تابع توزیع بازده) با استفاده از تابع محلی "مینیمم سازی محدودیت دار"



همانطور که پیش از نیز گفته شد ، هدف استفاده از مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت، چاق تر کردن دنباله های مدل ارزش در معرض ریسک می باشد تا از این طریق و با استفاده از ضرایب تصحیح تابع توزیع تی استیودنت مقدار واقعی ریسک تا حد ممکن محاسبه شود. براساس دیدگاه پارامتریک (با پیش فرض توزیع نرمال بازده) ، ریسک واقعی دست کم تر از آنچه

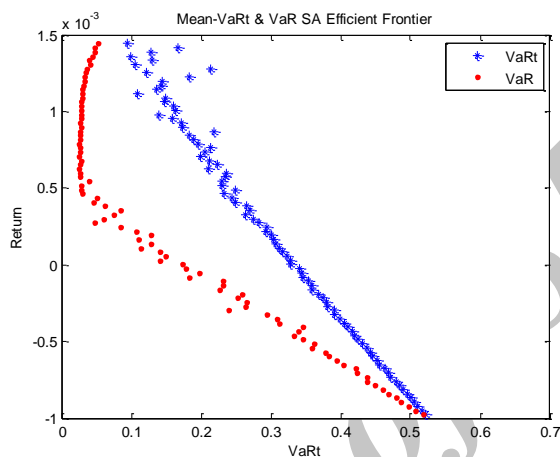
به روش نرمال ارائه می دهد محاسبه می شود. براساس نمودارهای رسم شده و براساس اطلاعات داده های بورس اوراق بهادار تهران و در این شرایط و با استفاده از روش بهینه سازی محلی مینیمم سازی محدودیت دار ، استفاده از روشهای مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت و ارزش در معرض ریسک تفاوتی نداشته و در نتیجه پاسخ سؤال اول این تحقیق منفی است. دو نمودار بر روی یکدیگر منطبق شده و در نتیجه با استفاده از تابع مینیمم سازی محدودیت دار به هدف محاسبه واقعی تر ریسک دست پیدا نمی کنیم. از دیدگاه مالی، این موضوع به عدم در نظر گرفتن ریسک کامل سبدها در فرایند متنوع سازی با استفاده از ابزار بهینه سازی باز می گردد. به عبارت دیگر متنوع سازی با حداقل همبستگی ممکن و با حداقل ریسک صورت نپذیرفته و در نتیجه امکان تشکیل سبدهایی (امکان یافتن نقاطی) با کمترین ریسک وجود دارد که با این روش محقق نشده است. در نتیجه در صورت انتخاب این سبد از سوی سرمایه گذار، با توجه به فاصله ای که میان ریسک محاسبه شده و ریسک واقعی وجود دارد، لذا این امکان وجود دارد که سرمایه گذار با دست کم گرفتن ریسک موجب زیان شدیدی در آینده شود.

۴-۸- نتایج مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت^{Δ۷} پارامتریک (با فرض نرمال تابع توزیع بازده) با استفاده از الگوریتم شبیه سازی بازیخت



همانطور که پیش از نیز گفته شد ، هدف استفاده از مدل ارزش در معرض ریسک تی همانطور که پیش از نیز گفته شد ، هدف استفاده از مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت ، چاقی تر کردن دنباله های مدل ارزش در معرض ریسک می باشد تا از این طریق و با

استفاده از ضرایب تصحیح تابع توزیع تی استیودنت مقدار واقعی ریسک تا حد ممکن محاسبه شود. با پیش فرض توزیع نرمال، ریسک واقعی دست کم تر از آنچه به روش نرمال ارائه می دهد محاسبه می شود.



براساس نمودارهای رسم شده و براساس اطلاعات داده های بورس اوراق بهادار تهران و در این شرایط و با استفاده از روش بهینه سازی کلی الگوریتم شبیه سازی بازپخت، در یک سطح معین از بازده، ریسک محاسبه شده مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت بیشتر از ریسک محاسبه شده ارزش در معرض ریسک بوده و در نتیجه به هدف مورد نظر که همانا تخمین دقیق تر ریسک و ارائه مدلی محافظه کارانه تر می باشد دست یافته ایم. و در نتیجه پاسخ سؤال اول تحقیق مثبت بوده است، به عبارت دیگر و از دیدگاه مالی، سرمایه گذار با متنوع سازی مناسب توانسته است تا از زیان پیش روی آن جلوگیری کند. به عبارت دیگر، با متنوع سازی کاملتر، ریسک نهفته ای که در روش قبل قابل اندازه گیری و شناسایی نبود محاسبه و در نظر گرفته شد.

۹- نتیجه گیری و بحث

هدف استفاده از بسط کورنیش فیشر^{۵۸} و مدل آن^{۵۹} است تا با در نظر گرفتن چولگی^{۶۰} و کشیدگی^{۶۱} های ممکن ایجاد شده، سعی در محاسبه کامل ریسک و آنچه ارزش در معرض ریسک پارامتریک (نرمال) امکان محاسبه آن را ندارد، می باشد. در نتیجه انتظار آن است تا با استفاده از این بسط، مقدار ریسک محاسبه شده متفاوت با حالت با پیش فرض نرمال باشد. براساس اطلاعات

داده های بورس اوراق بهادار تهران و در این شرایط و با استفاده از روش بهینه سازی محلی مینیمم سازی محدودیت دار^{۶۲}، استفاده از روشهای ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر و ارزش در معرض ریسک وزن های بهینه یکسانی را ارائه داده، مرزهای کارایی بر روی یکدیگر منطبق شده و استفاده از این دو مدل تفاوتی با یکدیگر ندارند. دلیل این موضوع آن است که روش محلی بهینه سازی "مینیمم سازی محدودیت دار" مدل ارزش در معرض ریسک را که دارای تعداد زیادی مینیمم و ماکزیمم محلی است را نمی تواند به طور کامل بهینه سازی نماید.

درحالی که با استفاده از روش کلی الگوریتم شبیه سازی بازپخت در یک سطح معین از بازده، ریسک محاسبه شده ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر بیشتر از ریسک محاسبه شده توسط مدل ارزش در معرض ریسک بوده و در نتیجه به هدف مورد نظر که همانا تخمین دقیق تر ریسک و ارائه مدلی محافظه کارانه تر می باشد دست یافته ایم. علت این بالاتر قرارگرفتن مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک کورنیش فیشر آن است که این مدل ریسکهای پنهان در چولگی ها و کشیدگی ها را که از دید مدل ارزش در معرض ریسک مخفی باقی مانده بود را مورد محاسبه قرار داده است.

هدف استفاده از مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت^{۶۳}، چاق تر کردن دنباله های مدل ارزش در معرض ریسک می باشد تا از این طریق و با استفاده از ضرایب تصحیح تابع توزیع تی استیودنت مقدار واقعی ریسک تا حد ممکن محاسبه شود. با پیش فرض توزیع نرمال، ریسک واقعی دست کم تر از آنچه به روش نرمال ارائه می دهد محاسبه می شود. براساس اطلاعات داده های بورس اوراق بهادار تهران و در این شرایط و با استفاده از روش بهینه سازی محلی مینیمم سازی محدودیت دار، استفاده از روشهای ارزش در معرض ریسک تی استیودنت و ارزش در معرض ریسک مرزهای کارایی بر روی یکسانی را ارائه داده و استفاده از این دو مدل تفاوتی با یکدیگر ندارند. در این قسمت نیز مجددا این روش محلی نتوانسته است بهینه سازی را به طور کامل انجام دهد. درحالی که با استفاده از روش کلی الگوریتم شبیه سازی بازپخت در یک سطح معین از بازده، ریسک محاسبه شده ارزش در معرض ریسک تی استیودنت بیشتر از ریسک محاسبه شده ارزش در معرض ریسک بوده و در نتیجه به هدف مورد نظر که همانا تخمین دقیق تر ریسک و ارائه مدلی محافظه کارانه تر می باشد دست یافته ایم. علت این بالاتر قرارگرفتن مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک تی استیودنت آن است که این مدل ریسکهای پنهان در دنباله های چاق تر را که از دید مدل ارزش در معرض ریسک مخفی باقی مانده بود را مورد محاسبه قرار داده است و در نتیجه ریسک واقعی تری را محاسبه و مدلی محافظه کارانه تر ارائه می دهد.

در این خصوص و اصلاح مدل ارزش در معرض ریسک در ایران تحقیقات خاصی صورت نگرفته است اما در میان تحقیقات خارجی صورت گرفته می‌توان به مواردی اشاره کرد. داریبی و داومن (۲۰۰۶) سعی کردند تا با استفاده از مدل‌های ریسک مبتنی بر رویکرد مدل‌های چند هدفه، با استفاده کردن از حداقل کردن ریسک، سبدهایی بهینه ارائه دهند. آنها با استفاده از دو معیار ارزش در معرض ریسک و اصلاحاتی که در آنها انجام داده اند، این دو رویکرد را با یکدیگر مقایسه کرده اند. همچنین جیوورونسکی و فلاگ (۲۰۰۵) نیز در مقاله ای نشان داده اند تا با استفاده از رویکردهای کمی و با اصلاحاتی در قالب "تسطیح" مدل ارزش در معرض ریسک، عملکرد بهتر این مدل را در تخمین ریسک و در نتیجه بهینه سازی و یافتن سبدهایی بهینه تر نشان داده اند. ایمان حاجی زاده (۲۰۰۷) نیز نشان داده است که می‌توان با تشکیل مدل‌های ارزش در معرض ریسک پویا، و با استفاده از وزن دهی زمانی به اطلاعات تاریخی نتایج بهتری از بهینه سازی مدل‌های ارزش در معرض ریسک به دست آورد. هوانگ (۲۰۰۰) نیز با استفاده از تئوری ارزش حدی و تخمین کرنل توانست، تخمین بهتری از ریسک را برای بهینه سازی مدل‌های ارزش در معرض ریسک ارائه دهد. مینا و اولمر (۱۹۹۹) نیز چهار روش با استفاده از تخمین ها و استفاده از بسط های ریاضی جهت تخمین بهتر ریسک در خلال بهینه سازی مدل‌های ارزش در معرض ریسک ارائه داده اند، که از دو روش آن در این مقاله استفاده شد که نتایج مقاله آنان، نتایج تحقیق پیش رو را پشتیبانی و تایید می‌کند. تحقیقات یامایی و یوشیبا (۲۰۰۲) نیز در راستای اصلاح بهتر مدل‌های ارزش در معرض ریسک، نتایج همراستایی را با نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد.

پیشنهاد می‌گردد فرایند بهینه سازی بر روی ترکیبی از ابزارهای متنوع مالی نیز صورت گیرد (بهینه سازی هایبریدی بر روی مجموعه ای از ابزارهای مالی همانند ترکیبی از سهام، اوراق قرضه، اوراق مشتقه و ...). همچنین می‌توان این بهینه سازی را با در نظر گرفتن بعد زمان و وزن دهی به اطلاعات تاریخی با توجه به نزدیکی و یا دوری اطلاعات تاریخی نیز انجام داد. مقایسه نتایج حاصل از روشهای مختلف بهینه سازی کلی همانند الگوریتم ژنتیک، شبیه سازی عصبی، شبیه سازی بازپخت و سایر روشهای بهینه سازی کلی نیز می‌تواند موضوع تحقیقات آتی قرار گیرد. همچنین تشکیل سبدهای پویا، به نحوی که از اطلاعات در طول زمان استفاده کرده و به طور پربودیک اطلاعات دورتر را از گردونه محاسبات خارج کند نیز پیشنهاد می‌گردد. با توجه به اهمیت هزینه های معاملات، در نظر گرفتن محدودیتهایی در داخل مدل جهت بهینه سازی نیز به تشکیل سبدهای بهینه تر از دیدگاه هزینه ای نیز کمک شایانی می‌کند. روشهای بازگشتی جهت تست صحت تخمین مدل‌های ارزش در معرض ریسک نیز می‌تواند موضوع تحقیق قرار گیرد. در پایان روشهای دیگری که سعی در تخمین بهتر ارزش در معرض ریسک و در نتیجه انتخاب بهینه

تر سبدها به طوریکه ریسک کمتری سرمایه گذار را تهدید کند نیز می تواند موضوعات جدیدی جهت کاوش در این زمینه باشد.

فهرست منابع

- ۱) اقبال نیا ، محمد. (۱۳۸۴). " طراحی مدلی برای مدیریت ریسک سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مفهوم ارزش در معرض ریسک " ، پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد رشته مدیریت مالی ، دانشکده علوم انسانی ، دانشگاه شهید بهشتی ، تهران.
- ۲) - اطلاعات قیمت روزانه و شاخص قیمت و بازده نقدی (TEDPIX) سهام شرکتهای پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران بین سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۷. www.rdis.ir
- ۳) تهرانی ، رضا .(۱۳۸۶) ، " مدیریت سرمایه گذاری " ، تهران ، نگاه دانش ، ویرایش اول .
- ۴) پارساییان، علی .(۱۳۷۸) ، " مدیریت ریسک . ابعاد مدیریت ریسک ، تعریف و کاربرد آن در سازمانهای مالی "، تحقیقات مالی، سال چهارم ، شماره ۱۳ و ۱۴ ، ص ۱۴۴-۱۲۵.
- ۵) جهانخانی، علی (۱۳۸۶) . "مدیریت مالی" ، جلد اول ، تهران، انتشارات سمت، چاپ دوازدهم.
- ۶) راعی ، رضا. سعیدی ، علی. (۱۳۸۵) " مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک " ، تهران ، سازمان سمت ، چاپ دوم.
- ۷) راعی ، رضا . تلنگی احمد .(۱۳۸۳) ، " مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته " ، تهران ، سازمان سمت ، چاپ اول.
- 8) Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.M., and D. Heath, (1999). " Coherent Measures of Risk.", *Journal of Mathematical Finance*, Vol 9, pp.203-228.
- 9) Aarts. E and Korst.J , "Simulated annealing and boltzman machines", Wiley ,New York, 1989.
- 10) Berrone Pascual, (2008), "Current Global Financial Crisis :An Incentive Problem", *Ocasional Paper ,OP-158 , IESE Business School, University of Navarra, Spain*, PP.1-7.
- 11) Bostrom Pontus , Jerker Björkqvist (2005) , " Optimisation-based black-box testing of assertions in Simulink models " ,Turku Center for Computer Science , TUCS Technical Report, No 711, Turku, Finland.
- 12) Courvoisier N ,Schraner R , (2005), "Composition of fund of hedge funds A Mean-CVaR allocation with an option-based constraint " , Working Paper for Submitting Master Of Science Thesis ,University of Lausanne .
- 13) Darby-Dowman Ken, (2006), " Mean-Risk Models Using Two Risk Measures: A Multi-Objective Approach " , Brunel University , UK. available at : <http://hdl.handle.net/2438/489> .

- 14) Eijffinger Sylvester C.W.,(2008)," Crisis management in the European Union ", POLICY INSIGHT No. 27 , Center for Economic Policy Research (www.CEPR.org) ,pp.1-6.
- 15) Gaivoronski G, and Pflug G , (2005) , " Value-at-Risk in Portfolio Optimization: Properties and Computational Approach " , Journal of Risk, Vol. 7, No. 2, pp. 1-31.
- 16) Hajizadeh Iman (2007), "Portfolio Selection with Bounded Loss", 3rd International Conference on Hedge Funds & 2nd International Workshop on Multi-Attribute Portfolio Selection, Montreal, Canada.
- 17) Huang, A. (2000). " A Comparison of Value at Risk Approaches and a New Method with Extreme Value Theory and Kernel Estimator", from www.gc.cuny.edu (a Working Paper).
- 18) Mina , J & Ulmer .A (1999) , " Delta-Gamma FourWays" , RiskMetrics Group, LLC Special Report .
- 19) Mausser Helmut , Rosen Dan (1998)," Beyond VaR: From Measuring Risk to Managing Risk ",ALGO RESEARCH QUARTERLY , VOL. 1, NO. 2 , PP.05-22.
- 20) Pearson Neil , "Risk Budgeting (Portfolio Problem Solving with Value-At-Risk) ",1st Edition , , John Wiley & Sons , New York,2002.
- 21) Romejn H.E and Smith R. L., "Simulated Annealing for Constrained Global Optimization" . Journal of Global Optimization, vol. 5, pp. 101-126, 1994.
- 22) SADEFO KAMDEM .Jules (2003)," VAR AND ES FOR LINEAR PORTFOLIOS WITH MIXTURE OF ELLIPTIC DISTRIBUTIONS RISK FACTORS " , PhD Thesis of Financial Engineering at the Université de Reims (France).
- 23) Saita Francesco ,"Value at Risk & Bank Capital Management", 1st Edition, Elsevier Publication,2007.
- 24) Yamai, Y. and T. Yoshiba. (2002) "On the Validity of Value-at-Risk: Comparative Analyses with Expected Shortfall." Montary and Economic Studies, Volume.20, pp 57-85

یادداشت‌ها

- ¹ Optimum
- ² Curve
- ³ Efficient Frontier
- ⁴ Risk Management
- ⁵ skewness
- ⁶ Basel II
- ⁷ Eijffinger:2008,3 .
- ⁸ Eijffinger:2008,4.
- ⁹ Berrone:2008,3.
- ¹⁰ Investment Management
- ¹¹ Downside Risk
- ¹² Capital Assets Pricing Model (CAPM).
- ¹³ JP Morgan
- ¹⁴ Basle
- ¹⁵ Huang:2000,2 .

- 16 Downside Risk
17 Borca : 2005,11 .
18 Back Testing
19 Anca:2003,8 .
20 Tail
21 .Anca: 2003, 9 ،Uyaserv: 2007, 5-6 ،Uryasev: 2008, 271.
22 Acerbi: 2002,381.
23 Acerbi: 2008, 7.
24 Toolbox
25 fmincon
26 Quadric Sequential Programming
27 Bostrom: 2005, 8.
28 Annealing
29 Cornish Fisher Expansion
30 Polynomial
31 Moments
32 Mina:1999,6 .
33 skew
34 Kurt
35 Cornish Fisher VaR (CFVaR)
36 ³⁶ Mina:1999,6.
37 Elliptical
38 t-Student
39 Kamdem:2003,7 .
40 VaR t-Student (VaRt)
41 fmincon
42 TIPEX
43 TEDPIX
- 45 Saita:2007,29.
46 Uryasev :2007,32 .
47 CFVaR (Cornish Fisher Value At Risk)
48 CFVaR (Cornish Fisher Value At Risk)
49 Value At Risk t-Student
50 Elliptical
51 Value At Risk t-Student
52 fmincon
53 Elliptical
54 CFVaR (Cornish Fisher Value at Risk)
55 CFVaR (Cornish Fisher Value At Risk)
56 Value At Risk t-Student
57 Value At Risk t-Student
58 Cornish Fisher
59 Cornish Fisher Value At Risk(CFVaR)
60 Skewness
61 Kurtiness
62 fmincon
63 t-Student Valu At Risk(VaRt)

۴۴ (این اطلاعات بر روی سایت www.rdis.ir موجود می باشد).