

کاربرد ارزش در معرض ریسک (VaR) در تشکیل سبد سهام بهینه‌ی در بورس اوراق بهادار تهران

ابراهیم عباسی

استادیار دانشگاه الزهراء

بابک تیمورپور

استادیار مؤسسه‌ی عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی

منوچهر برجسته ملکی

کارشناس ارشد مدیریت مالی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۷/۷

چکیده

این پژوهش، به دنبال استفاده از ارزش در معرض ریسک، به عنوان یک معیار اندازه‌گیری ریسک در تشکیل سبد سهام بهینه در بازار بورس تهران است. در این پژوهش ارزش در معرض ریسک محاسبه شده به روش پارامتریک با استفاده از بازده‌های ۱۵ روزه‌ی ۱۰۰ شرکت از تاریخ ۱۳۸۰/۱/۱ تا تاریخ ۱۳۸۶/۹/۱، به عنوان یک محدودیت به مدل سبد سهام مارکوویتز، اضافه شده است. با تغییر پارامترهای ارزش در معرض ریسک مورد قبول سرمایه‌گذار و درصد اطمینان مورد قبول او، سبدهای بهینه مختلفی تشکیل شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مدل مارکوویتز، ممکن است مرز کارا را محدود کرده، آنرا به یک نقطه تبدیل کند و یا از بین ببرد. نکات قابل توجه در این مقاله، در مقایسه با پژوهش‌های مشابه دیگر، استفاده از اعتبارسنجی بازخورد ۱ به شکلی نوین و مطالعه موردی بازاری بورس تهران است.

طبقه‌بندی JEL: G11, G32

کلیدواژه: سبد سهام بهینه، مرز کارا، واریانس، ارزش در معرض ریسک

۱- مقدمه

سبد سرمایه‌گذاری به مجموعه دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده توسط یک سرمایه‌گذار اطلاق می‌شود. از نظر فنی، یک سبد سرمایه‌گذاری، مجموعه‌ای کاملی از دارایی‌های واقعی و مالی را در بر می‌گیرد. دارایی‌های مالی، شامل انواع اوراق بهاداری مانند اوراق مشارکت، سهام عادی، سهام ممتاز و مشتقات مالی است. مدیریت سبد سهام، مطالعه همه ابعاد سبد سهام را در بر می‌گیرد که شامل ترکیب سهام موجود در سبد، وزن هر سهم در سبد و بهترین زمان برای تغییر ترکیب سبد است. مدیریت سبد سهام، بخش مهمی از مفهوم مدیریت سرمایه‌گذاری و قانون توجه آن را تشکیل می‌دهد. در این مقاله مدل کلاسیک سبد سهام که توسط هری مارکویتز^۱ در اوایل دهه شصت توسعه یافت، تحلیل و مدل ارزش در معرض ریسک به عنوان یک محدودیت به این مدل اضافه شده است.

در سال‌های اخیر پژوهش‌های بسیاری در زمینه توسعه روش‌های مدیریت سبد سهام بر اساس نظریات جدید مانند ارزش در معرض ریسک^۲، انجام شده است. هدف از این مقاله طراحی سبد سهام بهینه‌ای است که با در نظر گرفتن قیدهایی روی ریسک سبد، دارای حداکثر سود برای سرمایه‌گذار باشد.

۲- بیان مسئله وهدف پژوهش

ارزش در معرض ریسک، برای انواع ابزارهای مالی مانند سهام، اوراق قرضه، ارز، اوراق بهادار با پشتوانه دارایی^۳، اوراق قرضه با پشتوانه وام‌های رهنی^۴ و همچنین ابزارهای مالی مشتقه، کاربرد دارد. به علاوه می‌توان از ارزش در معرض ریسک به عنوان معیار سنجش ریسک تعهدات منعکس در ترازنامه یا خارج از ترازنامه، مانند قراردادهای تحویل آتی^۵، قراردادهای معاوضه^۶، قراردادهای پیشرو (آتی)^۷ و اختیار معامله^۸، استفاده استفاده کرد. این معیار کاربرد زیادی برای قانون‌گذاران و دستگاه‌های نظارتی دارد. به عنوان مثال کمیسیون بورس و اوراق بهادار^۹ در ژانویه ۱۹۹۷، همه مؤسسات مالی و

1- Harry Markowitz.

2- Value at Risk.

3- Asset Backed Securities.

4- Collateral Mortgage.

5- Future.

6- Swap.

7- Forward.

8- Option.

9- Security and Exchange Commission.

شرکت‌های سهامی عام با ارزش بازار سهام بیش از ۵/۲ میلیارد دلار را موظف کرد تا ریسک بازار خود را با معیار کمی نظیر ارزش در معرض ریسک، اعلام کنند. همچنین کمیته باسل^۱، بانک‌ها را از سال ۱۹۹۵ موظف کرد تا حدکفایت سرمایه خود را بر این اساس انجام دهند. ارزش در معرض ریسک، بسیاری از محدودیت‌های روش‌های سنتی مدیریت ریسک مانند فرض نرمال بودن توزیع بازده، عدم توجه به افق زمانی و یا نقدشوندگی دارایی‌های مالی را ندارد.

ارزش در معرض ریسک، پاسخ‌گوی پیچیدگی‌های ابزارهای مالی بوده و انواع ریسک را در یک عدد خلاصه می‌کند از این رو، مدیران ارشد با انبوهی از محاسبات ریسک مواجه نمی‌شوند. به وسیله ارزش در معرض ریسک می‌توان ریسک را هدفمند و برای آن بودجه‌ریزی کرد (حنیفی، ۱۳۸۲، ۴-۵).

ارزش در معرض ریسک، ریسک سبد سهام را فقط در یک عدد با عنوان ارزش در معرض ریسک خلاصه می‌کند و همین ماهیت ساده است که موجب جذابیت آن شده است. این ویژگی مهم‌ترین محدودیت آن نیز به شمار می‌رود. ارزش در معرض ریسک، تنها به مبلغ عددی ریسک سبد سهام توجه دارد و تبادل ریسک و بازده مورد انتظار را نادیده می‌گیرد (بست^۲ ۲۰، ۱۹۹۸-۱۹). اما استفاده از ارزش در معرض ریسک در مدل مارکوویتز، با توجه به در نظر گرفتن دو معیار ریسک و بازده در تعیین سبد سهام، تا حدود زیادی این نقیصه را برطرف می‌کند.

در این مقاله، اثر اضافه شدن ارزش در معرض ریسک به عنوان یک محدودیت به مرز کارای مارکوویتز، بررسی می‌شود. به علاوه، در مقایسه با پژوهش گوردون و الکساندر^۳، ۲۰۰۶، ۱۶۳۵-۱۶۳۲، که تنها محدودیت ارزش در معرض ریسک را به مدل مارکوویتز افزوده است در این پژوهش، به تعیین محدوده‌ای از مرز کارا که با توجه به آزمون بازخورد امکان افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک در آن وجود دارد نیز پرداخته شده است.

هدف این پژوهش، تشکیل سبد سهام بهینه در بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مفهوم ارزش در معرض ریسک است. در این پژوهش به سؤال زیر پاسخ داده می‌شود که افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مدل مارکوویتز، چه تأثیری بر مرز کارای این مدل دارد؟

1- Basel.

2- Best.

3- Gordon & Alexander.

۲-۱- مروری بر مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در یک رویکرد کلی، نظریه‌های مربوط به تشکیل سبد سهام را می‌توان به دو گروه مدرن و فرا مدرن تقسیم کرد. در نظریه مدرن، سبد سهام بهینه با سبک و سنگین کردن بازده و ریسک تعیین و معمولاً ریسک واریانس و انحراف معیار در نظر گرفته می‌شود. در نظریه فرا مدرن سبد سهام بهینه، بر اساس رابطه بازدهی و ریسک نامطلوب، به تبیین رفتار سرمایه‌گذار و انتخاب سبد سهام بهینه پرداخته می‌شود (استرادا^۱، ۲۰۰۶، ۴۷-۴۵). مدل مارکوویتز مربوط به نظریه مدرن است. او اولین کسی بود که مفهوم تنوع بخشی سبد سهام را به طور رسمی معرفی کرد. مارکوویتز فرض کرد که برای سرمایه‌گذاران، علاوه بر بازده، ریسک هم مهم است. سبد سهام بهینه، سبکی است که برای بازده معین، کمترین ریسک و یا برای ریسکی معین بیشترین بازده را داشته باشد. به مجموعه این سبدهای بهینه، مرز کارا گفته می‌شود، که سرمایه‌گذار از میان آن‌ها سبکی را انتخاب می‌کند که بیشترین تناسب را با وضعیت خود دارد. مدل مارکوویتز، تنها یک سبد سرمایه‌گذاری را مشخص نمی‌کند، بلکه مرز سبدهای کارا را نیز نشان می‌دهد که هر یک از آن‌ها بنا به تعریف، (در ازای سطح معینی از ریسک یا بازده منتظره) بهینه هستند. (مارکوویتز^۲، ۱۹۵۲، ۸۳-۷۹)، در مدل خود فرض کرد که بازده مورد انتظار، متغیری تصادفی با توزیع نرمال است، که به وسیله دو پارامتر میانگین و واریانس به طور کامل بیان می‌شود. فرض نرمال بودن بازده مورد انتظار در بسیاری از مواقع درست نیست، زیرا بسیاری از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که شکل تابع توزیع داده‌ها دارای دو انتهای ضخیم‌تر نسبت به تابع نرمال است. به عبارت دیگر، احتمال به وجود آمدن سودها و یا زیان‌های غیر عادی، بیش از آن است که تابع توزیع نرمال پیش بینی می‌کند (پست و گئورگی^۳، ۲۰۰۸، ۲۳۲-۲۳۰).

مشکل دیگر استفاده از واریانس این است که سودهایی که فاصله زیادی از میانگین دارند و برای سرمایه‌گذار مطلوب هستند، به عنوان ریسک شناخته می‌شوند و در فرایند بهینه‌سازی به سهام با تابع توزیع کشیده‌تر، وزن بیشتری داده می‌شود. از سوی دیگر، واریانس، به عنوان معیار ریسک، برای سرمایه‌گذار ملموس و قابل درک نیست و نیاز به اطلاعات آماری دارد (گئورگی^۴، ۲۰۰۲، ۵-۳). به طور کلی، اگر توزیع بازدهی یک نوع

1- Estrada.

2- Markowitz.

3- Giorgi & post.

4- Giorgi.

دارایی، از نوع نرمال نباشد، آن گاه استفاده از واریانس به عنوان معیاری برای محاسبه ریسک، روش درستی نخواهد بود (بناتی و ریزی^۱، ۲۰۰۷، ۴۲۴).

این مشکلات سبب شد تا پژوهش‌های جدیدی در زمینه سبد سهام انجام شود. در سال‌های اخیر، پژوهشگران مدل‌های جدیدی برای سبد سهام بهینه پیشنهاد کردند که فرض عدم لزوم نرمال بودن توزیع بازده‌ها در آن‌ها منظور شده است. ساده‌ترین این پیشنهادات، توسعه مدل مارکویتز است که در آن کارایی سبد سهام، مانند قبل با بازده مورد انتظار سنجیده شده، ولی ریسک با پارامترهای سمت چپ تابع توزیع (ریسک‌های نامطلوب) جایگزین شده است. یکی از این حالت‌ها، جایگزینی واریانس با امید ریاضی مینیمم اختلافات بازده هر سهم و حداقل بازده مورد انتظار و صفر است $[min(R-u, 0)]$ ، در این جا R متغیر تصادفی است، که نشان دهنده بازده مورد انتظار و u حداقل بازده قابل قبول سرمایه‌گذار است که می‌تواند معادل با نرخ بازده بدون ریسک باشد. این رویکرد را در پژوهش‌های (فیش‌بورن^۲، ۱۹۷۷، ۱۲۰) و (روی^۳، ۱۹۵۲، ۴۳۹-۴۳۱)، می‌توان مشاهده کرد. در نظریه فرامردن سبد سهام^۴، از نیم واریانس^۵ به عنوان معیار ریسک استفاده شده است. پژوهش‌های (کویرک^۶، ۱۹۶۶، ۱۲۶-۱۱۶) و (مائو^۷، ۱۹۷۰، ۶۶۲) از آن جمله‌اند، که نشان دادند سرمایه‌گذاران به لحاظ رفتاری و محاسبات فردی، بیش‌تر به ریسک نامطلوب تمرکز دارند تا ریسکی که همه نوسانات مثبت و منفی را در برداشته باشد. از معایب استفاده از نیم واریانس، نیاز به اطلاعات زیاد، معادل دو برابر مدل واریانس و هم‌چنین ابهام در توانایی تبیین چگونگی توزیع احتمال بازده‌ها را می‌توان نام برد. معیار دیگر ریسک حداکثر زیان در سبد سهام است که به وسیله داده‌های تاریخی قابل محاسبه بوده و در پژوهش (یانگ^۸، ۱۹۹۸، ۶۸۳-۶۷۳)، مطرح شده است. (کونو^۹، ۱۹۹۰، ۱۵۰-۱۴۰)، استفاده از حداکثرسازی بازده مورد انتظار با محدودیت جریمه برای زیان‌های بیش‌تر را مطرح کرد. رویکرد دیگر، نظریه ریسک منسجم است. این رویکرد در پژوهش (آرتزرنر و همکاران^{۱۰}،

1- Benati & Rizzi.

2- Fishburn.

3- Roy.

4- Post-Modern Portfolio Theory.

5- Semi variance.

6- Quirk.

7- Mao.

8- Young.

9- Konno.

10- Artzner and et al.

۱۹۹۹، ۲۲۸-۲۰۳)، مطرح شده است. در این نظریه، مناسب‌ترین معیار اندازه‌گیری ریسک، معیاری است که بیش‌ترین زیان مورد انتظار در طول دوره زمانی مشخص، در صورت بروز شرایط بد با احتمال معین را به عنوان ریسک مطرح می‌کند. به این روش، ارزش در معرض ریسک شرطی^۱ گفته می‌شود.

با وجود همه مزایای ارزش در معرض ریسک، هنگام به کارگیری این معیار برای تعیین سبد سهام بهینه مشکلاتی وجود دارد، از جمله این که این معیار از نظر محاسبات ریاضی خواص رضایت بخشی ندارد. به این صورت که مدل تشکیل سبد سهام با این معیار، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی غیر خطی و غیر محدب و یک مسئله دشوار از درجه np خواهد بود. با استفاده از بعضی الگوریتم‌های ابتکاری مانند آنچه که در پژوهش‌های (کانسیگلی^۲، ۲۰۰۲، ۱۳۸۲-۱۳۵۵) و هم‌چنین (گیلی و کلزی^۳، ۲۰۰۲، ۱۸۳-۱۶۷) مطرح شده، نتایج قابل قبولی برای رسیدن به جواب این مسئله به‌دست آمده است. رویکرد دیگر، استفاده از الگوریتم‌های نمایی بهینه^۴ است. این الگوریتم فقط برای تعداد محدودی سهام مثلاً کم‌تر از ۳ سهم، کاربرد دارد (گایورونسکی^۵، ۲۰۰۵، ۳۱-۱). به هم‌چنین، بعضی از پژوهش‌ها نشان داده است که استفاده از معیار ارزش در معرض ریسک، ممکن است سبب جلوگیری از متنوع سازی سبد سهام شود (آرتزner و همکاران^۶، ۱۹۹۹، ۲۳۸-۲۰۳). مسئله دیگر، در مورد معیار ارزش در معرض ریسک، عدم وجود خاصیت جمع‌پذیری است. بدین صورت که ارزش در معرض ریسک یک سبد سهام با ۲ سهم ممکن است از مجموع ارزش در معرض ریسک هر سهم به تنهایی، بیش‌تر باشد (گیلی و کلزی^۷، ۲۰۰۰، ۷-۵). با وجود این مشکلات به دلیل آن که این معیار توسط کمیته باسل - کمیته بانک‌های بین‌المللی، که قوانین جدید مدیریت مالی را تصویب می‌کند پیشنهاد شده و مؤسسه ج.پ مورگان^۸، با طراحی مستندات ریسک متریکس^۹ محاسبه آن را تسهیل کرده، گسترش زیادی یافته است. در حال حاضر در دانشکده‌های مهندسی مالی و ریاضیات کاربردی، تحقیقاتی برای یافتن مدل‌هایی برای

1- Conditional Value at Risk.

2- Consigli.

3- Gilli & Kellezi.

4- Optimal exponential algorithms.

5- Gaivoronski, & Pflug.

6- Artzner and et al.

7- Gilli & Kellezi.

8- J.P.Morgan.

9- RiskMetricsTM.

تعیین سبد سهام بهینه با استفاده از ارزش در معرض ریسک در حال انجام است (بناتی و ریزی^۱، ۲۰۰۷، ۴۲۷-۴۲۳).

در ایران پژوهش‌های محدودی درباره معیار ارزش در معرض ریسک انجام شده است. در پژوهش (اقبال نیا، ۱۳۸۴)، ارزش در معرض ریسک با استفاده از شاخص بازده نقدی محاسبه شده، ولی سبد بهینه تعیین نشده است. مورد دیگر، پژوهش خالوزاده و امیری (۲۳۱-۲۱۱، ۱۳۸۵)، بود که از یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی و حل آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک سبد بهینه تشکیل شد، اما صحت ارزش در معرض ریسک محاسبه شده مورد آزمون قرار نگرفت. در پژوهش عباسی (۱۳۸۶)، نتایج به‌دست آمده از روش‌های مختلف محاسبه ارزش در معرض ریسک، با هم مقایسه شده است. در پژوهش لطفعلی‌ای (۱۳۸۴)، ریسک سبد سهام بانک صنعت و معدن، با استفاده از معیار ارزش در معرض ریسک محاسبه شده است. پژوهش صمدی گمچی (۱۳۸۶)، بیش‌تر بر روی یافتن پارامترها و الگوی مناسب برای محاسبه ارزش در معرض ریسک در بازار بورس تهران، با استفاده از آزمون بازخورد و روش‌هایی مثل نسبت‌های شکست کوپیک^۲، تمرکز شده است. ویژگی اصلی این مقاله حاضر، آن است که در هر مرحله، آزمون بازخورد را برای تأیید صحت ارزش در معرض ریسک محاسبه شده، انجام داده و ارزش در معرض ریسک را به‌عنوان محدودیت ثانویه به مدل مارکویتز اضافه کرده است.

۲-۲- جامعه آماری، نمونه آماری و روش پژوهش

جامعه آماری این پژوهش را ۴۵۶ شرکت که در بورس اوراق بهادار تهران، تا تاریخ ۱۳۸۶/۹/۱ به ثبت رسیده بودند، تشکیل می‌دهند. از آن‌جا که در این پژوهش از اطلاعات ۱۵ روزه بازده شرکت‌ها از تاریخ ۱۳۸۰/۱/۱ تا تاریخ ۱۳۸۶/۹/۱ استفاده شده است، لذا شرکت‌هایی که بعد از تاریخ ۱۳۸۰/۱/۱ وارد بورس شدند و یا در طول سال نمادشان در بیش از دو دوره ۱۵ روزه بسته بوده و معامله نشده است، از موضوع مطالعه حذف شدند. از آن‌جا که در تمامی تحلیل‌های مربوط به مدل مارکویتز و ارزش در معرض ریسک به روش پارامتریک، فرض مستقل بودن سری زمانی بازده سهام از یکدیگر لازم است، از این رو سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری که خود دارای سبد سهام هستند و قیمت سهم آن‌ها وابستگی زیادی به سهام موجود در سبد آن‌ها دارد، از

1-Benati & Rizzi.

2- Kupiec.

جامعه آماری حذف شده است. در نهایت تعداد ۱۲۸ شرکت، موضوع مورد بررسی این پژوهش‌اند.

در انجام آزمون بازخورد برای تأیید صحت ارزش در معرض ریسک محاسبه شده، باید با استفاده از سری زمانی بازده‌ها، ماتریس واریانس-کوواریانس محاسبه و با به‌کارگیری این ماتریس، انحراف استاندارد هر دوره زمانی پیش‌بینی شود. از نظر (جوریون^۱، ۲۰۰، ۱۶۸) برای پیش‌بینی صحیح انحراف معیار در هر دوره، ماتریس واریانس-کوواریانس محاسبه شده با اطلاعات تا آن دوره باید مثبت معین^۲ باشد. در صورتی که تعداد شرکت‌هایی که در محاسبات استفاده می‌شود، از تعداد دوره‌های زمانی بازده‌ها بیش‌تر باشد، ماتریس واریانس-کوواریانس محاسبه شده دیگر مثبت معین نخواهد بود و امکان به‌دست آمدن واریانس‌های منفی که از نظر ریاضی غیر قابل قبول است، وجود دارد. به همین دلیل ۱۲۸ شرکت بر حسب ارزش بازار در تاریخ ۱۳۸۶/۹/۱، از بیش‌ترین مقدار به کم‌ترین مقدار مرتب شدند و از بین آن‌ها تعداد ۱۰۰ شرکت که دارای بیش‌ترین ارزش بازار بودند، به عنوان نمونه آماری انتخاب شده‌اند.

۲-۱- ابزار گردآوری داده‌ها

اطلاعات لازم برای انجام این پژوهش، بازده ۱۵ روزه شرکت‌های موجود در نمونه آماری، حجم معاملات، آخرین قیمت معامله شده هر سهم، تعداد سهام منتشر شده هر شرکت و شاخص کل هستند. این اطلاعات از پایگاه داده نرم افزار ره‌آورد نوین موجود در کتابخانه سازمان بورس اوراق بهادار و سایت اینترنتی www.irbourse.com، به صورت فایل‌های اکسل^۳ استخراج و برای انجام محاسبات به نرم افزار مطلب منتقل شد. در این پژوهش مراحل زیر طی شده است:

- گام اول: آزمون نرمال بودن سری زمانی بازده سبدهای تشکیل شده.
- گام دوم: محاسبه ماتریس‌های واریانس-کوواریانس و میانگین مورد انتظار.
- گام سوم: حل مدل مارکویتز و محاسبه وزن‌های هر سهم در سبد بهینه.
- گام چهارم: اضافه کردن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مرز کارای مدل مارکویتز، محاسبه شده در مرحله سوم.

1- Jorion.

2- Positive Definite.

3- Excel.

گام پنجم: انجام آزمون بازخورد، به منظور ارزیابی روایی^۱ محاسبه ارزش در معرض ریسک.

گام ششم: انجام تحلیل حساسیت متغیرهای سطح اطمینان مورد قبول (α) و ارزش در معرض ریسک مورد قبول سرمایه گذار (V).

گام هفتم: تکرار گام‌های سوم، چهارم، پنجم و ششم، با فرض وجود امکان وام‌دهی و وام‌گیری و مقایسه نتایج با حالتی که امکان وام‌دهی و وام‌گیری وجود نداشته باشد.

۲-۳- مدل، روش اندازه‌گیری و آزمون مدل‌های ارزش در معرض ریسک

روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک، به دو نوع پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم می‌شوند. روش پارامتریک، شامل روش واریانس-کوواریانس و برخی روش‌های تحلیلی است. روش ناپارامتریک نیز، شامل روش‌های شبیه سازی تاریخی و شبیه سازی مونت کارلو است. استفاده از هر یک از روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک، تا اندازه زیادی تحت تاثیر نیازهای تحلیل گران و مقامات تصمیم‌گیرنده، نوع دارایی‌های مورد بررسی، میزان دقت و سرعت مورد نظر در محاسبات و سایر ملاحظات، قرار دارد (اقبال نیا، ۱۳۸۵).

در این پژوهش، مدل مارکویتز به کار گرفته شده و ارزش در معرض ریسک به عنوان یک محدودیت به آن اضافه شده است. مدل مارکویتز یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی بر اساس میانگین و واریانس بازده است، که فرض نرمال بودن توزیع بازده پیش فرض اصلی آن محسوب می‌شود. در صورت نرمال بودن توزیع بازده‌ها، ارزش در معرض ریسک، تابعی خطی از میانگین و انحراف استاندارد بازده است.

مدل مارکویتز، با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک به شرح زیر است (گوردن و الکساندر^۲، ۲۰۰۶، ۱۶۳۵-۱۶۳۲):

رابطه (۱):

$$\text{Max } E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

s.t :

1- Validity.

2- Gordon & Alexander.

$$۱: \sigma_p^2 < \text{var}$$

$$۲: \sum_{i=1}^k w_i = ۱$$

$$۳: \text{VaR} = t^* \sigma_p - E(R_p) < v$$

رابطه (۲) :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{COV}(R_i, R_j)$$

در این رابطه:

σ_p^2 : واریانس بازده سبد سهام

$\sigma_i^2 (R_i)$: واریانس بازده سهم i

$\text{COV}(R_i, R_j)$ یا $\sigma_{i,j}$: کوواریانس سهم‌های i ام و j ام

w_i : درصد مبلغ سرمایه‌گذاری در سهم i (نسبت به کل مبلغ سرمایه‌گذاری)

σ^2 : واریانس بازده مورد قبول سرمایه‌گذار .

v : حداکثر ارزش در معرض ریسک مورد قبول سرمایه‌گذار، که نشان می‌دهد سرمایه‌گذار تا چه حد ریسک پذیر یا ریسک‌گریز است. هر چه این عدد بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده ریسک‌پذیرتر بودن سرمایه‌گذار است.

var : نشان‌دهنده حداکثر واریانس مورد قبول سرمایه‌گذار، که مانند حداکثر ارزش در معرض ریسک مورد قبول، به رفتار سرمایه‌گذار بستگی دارد.

اگر $\Phi(\cdot)$ را تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد^۱ و α را سطح اطمینان ارزش در معرض ریسک در نظر بگیریم، آنگاه t^* ، برابر با مقداری است که به ازای آن مقدار، رابطه $\Phi(-t^*) = 1 - \alpha$ برقرار باشد.

در رابطه ۱، محدودیت شماره ۱، مربوط به حداکثر واریانس بازده قابل قبول سرمایه‌گذار است. محدودیت شماره ۲، مربوط به محدودیت کل پول در اختیار سرمایه‌گذار است. این دو محدودیت مربوط به مدل کلاسیک مارکویتز هستند.

1- Standard Normal Cumulative Distribution Function.

محدودیت شماره ۳، مربوط به حداکثر ارزش در معرض ریسک قابل قبول سرمایه‌گذار است که به عنوان یک محدودیت جدید به مدل مارکویتز اضافه شده است. از آنجا که در این رابطه ارزش در معرض ریسک تابع خطی نسبت به انحراف استاندارد و میانگین است، از این رو در این پژوهش، ابتدا مسئله بدون محدودیت شماره ۳ حل شده و بعد از رسم مرز کارا، این محدودیت به صورت یک خط به مرز کارا اضافه می‌شود.

۲-۲- آزمون بازخورد

بدون توجه به روشی که برای محاسبه ارزش در معرض ریسک به کار می‌رود، صحت ارزش در معرض ریسک محاسبه شده را می‌توان با استفاده از یک ابزار کنترلی مهم به نام آزمون بازخورد، سنجید. این آزمون شامل سنجش عملکرد برآوردهای ارزش در معرض ریسک، در گذشته است. اگر بخواهیم ارزش در معرض ریسک روزانه را با اطمینان ۹۹٪ محاسبه کنیم، آن‌گاه آزمون بازخورد به بررسی آن‌چه که در عمل اتفاق افتاده است و آن‌چه که ارزش در معرض ریسک یک روزه با اطمینان ۹۹٪ محاسبه کرده بود، می‌پردازد. اگر مبلغ برآورد شده تقریباً در ۱٪ روزها اتفاق افتاده باشد، می‌توانیم به طور منطقی روش مورد نظر برای محاسبه ارزش در معرض ریسک را معتبر بدانیم. اما اگر این مبلغ محاسبه شده قبلی به عنوان مثال در ۷٪ روزها اتفاق افتاده باشد، مناسب بودن متدولوژی مورد نظر مورد شک و تردید خواهد بود (هال^۱، ۲۰۰۰، ۳۴۹-۳۴۸).

روش پارامتریک آزمون بازخورد، خطای کم‌تری نسبت به روش‌های دیگر دارد، بنا براین از این روش برای انجام آزمون بازخورد استفاده شده است. بدین منظور پارامتری به نام e_r ، با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

رابطه (۳)

$$e_r = r_t / s_t$$

r_t ، نشان دهنده بازده مشاهده شده در t امین دوره و s_t انحراف استاندارد پیش‌بینی شده تا دوره t مورد مطالعه است، که با تکنیک میانگین متحرک موزون نمایی^۲ محاسبه می‌شود (ریسک متریکس^۳، ۱۹۹۶، ۲۸-۲۶) سپس واریانس e محاسبه

1- Hull.

2- Exponentially Weighted Moving Average (EWMA).

3- RiskMetricsTM.

شده، در تعداد کل دوره‌ها (T) ضرب می‌شود. آماره $T(e)^*$ ، دارای توزیع خطی دو، با T درجه آزادی است. با توجه به رابطه ۴، می‌توان حدود بالا و پایین را برای $\sigma^2(e)$ تعیین کرد.

$$P(\chi^2_{1-(\alpha/2), d.f} < \chi^2 < \chi^2_{\alpha/2, d.f}) = 1 - \alpha \quad \text{رابطه (۴)}$$

البته با تقریب خوبی می‌توان از رابطه ۵ نیز استفاده کرد:

$$1 - 1/96\sqrt{2/T}, \sigma^2(e) < 1 + 1/96\sqrt{2/T} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در رابطه (۵)، T تعداد مشاهدات است. اگر $\sigma^2(e)$ محاسبه شده بین این حدود باشد، آن‌گاه پارامترها و روش محاسبه صحیح است. در غیر این صورت، باید پارامترها و یا روش محاسبه را برای حصول نتیجه درست تغییر داد (جوریون^۱، ۲۰۰۰، ۱۴۴-۱۲۹).

۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها

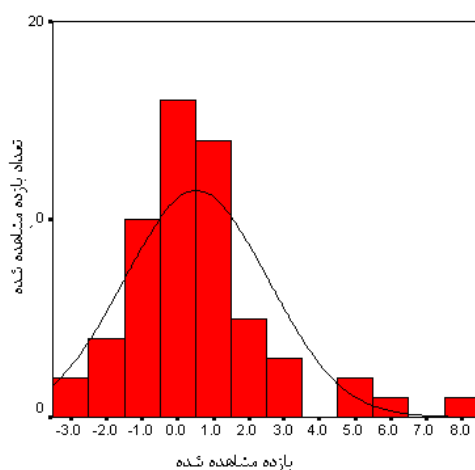
۳-۱ گام اول: آزمون نرمال بودن سری زمانی بازده‌ها

برای تعیین سبد سهام بهینه با استفاده از مدل مارکویتز و همچنین محاسبه ارزش در معرض ریسک به روش پارامتریک، پیش فرض‌هایی در نظر گرفته می‌شود، که مهم‌ترین آن‌ها فرض نرمال بودن تابع توزیع بازده سبد تشکیل شده است. نمودار هیستوگرام که به طور تقریبی نشان دهنده شکل تابع توزیع داده‌هاست، رسم شده است. در تشکیل سبد سهام، وزن هر سهم از طریق نسبت کل ارزش بازار آن سهم به مجموع ارزش بازار همه سهام موجود در نمونه آماری، محاسبه شده است.

نمودار هیستوگرام و نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف با استفاده از بازده‌های ۱۵ روزه در سطح اطمینان ۹۵ در صد، به وسیله نرم افزار اس پی اس^۲ محاسبه و در نمودار ۱، نمایش داده شده است. توزیع داده‌ها شبیه به توزیع نرمال است.

1- Jorion.

2- SPSS.



نمودار ۱- نمودار هیستوگرام بازده‌های مشاهده شده، با فرض تشکیل سببی با میانگین موزون

آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، با فرض‌های آماری زیر نیز انجام شده است:

H_0 : توزیع احتمالی داده‌ها نرمال است.

H_1 : توزیع احتمالی داده‌ها نرمال نیست.

S

جدول ۱ - نتایج آزمون کولموگروف - اسمیرنوف، با سطح اطمینان ۹۵ در صد

p-value	Kolmogorov-Smirnov Z	انحراف استاندارد	میانگین	تعداد دوره‌های ۱۵ روزه
۰/۰۷۴	۱/۲۷	۲/۸۲	۲/۴	۱۵۷

نمودار ۱، دارای چولگی مثبت است، که با توجه به خاصیت توابع توزیع بازده‌های مالی دور از انتظار نیست. با توجه به نتایج جدول ۱، از آن‌جا که مقادیر p-value بیش از ۰/۰۵ است، فرض H_0 (نرمال بودن توزیع بازده‌ها) را با اطمینان ۹۵ درصد نمی‌توان رد کرد.

۳-۲-افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مدل مارکویتز ۳-۲-۱-گام دوم و سوم: محاسبه ماتریس‌های واریانس-کوواریانس و حل مدل مارکویتز

در این مرحله، داده‌های اولیه، یعنی بازده ۱۵ روزه ۱۰۰ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶، وارد نرم افزار مطلب^۱ شد و با استفاده از روش میانگین متحرک موزون نمایی، ماتریس‌های واریانس-کوواریانس و میانگین مورد انتظار محاسبه شدند. سپس با حل مدل مارکویتز، وزن‌های هر سهم در سبدهای بهینه به دست آمد. در جدول الف در پیوست، وزن هر سهم در یک سبد با بازده ۰/۳۸ درصد و انحراف معیار ۰/۸۹ درصد در طی ۱۵ روز، به عنوان نمونه ذکر شده است. در این جدول از ذکر نام شرکت‌هایی که وزنشان صفر بوده صرف نظر شده است.

۳-۲-۲-گام چهارم: افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مرز کارای مدل مارکویتز

در این مرحله اثر افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مدل مارکویتز، بررسی می‌شود. بدین منظور، ابتدا مرز کارا بدون در نظر گرفتن محدودیت ارزش در معرض ریسک، محاسبه و رسم می‌شود. در این مرحله، محدودیت شماره ۳ در رابطه ۱، که نامعادله‌ای خطی از انحراف استاندارد و میانگین است، به شرح زیر به مرز کارا اضافه می‌شود:

$$t^* \sigma_p - E(R_p) < v$$

در این رابطه، $E(R_p)$ بازده مورد انتظار یک سبد سهام است که محور عمودی در مرز کارای مدل مارکویتز می‌باشد. σ_p ، ریسک سبد سهام است که محور افقی در مرز کارای مدل مارکویتز را تشکیل می‌دهد. محدودیت ارزش در معرض ریسک، به پارامترهای t^* و v وابسته است. با تغییر در هر کدام از پارامترهای فوق، عرض از مبدا و شیب این نامعادله تغییر می‌کند. در ادامه، با استفاده از داده‌های بورس تهران، تأثیر افزودن این محدودیت به مرز کارا، بررسی می‌شود. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد، آن

1- MATLAB.

است که آیا ارزش در معرض ریسک محاسبه شده به ازای $E(R_p)$ و σ_p ها قابل قبول است؟ سپس تأثیر اضافه کردن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مرز کارای مدل مارکوویتز بررسی می‌شود.

۳-۲-۳- گام پنجم: ارزیابی روایی ارزش در معرض ریسک محاسبه شده

در مرحله بعد با استفاده از آزمون بازخورد، محدوده ای از σ ، که می‌توان به عنوان محدودیت ارزش در معرض ریسک به مدل مارکوویتز اضافه کرد، مشخص می‌شود. در جدول ۲، محاسبات مربوط به مرز کارای مدل مارکوویتز و نتایج آزمون بازخورد با فرض‌های آماری زیر، آمده است:

H_0 : ارزش در معرض ریسک محاسبه شده با استفاده از بازده‌های ۱۵ روزه، صحیح است.

H_1 : ارزش در معرض ریسک محاسبه شده با استفاده از بازده‌های ۱۵ روزه، صحیح نیست.

جدول ۲- نتایج آزمون بازخورد و محاسبه ارزش در معرض ریسک مربوط به سبدهای بهینه مدل مارکوویتز، با استفاده از بازده‌های ۱۵ روزه در دوره مورد مطالعه

ردیف	بازده مورد انتظار سبب به درصد	ریسک مورد انتظار سبب به درصد	مقدار واریانس محاسبه شده برای e	نتیجه آزمون بازخورد
۱	۰/۳۵۲۲	۰/۸۹	۰/۹۱۳۴	قبول
۲	۱/۴۰۹۹	۱/۵۴۷۹	۰/۸۶۷۵	قبول
۳	۲/۴۶۷۵	۳/۱۹۹۴	۰/۹۷۲۶	قبول
۴	۳/۵۲۵۲	۶/۴۲۹۶	۱/۱۶۹۹	قبول
۵	۴/۵۸۲۸	۱۰/۶۷۷۸	۱/۲۹۳۶	رد
۶	۵/۶۴۰۵	۱۶/۰۸۳۸	۱/۲۵۷۲	رد
۷	۶/۶۹۸۱	۲۱/۹۸۴۴	۱/۲۴۴۶	رد
۸	۷/۷۵۵۷	۲۸/۰۶۹۶	۱/۲۴۵۰	رد
۹	۸/۸۱۳۴	۳۴/۷۹۰۱	۱/۳۴۳۰	رد
۱۰	۹/۸۷۱	۴۶/۴۷۹۳	۱/۴۴۵۰	رد

حد بالایی قابل قبول واریانس محاسبه شده $e: ۱/۲۳۳۸$ درصد

حد پایینی قابل قبول واریانس محاسبه شده $e: ۰/۷۹۰۵$ درصد

چون در $۰/۶/۴۲۹۶ < \sigma < ۰/۸۹$ ، پارامتر e محاسبه شده بین حدود بالایی و

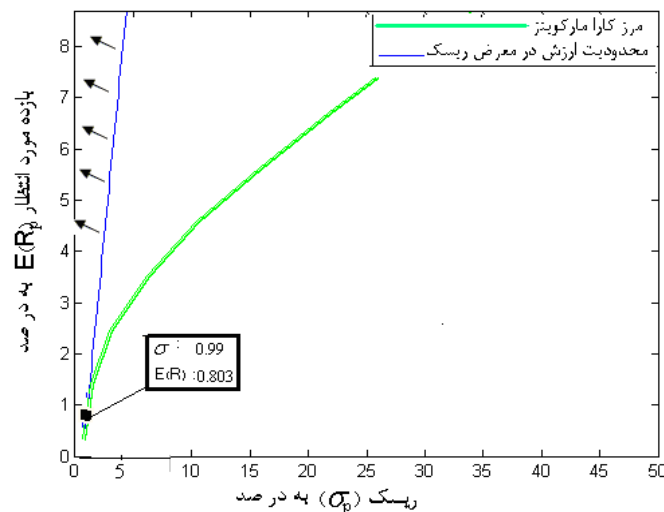
پایینی محاسبه شده قرار دارد، فرض H_0 را در دامنه σ برابر با $۰/۸۹$ تا $۰/۶/۴۲۹۶$ را

نمی‌توان رد کرد. بنابراین دامنه قابل قبول برای رسم محدودیت ارزش در معرض ریسک از انحراف معیار، برابر با $0/89\%$ تا $6/4296\%$ است.

۳-۲-۴- گام ششم: تحلیل حساسیت پارامترهای α و γ

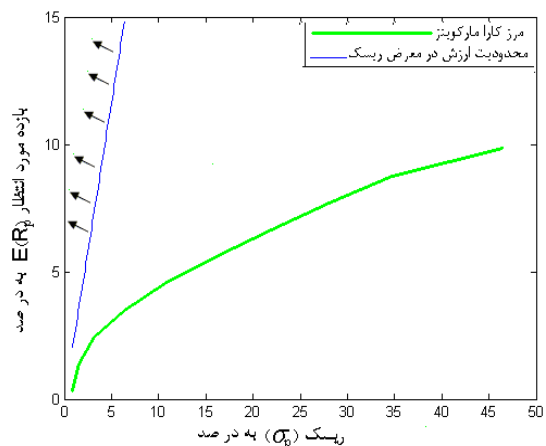
با تغییر متغیرهای سطح اطمینان مورد قبول (α) و ارزش در معرض ریسک مورد قبول سرمایه‌گذار (γ) در مدل مذکور در گام سوم و انجام مجدد محاسبات، حساسیت مدل نسبت به این پارامترها مورد آزمون قرار می‌گیرد.

نمودارهای ۲، ۳، ۴ و ۵، با استفاده از نتایج به‌دست آمده در جدول ۲ رسم شده‌اند. نمودار ۲، ارزش در معرض ریسک را با پارامترهای سطح اطمینان ۹۹ درصد و ارزش در معرض ریسک مفروض مورد قبول در حد $1/5\%$ نشان می‌دهد. این نمودار حاکی از آن است که اگر سرمایه‌گذار سبیدی را در محل تقاطع محدودیت ارزش در معرض ریسک و مرز کارا انتخاب کند، آن‌گاه با احتمال ۹۹ درصد، حداکثر زیانی برابر با $1/5\%$ طی ۱۵ روز خواهد داشت.



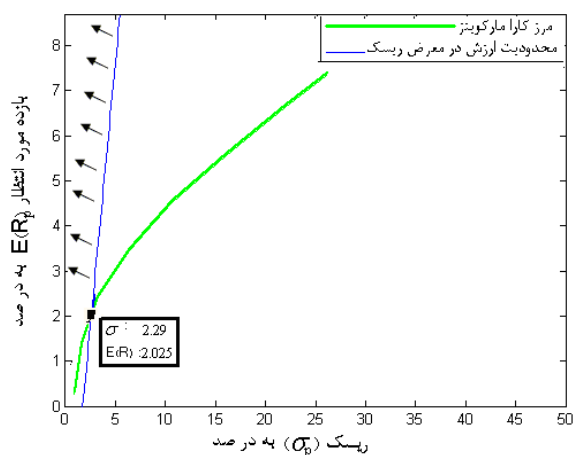
نمودار ۲ - مرز کارای مدل مارکویتز با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک با پارامترهای $\text{VaR}(0.01, \%1.5, 15)$

با کاهش ارزش در معرض ریسک مورد قبول به $0/2\%$ ، نمودار ۳ به‌دست می‌آید. این نمودار نشان می‌دهد که با اعمال محدودیت ارزش در معرض ریسک، سبیدی برای انتخاب نمی‌ماند.



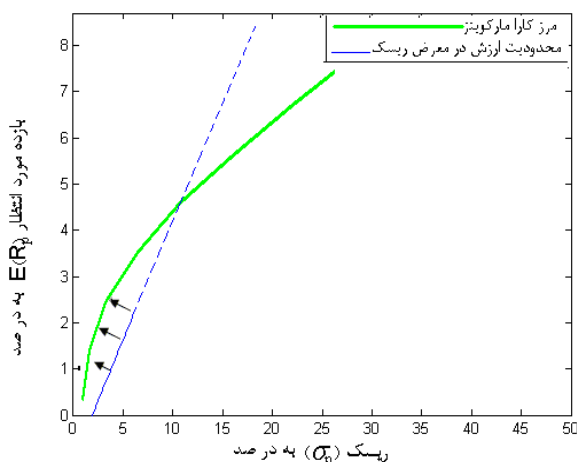
نمودار ۳- مرز کارای مدل مارکویتز، با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک با پارامترهای $VaR(0.01, \%0.02, 15)$

با افزودن ارزش در معرض ریسک مورد قبول به ۰.۴٪ در سطح اطمینان ۹۹ درصد، نمودار ۴ به دست می‌آید. این نمودار نشان می‌دهد اگر سرمایه‌گذار با احتمال ۹۹ درصد نخواهد زیانی بیش از ۰.۴٪ ظرف ۱۵ روز داشته باشد، باید سبدهایی با ریسک کم‌تر از ۲/۲۹٪ و بازده ۲/۰۲۵٪ را انتخاب کند. طبق این نمودار، با افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک، محدوده‌ای از مرز کارا، با ریسک بیش‌تر از ۲/۵۹٪، حذف می‌شود.



نمودار ۴- مرز کارای مارکویتز، با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک با پارامترهای $VaR(0.01, \%4, 15)$

نمودار ۵، نشان می‌دهد که افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک با پارامترهای ۷۰ درصد و ۱٪، هیچ تاثیری بر مرز کارا ندارد. زیرا تنها در انحراف معیار برابر با ۰/۸۹٪ تا ۶/۴۲۹۶٪، محدودیت ارزش در معرض ریسک بر اساس آزمون بازخورد انجام شده طبق نتایج جدول ۲، قابل قبول است. ادامه قسمت غیر قابل قبول ارزش در معرض ریسک به صورت خط چین رسم شده است.



نمودار ۵ - مرز کارای مدل مارکوویتز، با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک با پارامترهای $\text{VaR}(0.3, 1, 15)$

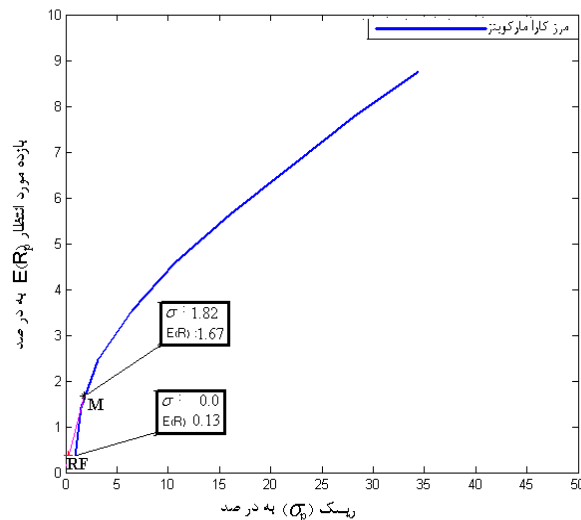
۳-۲-۵- گام هفتم: تکرار گام‌های سوم، چهارم، پنجم و ششم، با فرض وجود امکان وام‌دهی و وام‌گیری

در این مرحله، به منظور بررسی امکان وام‌دهی و وام‌گیری، مدل مارکوویتز با این شرایط دوباره حل شده است. نرخ بازده بدون ریسک^۱ بر اساس بانک اطلاعات سری‌های زمانی اقتصادی بانک مرکزی، برابر با میانگین نرخ‌های سود علی الحساب سپرده سرمایه‌گذاری یک ساله بانک‌های دولتی در طول سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵، برابر با ۱۳ درصد در نظر گرفته شده است. نرخ وام‌گیری^۲ برابر با میانگین نرخ‌های سود (مورد انتظار) تسهیلات بانکی در بخش‌های صادرات، بازرگانی و خدمات و متفرقه، مسکن و

1- Risk-free rate.

2- Borrowing rate.

ساختمان، صنعت و معدن و کشاورزی در طول سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵، برابر با ۱۵.۹۶ درصد در نظر گرفته شده است.



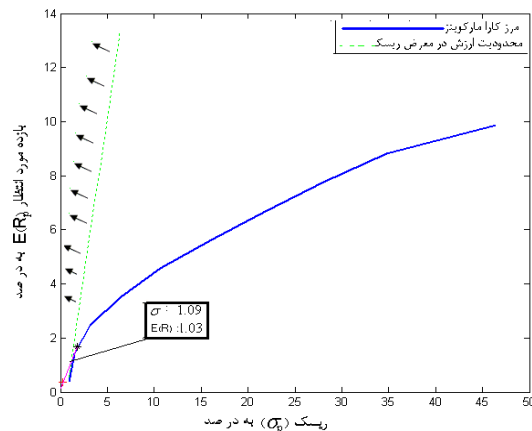
نمودار ۶ - مرز کارای مدل مارکوویتز با وجود امکان وام دهی و وام‌گیری

نمودار ۶، مرز کارای مارکوویتز را با وجود امکان وام دهی و وام‌گیری نشان می‌دهد. در این نمودار، RF نشان دهنده نرخ بازده بدون ریسک و نقطه M، نشان دهنده سبد سهام بازار^۱ است که شامل همه سهام می‌باشد به طوری که هر سهم به نسبت ارزش بازاریش در این سبد سهام است. در نمودار ۷، اثر اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک به نمودار ۶، بررسی می‌شود.

نمودار ۷، مرز کارا در مدل مارکوویتز، با وجود امکان وام دهی و وام‌گیری همراه با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک با پارامترهایی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ارزش در معرض ریسک مفروض مورد قبول در حد ۱/۵٪ را نشان می‌دهد. این نمودار در مقایسه با نمودار ۲، نشان می‌دهد که با اضافه شدن امکان وام دهی و وام‌گیری در همان سطح ارزش در معرض ریسک قبلی، به واریانس و انحراف معیار بالاتری دست پیدا می‌کنیم و بازده این نمودار نشان می‌دهد که اگر سرمایه‌گذار سبدي

1- Market Portfolio.

را در محل تقاطع محدودیت ارزش در معرض ریسک و مرز کارا انتخاب کند، آن گاه با احتمال ۹۹ درصد، حداکثر زیانی برابر با ۱/۵٪ طی ۱۵ روز خواهد داشت.



نمودار ۷ - مرز کارای مدل مارکوویتز، با وجود امکان وام دهی و وام گیری، همراه با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک با پارامترهای $VaR(0.01, \%1.5, 15)$

۴- یافته‌ها و نتایج

برای یافتن سبد سهم بهینه به کمک معیار ارزش در معرض ریسک، ابتدا با استفاده از آزمون بازخورد، دامنه‌ای از انحراف معیار (σ) که در آن می‌توان مدل ارزش در معرض ریسک را به صورت یک محدودیت به مدل مارکوویتز اضافه کرد، تعیین شد. سپس محدودیت ارزش در معرض ریسک به عنوان محدودیت ثانویه در دامنه تأیید و به مدل مارکوویتز اضافه شد و مشخص شد که با تغییر در حداکثر ارزش در معرض ریسک مورد قبول سرمایه‌گذار و یا سطح اطمینان مورد قبول سرمایه‌گذار، ممکن است مرز کارای حاصل از مدل مارکوویتز از بین برود، یا به یک نقطه تبدیل شود، یا محدود شود و یا حتی هیچ تغییری نکند. در آخر مرز کارا با وجود امکان وام دهی و وام گیری با اضافه شدن محدودیت ارزش در معرض ریسک بررسی شد.

۵- فهرست منابع

- ۱- اقبال نیا، محمد. (۱۳۸۴). طراحی مدلی برای مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران، با استفاده از مفهوم ارزش در معرض ریسک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده حسابداری دانشگاه شهید بهشتی.

- ۲- اقبال نیا، محمد. (۱۳۸۵). روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک، روزنامه سرمایه شماره ۲۷۶ ۸۶/۶/۲۶.
- ۳- حنیفی فرهاد، (۱۳۸۲)، "ارزش در معرض ریسک، شیوه‌ای جدید در مدیریت ریسک"، از سایت (<http://www.abdoh.net>)
- ۴- خالوزاده، حمید و نسیم امیری. (۱۳۸۵). "تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران، براساس نظریه ارزش در معرض ریسک". تحقیقات اقتصادی شماره ۷۳، خرداد و تیر، ص ۲۱۱-۲۳۱.
- ۵- صمدی گمچی، باقر، (۱۳۸۶). "مدل‌سازی تلاطم در شاخص قیمت بورس تهران، با استفاده از مدل‌های GARCH و معرفی الگوی مناسب برای تعیین ارزش در معرض خطر"، پایان‌نامه، دانشکده مدیریت دانشگاه صنعتی شریف.
- ۶- عباسی، علی اکبر. (۱۳۸۶). "ارزیابی و مقایسه عملکرد روش‌های مختلف محاسبه ارزش در معرض خطر در بازار ارز ایران" پایان‌نامه، دانشکده مدیریت دانشگاه صنعتی شریف.
- ۷- لطفعلی‌ای، بابک، (۱۳۸۴). "استفاده از معیار ارزش در معرض خطر (Value at Risk) برای محاسبه ریسک سبد سهامی بانک صنعت و معدن، شرکت‌های زیرمجموعه و شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران"، پایان‌نامه، دانشکده مدیریت دانشگاه صنعتی شریف.
- 8- Best, Philip. (1998). **Implementing value at risk**, England: John Wiley and Sons, Vol. 1.
- 9- Estrada J. (2006). "The cost of Equity in Emerging markets, A downside risk approach". **Emerging Markets Review**, Vol 7, pp. 67-81.
- 10- Markowitz, H. (1952). "Portfolio selection". **Journal of Finance** Vol. 7, No. 1, pp. 77-91.
- 11- Giorgi G. De. Enrico & Post Thierry. (2008). "Second Order Stochastic Dominance, Reward-Risk Portfolio Selection and the CAPM", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol. 43, Np.2, pp. 525-546.
- 12- Giorgi G. De. Enrico, (2002). "A Note on Portfolio Selection under Various Risk Measures", (from www.ssrn.com).
- 13- Fishburn P.C. (1977). "Mean-Risk analysis with associated with below target returns". **The American Economic Review**. Vol. 67, pp. 116-126.

- 14- Roy A.D. ,(1952).” Safety-first and the holding of assets”, *Econometrica*, Vol. 20, No. 3 ,pp. 431-449.
- 15- Quirk J.P& R.Soposnik .(1962). “Admissibility and Measurable Utility Functions”. *The Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 2, pp. 140-146
- 16- Mao C .T .(1970).” Models of Capital Budgeting “. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 4, No. 5 , pp. 657-675
- 17- Young M.R. .(1998). “A minimax portfolio selection rule with linear programming solution”. *Management Science*, Vol. 44, No. 5 , pp. 673-683
- 18- Konno H.(1990).”Piecwise linear risk functions and portfolio optimization”. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol 33,139-156.
- 19- Artzner, Philippe; Freddy Delbaen; Jean-Marc Eber & David Heath, . (1999).”Coherent measures of risk” *Mathematical Finance*, vol 9, pp. 203-228.
- 20- Consigli G.(2002) .”Tail estimation and mean–VaR portfolio selection in market subject to financial instability”. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 28,pp. 1355-1382.
- 21- Gilli, M.& E. K llezi .(2002). **A Global Optimization Heuristic for Portfolio Choice with VaR and Expected Shortfall**, Kluwer Academic Publishers.
- 22- Gaivoronski A.A.& Pflug G.,.(2005).”Value at risk in portfolio optimization: Properties and computational approach”, *Journal of Risk*, Vol. 7, No. 2, pp. 1-31
- 23- Artzner Philippe & Delbaen Freddy, Eber Jean-Marc & David Heath. (1997).”Thinking Coherently”, *Journal of RISK*, Vol. 10, pp. 68-71.
- 24- Benati Stefano & Rizzi Romeo . (2007).,”A mixed integer linear Programming formulation of the optimal mean/Value at Risk problem”, *European journal of operation research*, Vol 176,pp 423-434.
- 25- Jorion Philippe .(2000). **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**, Second Edition, New York: McGraw Hill.
- 26- Gordon, J. Alexander & Alexander M. Baptista.(2006).”Does the Basle Capital Accord reduce bank fragility? An assessment of the value-at-risk approach”. *Journal of Monetary Economics*, Vol 53,pp. 1631-1660.
- 27- Hull C. John .(2000). **Fundamentals of Futures and Options Markets** ,4th edition, Prentice Hall.
- 28- RiskMetrics TM,.(1996)., **Morgan Guaranty Trust Company of New York**, forth edition. from jpmorgan.com, pp. 90-95.
- 29- Cited Feb,01,2009 from <http://tsd.cbi.ir/>

پیوست

کدهای نرم افزار MATLAB

```
>> [ExpReturn, ExpCovariance] = ewstats(data', 0.97);
>> % data is the 15 daily return time series imported from excel file
>> [PortRisk, PortReturn, PortWts]=portopt(ExpReturn,ExpCovariance);
>> RisklessRate=0.13;
>> BorrowRate = 15.96666667;
>> t = norminv(0.99,0,1);
>> s=[0.89:0.1:6.42];
>> r=t*s-1.5;
>> portalloc(PortRisk, PortReturn,PortWts, RisklessRate, BorrowRate, RiskAversion);
>> hold on
>> plot(s,r,'g')
>> backtest(PortWts,data)
```

```
-----backtest m-File-----
-
function [res]=backtest(PortWts,data)
DecayFactor = 0.97;
RetSeries = data';
r= PortWts * data;
siz=size(RetSeries);
rr=RetSeries(1,:);
for i=1:siz(1)
    if(i ~= 1)
        rr=[rr;RetSeries(i,:)];
    end
    [ExpReturn, ExpCovariance] = ewstats(rr, DecayFactor);
    s(i)=sqrt(PortWts *ExpCovariance* PortWts ');
    if(i ~= 1)
        e(i)=r(i)/s(i);
    end
end
e(:,1)=[ ];hz
back=var(e);
if(chi2inv(0.025,siz(1)-1)/(siz(1)-1)<back && back<chi2inv(0.975,siz(1)-1)/(siz(1)-1))
    res=1;
else
    res=0;
end
lowbond=chi2inv(0.025,siz(1)-1)/(siz(1)-1);
upbond=chi2inv(0.975,siz(1)-1)/(siz(1)-1);
```

جدول الف- وزن هر سهم در یک سبد کارا با بازده ۰/۳۸ در صد و انحراف معیار ۰/۸۹ درصد
محاسبه شده با اطلاعات بازده‌های ۱۵ روزه مربوط به دوره مورد مطالعه

ردیف	نام شرکت	وزن	ردیف	نام شرکت	وزن	ردیف	نام شرکت	وزن	ردیف	نام شرکت	وزن
۱	دوده صنعتی پارس	۰/۴۹۴	۱۰	زامیاد	۰/۰۰۱۴	۱۸	سیمان غرب	۰/۰۲۷۱	۲۶	ایران تایر	۰/۰۰۳۴
۲	پارس مینو	۰/۱۶۴۷	۱۱	سیمان کرمان	۰/۰۰۷۶	۱۹	سیمان ارومیه	۰/۰۷۲۹	۲۷	قطعات اتومبیل	۰/۰۰۱
۳	صنایع شیمیایی ایران	۰/۲۲۹	۱۲	بهتوش	۰/۰۰۶۴	۲۰	دارو داملران	۰/۰۳۱۸	۲۸	سیمان قائن	۰/۰۳۴۷
۴	پتروشیمی خارک	۰/۰۰۹۷	۱۳	پارس خزر	۰/۰۰۶۰۵	۲۱	دارو اکسیر	۰/۰۰۱۳	۲۹	سیمان مازندران	۰/۰۴۸۷
۵	سایپا	۰/۰۰۹۷	۱۴	سیمان سپاهان	۰/۰۰۳۳	۲۲	صنعتی بارز	۰/۰۴۹۵	۳۰	آلومینیوم ایران	۰/۰۰۲۹
۶	نیرو محرکه	۰/۰۱۴۷	۱۵	قند پیرانشهر	۰/۰۰۵۴	۲۳	چینی ایران	۰/۰۱۵۲	۳۱	آبسال	۰/۰۲۵۱
۷	صنعتی بهشهر	۰/۰۳۵۱	۱۶	پارس خودرو	۰/۰۲۸۸	۲۴	سیمان شمال	۰/۰۰۵۷	۳۲	کاشی اصفهان	۰/۰۲۰۴
۸	کیمیدارو	۰/۰۲۵۲	۱۷	گروه صنعتی سدید	۰/۰۱۲۷	۲۵	اما	۰/۰۲۱۷	۳۳	معنی املاح ایران	۰/۰۴۹۱
۹	شهد ایران	۰/۰۲۹۵									