فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

تعیین اوزان بهینه پورتفوی سهام با رویکرد var و مقایسه آن با مدل مارکویتز

سید محمد مهدی احمدی[۱]
حسن لطفی[۲]
ولی رجبی[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۸/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۹/۰۴/۲۳

چکیده

هر سرمایه‌گذار همواره به دنبال سبد سرمایه‌گذاری است که با حداقل ریسک، بیشترین عایدی را نصیب او نماید. انحراف معیار بازده دارائی، اندازه ریسک آن دارائی محسوب می‌شود. در این پژوهش از رویکرد ارزش در معرض ریسک به عنوان معیار اندازه گیری ریسک در تشکیل پرتفوی بهینه سهام استفاده شده است. با انتخاب یک نمونه آماری متشکل از هفت شرکت فعال در بورس اورق بهادار تهران، ابتدا ماتریس واریانس-کواریانس با روش میانگین متحرک موزون نمائی (EWMA) استخراج و سپس مدل مارکویتز با هدف کاهش ریسک پرتفو در مقابل یک سطح بازده انتظاری محاسبه، و مرز کارای پرتفو بدست آمده است. سپس محدودیت ارزش در معرض ریسک به نمودار مرز کارا افزوده شده، و در ادامه با تحلیل حساسیت ارزش در معرض ریسک به ازای مقادیر مختلف از سطح اطمینان و حداکثر ریسک مورد پذیرش سرمایه‌گذار، نشان دادیم که با رویکرد ارزش در معرض ریسک در تشکیل سبد بهینه سهام، ممکن است مرز کارای مدل مارکویتز تغییر نکند، یا محدود شود، یا به یک نقطه تبدیل شود و یا حتی از بین برود.

کلمات کلیدی

ارزش در معرض ریسک(var)، میانگین متحرک موزون نمائی (EWMA)، مدل مارکویتز، پورتفوی سهام

۱-گروه علوم اقتصاد، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.(نویسنده مسئول) Ahmadi_smm@yahoo.com
۲- گروه مدیریت و اقتصاد، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ehlotfi@gmail.com
۳-گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایرن. Vali.rajabi@gmail.com

مقدمه

همواره انتخاب بهینه برای سرمایه‌گذاری خواسته اصلی هر سرمایه‌گذار بوده و هست. در کسب و کار سنتی سرمایه‌گذاران به منظور تحقق رویای خود مبنی بر کسب بازدهی مورد انتظار از حس تجاری و تجربیات خود مدد می‌گرفتند. با پیشرفت دانش مدیریت مالی، انتخاب‌های سرمایه‌گذاران روش‌مند شد و آنها با کاربرد مدل‌های مختلف و تلفیق نتایج حاصل از آن با تجربیات خود قادر شدند تا انتخاب بهینه را محقق نمایند. عمده‌ترین مساله‌ای که سرمایه‌گذاران در بازار مالی با آن مواجه هستند، تصمیم‌گیری جهت انتخاب اوراق بهادار مناسب و میزان سرمایه‌گذاری در هر سهم جهت تشکیل سبد بهینه سهام است. با فرض آنکه هر سرمایه‌گذار همواره به دنبال سبد سرمایه‌گذاری است که با حداقل ریسک، بیشترین عایدی را نصیب او نماید. انحراف معیار بازده دارائی، اندازه ریسک آن دارائی حساب می شود. که این ریسک مشتمل بر ریسک‌های مطلوب و نا مطلوب است. انتخاب سبد بهینه مارکویتز (۱۹۵۲) در مسئله انتخاب پرتفوی استاندارد خود فرض میکند که همه سرمایه‌گذاران، انتخاب‌های خود را بر اساس دو معیار بازدهی و ریسک انجام می‌دهند. در این روش براساس حداقل‌سازی مقید، واریانس پرتفو با قید حداقل بازده اوزان بهینه سرمایه‌گذاری محاسبه می‌شود. این در حالی است اساس توسعه مدل‌های آتی انتخاب پرتفوی بهینه بر پایه نقد مدل مارکویتز در نادیده گرفتن سایر ترجیحات سرمایه‌گذاران بنا نهاده شده است (راعی و همکاران ۱۳۸۹) .

آنچه در نظریات مالی مرتبط با ریسک اهمیت دارد، ریسک‌های نامطلوب و اندازه گیری آن می‌باشد. ارزش در معرض ریسک (var) و شاخص‌های مشتق شده از آن ابزاری جهت اندازه گیری اینگونه ریسک‌ها می‌باشد. ارزش در معرض ریسک، یک معیار اندازه‌گیری ریسک است که حداکثر زیان مورد انتظار را در یک موقعیت سرمایه‌گذاری خاص و سطح اطمینان خاصی تخمین می‌زند. این روش در اواخر دهه ۱۹۹۰ پس از آنکه برخی از صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری و صندوق‌های بازنشستگی زیان‌های ناگهانی بزرگی را متحمل شدند مورد توجه قرار گرفت. منبع هدف از این روش هشدار به سرمایه‌گذاران در مورد حداکثر زیان بالقوه و احتمالی است که می‌تواند در روز یا یک هفته اتفاق بیافتد(جوری ۲۰۰۴).

هدف از این تحقیق ارائه روش ارزش در معرض ریسک به عنوان راه حلی مناسب برای اندازه گیری ریسک و تخصیص بهینه سرمایه‌گذاری سهام می‌باشد.

مرور ادبیات و تحقیقات پیشین

تا کنون تحقیقات متعددی در زمینه بهبود و بهینه سازی پورتفولیو و ارزش در معرض ریسک انجام شده است. در یک رویکردکلی نظریه‌های تشکیل سبدسهام را می‌توان به دو گروه مدرن و فرا مدرن تقسیم کرد. در نظریه‌های مدرن سبدسهام بهینه با توجه به بازده و ریسک تعیین و معمولاً ریسک، انحراف معیار بازده دارائی در نظر گرفته می‌شود. در نظریه فرا مدرن تشکیل پرتفوی بهینه بر اساس رابطه بازدهی و ریسک نامطلوب به تبیین رفتار سرمایه‌گذار و انتخاب بد سهام می‌پردازد (استرادا ۲۰۰۱). مدل مارکویتز مربوط به نظریه مدرن است. او اولین کسی بود که علاوه بر بازدهی مفهوم واریانس به عنوان ریسک را در تحلیل سبد سهام معرفی و روش میانگین– واریانس را جهت براورد اوزان بهینه ارائه نمود. شکل کلی مدل مارکویتز به صورت رابطه ۱ است:

$$MIN\ Z = \sum_i^n \sum_j^n x_i\, x_j \sigma_{ij}$$

$S.T$:

1) $\sum_{i=1}^{N} x_i \mu_i = R$ رابطه ۱

2) $\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$

3) $x_{i\geq} 0$

که σ_{ij}کواریانس و بردار x وزن هر سهم، بردار μ و R بازده انتظاری می‌باشد. همانطور که اشاره شد اساس توسعه مدل‌های آتی انتخاب پرتفوی بهینه بر پایه نقد مدل مارکویتز، در نادیده گرفتن سایر ترجیحات سرمایه‌گذاران بنا نهاده شده است. از این رو در بسیاری از مدل‌ها با افزودن محدودیت‌هائی به مدل اولیه مارکویتز سعی بر بهینه سازی شده است. گومز ۲۰۰۶ با افزودن محدودیت حد بالا و حد پائین برای اوزان سرمایه‌گذاری مدل میانگین-واریانس با مولفه های مقید را به وجود آورد. رابطه ۲ این مدل را که موسوم به مدل CCMV می باشد نمایش می‌دهد. دراین مدل بردارδ و ε حد بالا و حد پایین اوزان هر سهم می‌باشد.

$$MIN\ Z = \sum_{i}^{n} \sum_{j}^{n} x_i\, x_j \sigma_{ij}$$

$S.T$: رابطه ۲

$\sum_{i=1}^{N} x_i \mu_i = R$

$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$

$\varepsilon_i \leq x_i \leq \delta_i$

$x_{i\geq} 0$

به عنوان نمونه پالز ۲۰۰۲ با افزودن محدودیت‌های قیمت سهام و محدودیت پوشش دهنده کلیه احتمالات وقوع سناریوهای مختلف سرمایه‌گذاری به مدل مارکویتز، اقدام به تحلیل حساسیت مرز کارا سرمایه‌گذاری پرداخته است.

کوتان (۲۰۰۷) بهینه سازی پورتفوی را با رویکرد C-VAR و رویکرد C-DAR مقایسه نموده و ضمن تاکید بر کارائی برنامه ریزی ریاضی در بهینه سازی پرتفوی، نشان داده است که رویکرد C-DAR معیار ناپایدارتر و محافظه کارانه ای نسبت به رویکرد C-VAR می‌باشد. نینگ چو (۲۰۰۸) بر مبنای مینمم کردن بیشترین مقدار ارزش در معرض ریسک شرطی پرداخته و با عدم لزوم فرض نرمال بودن توزیع بازه‌ها، کارائی مدل ارائه شده خود را با مطالعه موردی روی شاخص FTSE100 به اثبات رسانده است. در مطالعه اسلامی و همکاران (۱۳۸۷) نقدشوندگی به عنوان یکی از اساسی ترین معیارها دربازار سرمایه ایران تعریف شده است. از این رو با افزودن محدودیت نقد شوندگی به مدل مارکویتز بهینه سازی پرتفو انجام شده است. در این مدل معیار نرخ گردش حجم معامله به عنوان متغیر جایگزین نقدشوندگی معرفی و نرخ گردش حجم معامله تابعی از حجم معاملات، تعدادسهام منتشره و نسبت گردش معاملات می‌باشد.

چنانچه ملاحظه می‌شود طی سالیان گذشته محققان بسیاری با فرضیات مختلف مطالعات وسیعی درباره ریسک و بازده و تاثیر آن در انتخاب بهینه انجام داده اند ، که به برخی از آنها اشاره شد. شایان ذکر است که تحقیقات بسیاری نیز بهینه سازی پرتفور را از سایر روش‌ها، به جز تکنیک‌های برنامه ریزی ریاضی استفاده کرده‌اند. به عنوان نمونه (گومز ۲۰۰۶)، با روش الگوریتم شبکه عصبی مدل میانگین-واریانس مقید را حل نموده است و این تکنیک را برا ی حل مسائل پیچیده‌تر مانند متغیرهای مرکب و عدد صحیح مختلط ارجح می‌داند. مدل برنامه‌ریزی آرمانی توسط (خلیلی، ۱۳۸۵) ارائه شده است. اشکال اصلی برنامه‌ریزی آرمانی این است که معمولا الویت‌ها و آرمان‌های شخص تصمیم گیرنده بر عملکرد آماری اجزا پرتفو غالب است. در تحقیق راعی و همکاران (۱۳۸۹) بهینه سازی پورتفولیو با روش حرکت تجمعی ذرات (PSO) زمانیکه تعداد دارائی‌ها و محدودیت‌ها نا محدود باشد ، به عنوان یک روش مطلوب ارائه شده است. به عنوان نمونه دیگر نیز می‌توان به انتخاب سبد بهینه سهام با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره (امیری و همکاران، ۱۳۸۹) اشاره کرد.

هدف از این تحقیق بدست آوردن پورتفوی بهینه با رویکرد ارزش در معرض ریسک است. در همین راستا دو مقاله رویکرد مشابهی نسبت به این موضوع داشته‌اند. مقاله اول توسط جوری در سال ۲۰۰۴

ارائه شده است که در آن از دو روش برای بدست آوردن اوزان بهینه سرمایه‌گذاری با توجه به داده‌های هشت سال سهام در بازار نیویورک استفاده کرده است. این دو روش عبارتند از روش میانگین-واریانس و حداقل سازی ارزش در معرض ریسک مقید. وی به این نتیجه رسید که نتایج بهینه یابی پرتفو بر اساس ارزش در معرض ریسک شرطی ، به خصوص در مواقعی که توزیع بازده سهام غیرنرمال باشد ارجحیت دارد. در مقاله دوم، گوردن و همکاران (۲۰۰۶)، از طریق افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مدل مارکویتز با تابع هدف بیشینه سازی بازده، نشان داده است که ارزش در معرض ریسک ممکن است باعث محدود شدن و یا از بین رفتن مرز کارا مدل مارکویتز شود. را بطه ۳ این مدل را نشان می‌دهد:

$$Max\ E(R_P) = \sum_{i=1}^{N} W_i\, E(R_i)$$

$S.T$:

رابطه ۳

1) $\sigma_p^2 < v$

2) $\sum_{i=1}^{N} W_i = 1$

3) $W_{i\geq}0$

4) $z\ \sigma_P - E(R_P) \leq VAR$

در این رابطه σ_p^2 واریانس بازده سهام، $E(R_p)$ بازده سهام، v حداکثر واریانس مورد قبول سرمایه‌گذار، VAR حداکثر ارزش در معرض ریسک و بردار w وزن هر سهم و z مقدار تابع توزیع نرمال با سطح اطمینان α درصد است.

روش شناسی پژوهش

جامعه آماری مورد استفاده در این تحقیق شامل ۵۰ شرکت پرمعامله در بورس اوراق بهادر در سه ماهه پایانی سال ۹۰ می باشد که از این میان هفت شرکت سرمایه‌گذاری بوعلی، فولاد مبارکه اصفهان، سرمایه‌گذاری گروه صنایع بهشهر ایران، سرمایه‌گذاری غدیر، سرمایه‌گذاری صنعت و معدن، رایان سایپا و بانک سینا به عنوان نمونه آماری انتخاب شده اند. در انتخاب این شرکت‌ها ۲ عامل در نظرگرفته شده است: نخست آنکه بر اساس بررسی آماری انجام شده توزیع بازده سهام آنها از توزیع نرمال تبعیت می‌کند و در نتیجه فروض مدل مارکویتز و مدل پارامتریک ارزش در معرض ریسک را پوشش می‌دهد. دوم آنکه این شرکت‌ها میان سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ عضو بورس اوراق بهادار بوده اند و اطلاعات مربوط به تغییرات قیمت سهام آنها در دسترس بوده است. اطلاعات موجود در این پژوهش بازده ۵ روزه هر سهم بر اساس آخرین قیمت معامله سهام از تاریخ ۸۷/۱۰/۲۶ الی ۹۰/۱۰/۲۸ می‌باشد که از سایت

www.irbourse.com استخراج شده است. همچنین تحلیل‌های مربوطه بوسیله نرم افزارهای SPSS، اکسل و لینگو انجام شده است.

مدل پژوهش و اندازه گیری متغییرهای آن

روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک به دو نوع پارامتریک و غیر پارامتریک تقسیم می‌شوند. رایج‌ترین روش پارامتریک، روش واریانس-کواریانس است. در این پژوهش روش میانگین- واریانس مارکویتز با هدف کمینه سازی واریانس به کار گرفته شده است و ارزش در معرض ریسک به عنوان یک محدودیت به آن اضافه می‌شود. لازم به ذکر است مدل گوردون و همکاران (۲۰۰۶) که در رابطه ۳ نشان داده شده است بر مبنای بیشینه کردن بازده انتظاری با در نظر گرفتن حد بالا برای واریانس است. در حالیکه مدل ارائه شده جهت انجام این پژوهش بر مبنای حداقل کردن واریانس (ریسک) در مقابل بازده انتظاری معین می‌باشد. مدل مارکویتز با اضافه شدن ارزش در معرض ریسک به صورت ذیل است:

$MIN\ Z = \sigma_P^2$

$S.T$:

1) $E(R_P) = \sum_{i=1}^{N} W_i\, E(R_i)$

2) $\sum_{i=1}^{N} W_i = 1$

3) $W_{i\geq}0$

4) $z\ \sigma_P - E(R_P) \leq VAR$

&

$\sigma_P^2 = W^T\ C\ W$

σ_P^2 واریانس پرتفو

$E(R_P)$ بازده انتظاری پرتفو است که توسط سرمایه‌گذار تعیین می‌شود

$E(R_i)$بازده انتظاری هر سهم است که بر اساس روند بازار و پیش بینی سرمایه‌گذار مشخص می‌شود.

W_i وزن هر سهم در پورتفو

z مقدار تابع توزیع نرمال با سطح اطمینان α درصد

VAR حداکثر ارزش در معرض ریسک یا آستانه ریسک‌پذیری که توسط سرمایه‌گذار تعیین می‌شود

σ_P انحراف معیار پرتفو

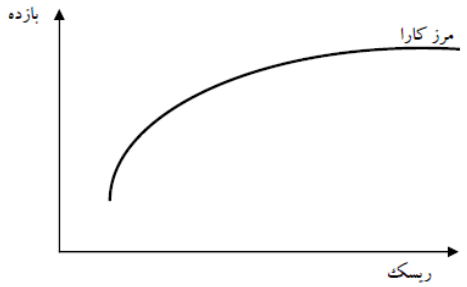
W بردار$N \times 1$ اوزان پورتفو

W^T ترانهاده بردار W

C ماتریس واریانس-کواریانس

در این رابطه محدودیت ۰ بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد. می‌توان این محدیت را به صورت نامساوی نیز نوشت و برای بازده انتظاری یک حد پائین متصور شد. محدودیت ۲، محدودیت کل پول در اختیار سرمایه‌گذار است. این دو محدودیت با درنظر گرفتن محدودیت ۳ مربوط به مدل کلاسیک مارکویتز هستند.

محدودیت ۴ مربوط به حداکثر ضرری است که سرمایه‌گذار حاضر به پذیرش آن است و به عنوان یک محدودیت جدید به مدل مارکویتز اضافه شده است. در مدل مارکویتز پس از حل مسئله بهینه سازی پرتفوی، با درنظر گرفتن بازده‌های متفاوت و تعیین اوزان بهینه، نمودار ی شبیه نمودار ۱ بوجود می‌آید. رابطه بین انحراف معیار (ریسک) و بازده مورد انتظار را مرز کارا می‌نامند(مارکویتز ۱۹۵۲)



نمودار۱- مرز کارا مدل مارکویتز

از آنجا که در این رابطه ارزش در معرض ریسک یک تابع خطی از انحراف معیار σ_P و بازده پرتفو $E(R_P)$ است، از این رو در این پژوهش ابتدا مسئله بدون در نظر گرفتن محدودیت شماره ۴ حل شده و بعد از رسم مرز کارا، این محدودیت به صورت یک خط به مرز کارا اضافه می شود. در ادامه مراحل انجام کار به صورت ذیل می‌باشد:

1 - آزمون نرمال بودن سری زمانی بازده انتظاری

2 - محاسبه بازده و ماتریس واریانس-کواریانس به روش میانگین متحرک موزون نمائی (EWMA)

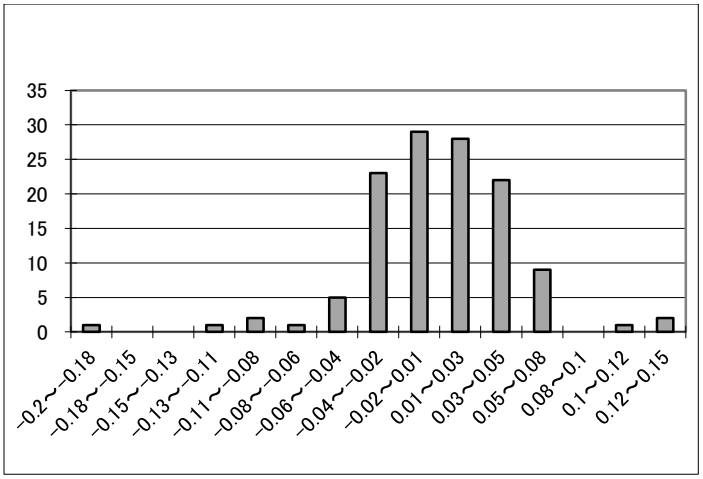
3- حل مدل مارکویتز بدون درنظر گرفتن محدودیت ارزش در معرض ریسک و رسم مرز کارا

4 - افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مرز کارای مدل مارکویتز درمرحله سوم و انجام تحلیل حساسیت متغیرهای سطح اطمینان مورد قبول α و ارزش درمعرض ریسک قابل قبول سرمایه‌گذاری

نتایج پژوهشی حاصل

آزمون نرمال بودن سری زمانی بازده انتظاری

برای تعیین سبد سهام بهینه با استفاده از مدل مارکویتز و همچنین ارزش در معرض ریسک به روش پارامتریک، پیش فرض‌هائی در نظر گرفته می‌شود که مهمترین آنها فرض نرمال بودن تابع توزیع سبد تشکیل شده سهام می‌باشد. بر همین اساس یک پرتفوی فرضی از این ۷ شرکت نمونه آماری تشکیل و تست نرمال بودن بر روی بازده این پرتفو انجام می‌شود. تست آماری کولموگروف-اسمیرونوف با استفاده از بازده‌های ۱۰ روزه و با سطح اطمینان ۹۵ درصد در نرم افزار SPSS محاسبه شده است. لازم به ذکر است در تشکیل این پرتفوی آزمایشی فرض را بر این گذاشته‌ایم که سهمی وزن بیشتری در پرتفو دارد که نسبت بازده به انحراف معیار (~ شاخص شارپ) بیشتری دارد. شکل ۱ نمودار هیستوگرام این پرتفو آزمایشی و جدول ۱ نتایج این تست آماری را نشان می‌دهد. از آنجا که مقدار p-value بیش از ۵ درصد می باشد، فرض نرمال بودن توزیع بازده‌ها را نمی‌توان با اطمینان ۹۵ درصد رد کرد.



شکل ۱: نمودار هیستوگرام بازده انتظاری یک پرتفوی آزمایشی متشکل از این ۷ شرکت نمونه

جدول ۱: نتایج تست نرمال بودن کولموگروف-اسمیرونوف در نرم افزار spss

تعداد دوره‌های ۱۰ روزه	Kolmogorov-Smirnov		Mean	Std.Dev
	Statistic	Sig. (p-value)		
124	.079	.057	.01	.044

محاسبه بازده و ماتریس واریانس-کواریانس به روش میانگین متحرک موزون نمائی(EWMA)

در این مرحله بر اساس اطلاعات در دسترس یعنی قیمت هر سهم در بازه‌های ۱۰ روزه ۷ شرکت نمونه آماری از سال ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۰ در نرم افزار اکسل ، بازده هر سهم از رابطه ۳ محاسبه گردید. در این رابطه R_{i} و S_{i} به ترتیب بازده و قیمت در دوره i می‌باشد.

$$R_{\mathrm{i}} = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}}$$

جهت تشکیل ماتریس واریانس – کواریانس به روش میانگین متحرک موزون نمائی (EWMA) ابتدا مقدار پارامتر این روش (λ) برای هریک از این هفت شرکت با روش حداکثر درست نمائی محاسبه گردید. از آنجائیکه ماتریس واریانس–کواریانس جهت محاسبه انحراف معیار پرتفو، بایستی نیمه معین مثبت باشد، ابتدا مقدار پارامتر λ از روش حداکثر درست نمائی برای هر یک از این شرکت‌ها محاسبه شده و برای سازگاری در انجام محاسبات، میانگین این ۷ پارامتر برآورد شده با مقدار λ=۰/۹۱ به عنوان پارامتر روش EWMA مطابق جدول شماره ۲ انتخاب شده است(فیدان و همکاران۲۰۰۵). در ادامه مقادیر واریانس و کواریانس در نرم افزار اکسل محاسبه گردیده است. جدول شماره ۳ ماتریس واریانس-کواریانس محاسبه شده از این روش را نشان می‌دهد.

جدول ۲ : برآورد پارامتر EWMA به روش حداکثر درست نمائی

نام شرکت	بهشهر	سینا	بوعلی	رایان	صنعت	غدیر	مبارکه	میانگین
پارامتر λ	96%	95.5%	98%	92%	83%	86.5%	85%	91%

جدول ۳ : ماتریس واریانس-کواریانس به روش EWMA با λ=۰/۹۱

	مبارکه	غدیر	صنعت	رایان	بوعلی	سینا	بهشهر
مبارکه	0.00315	0.001369	0.001236	0.0016465	0.000719	0.00095	0.0011115
غدیر	0.001369	0.003856	0.0018	0.0012944	0.001606	0.000893	0.0005665
صنعت	0.001236	0.0018	0.002984	0.0022886	0.001044	0.001639	0.0002865
رایان	0.001646	0.001294	0.002289	0.003775	0.000419	0.001453	-0.000196
بوعلی	0.000719	0.001606	0.001044	0.0004194	0.003335	0.000671	0.0002563
سینا	0.00095	0.000893	0.001639	0.0014535	0.000671	0.002004	0.0006845
بهشهر	0.001112	0.000567	0.000286	-0.000196	0.000256	0.000685	0.0032279

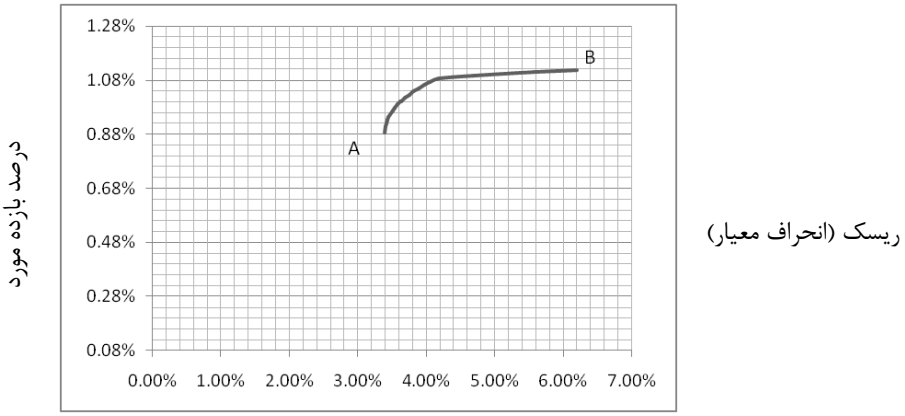
حل مدل مارکویتز بدون درنظر گرفتن محدودیت ارزش در معرض ریسک و رسم مرز کارا

همانطور که پیشتر گفته شد ابتدا مدل پژوهش بدون در نظر گرفتن محدودیت ارزش در معرض ریسک حل می‌شود. جهت حل مدل مارکویتز از ماتریس واریانس-کواریانس مطابق جدول شماره ۳ استفاده می‌شود. بازده مورد انتظار هر سهم $E(R_i)$ نیز برابر با میانگین ساده بازده ۱۰ روزه هریک از این ۷ شرکت نمونه مورد بررسی در افق زمانی مورد مطالعه مقادیر در نظر گرفته شده است. جدول شماره ۵ مقادیر بازده انتظاری مورد استفاده در ساخت مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۵ : بازده انتظاری سهام هر شرکت در بازه ۱۰ روزه $E(R_i)$

بهشهر	سینا	بوعلی	رایان	صنعت	غدیر	مبارکه
0.800%	1.066%	0.803%	0.896%	1.012%	1.117%	0.600%

لازم به ذکر است مدل مارکویتز یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی می‌باشد و جهت حل مدل به ازای مقادیر مختف بازده انتظاری از نرم افزار Lingo 11.0 استفاده شده است. مرز کارای مدل مارکویتز با درنظر گرفتن بازده‌های متفاوت و تعیین اوزان بهینه، به صورت نمودار شماره ۲ دست می‌آید. در این نمودار در نقطه A حداقل ریسک ممکن در مقابل حداقل بازده را خواهیم داشت و در مقابل در نقطه B حداکثر بازده قابل قبول در مقابل حداکثر ریسک را خواهیم داشت. جداول شماره ۶ و ۷ اوزان بهینه تخصیص‌یافته به هر سهم در نقاط A و B مطابق با مرز کارای مدل مارکویتز را نشان می‌دهد. کلیه حالات دیگر وزن دهی و تشکیل سبد سهام به ازای مقادیر مختلف بازده نیز بر روی مرز کارای واقع می‌شود.



نمودار شماره ۲ : مرز کارای مدل مارکویتز

جدول ۶ : اوزان بهینه تخصیص یافته به هر سهم در نقطه A

- دارای حداقل ریسک در مقابل حداقل بازده انتظاری استAوزن بهینه در نقطه						
بهشهر	سینا	بوعلی	رایان	صنعت	غدیر	مبارکه
27.96%	24.71%	22.91%	17.24%	0%	3.56%	3.62%
3.402%ریسک (انحراف معیار پرتفو)			0.887%بازده انتظاری ۱۰ روزه			

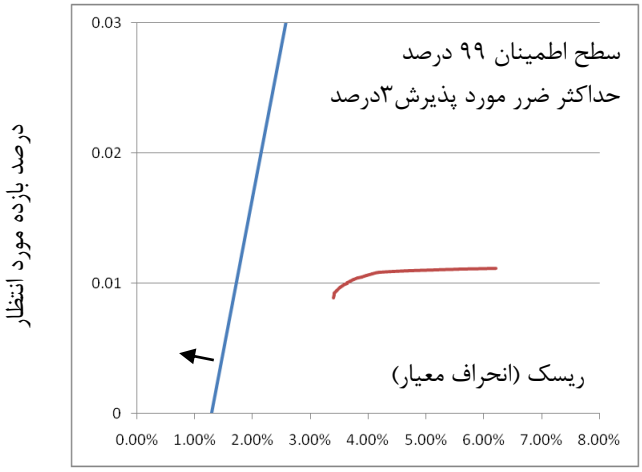
جدول ۷ : اوزان بهینه تخصیص یافته به هر سهم در نقطه B

- حداکثر بازده انتظاریBوزن بهینه در نقطه						
بهشهر	سینا	بوعلی	رایان	صنعت	غدیر	مبارکه
0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
6.21%ریسک (انحراف معیار پرتفو)			1.117%بازده انتظاری ۱۰ روزه			

افزودن محدودیت ارزش در معرض ریسک به مرز کارای مدل مارکویتز تحلیل حساسیت

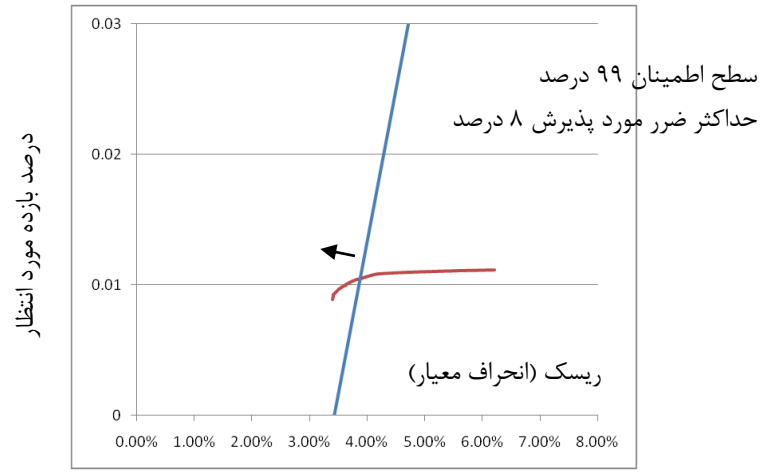
همانطور که گفته شد محدودیت شماره ۴ مدل پژوهش رابطه خطی میان انحراف معیار (ریسک) و بازده انتظاری را نشان می‌دهد و در نتیجه این محدودیت به صورت یک خط قابل افزودن به نمودار مرزکارای مدل مارکویتز می باشد. با تغییر متغیرهای سطح اطمینان مورد قبول (α) و سقف ارزش در معرض ریسک (VAR) و انجام مجدد محاسبات، حساسیت مدل نسبت به این پارامترها مرود آزمون قرار می گیرد.

نمودار های ۳ تا ۷ محدودیت ارزش در معرض ریسک را که در سطح اطمینان و ریسک‌پذیری‌های مختلف ترسیم شده‌اند را نشان می‌دهد. در نمودار ۳ سطح اطمینان ۹۹ درصد و حداکثر ضرر مورد پذیرش ۳ درصد می‌باشد. ملاحظه می‌شود که در این حالت مرز کارا با ارزش در معرض ریسک هیچ نقطه مشترکی ندارد و نتیجتا این حالت امکام پذیر نیست. به عبارت دیگر با اعمال محدودیت ارزش در معرض ریسک سبدی برای انتخاب باقی نمی‌ماند.



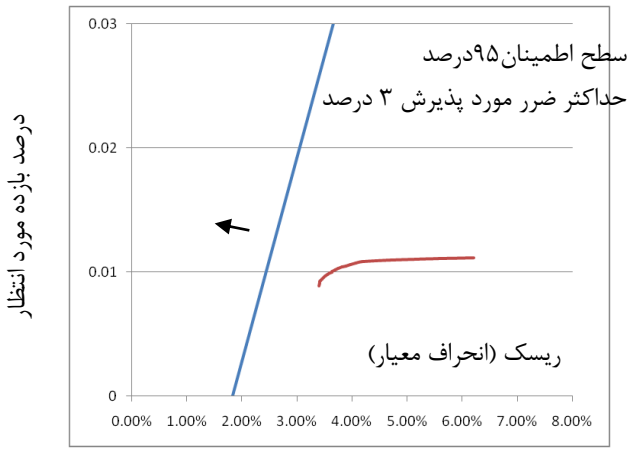
نمودار ۳- سطح اطمینان ۹۹ درصد و حداکثر ضرر مورد پذیرش ۳ درصد

در نمودار ۴ با افزایش سقف ضرر مورد پذیرش به ۸ درصد، در سطح اطمینان ۹۹ درصد ملاحظه می‌شود این حالت امکان پذیر است لکن مرز کارای مدل مارکویتز محدود شده است. یعنی انتخاب سرمایه‌گذار به انتخاب پرتفو با ریسک کمتر و البته بازده انتظاری پائین تر محدود می‌شود.

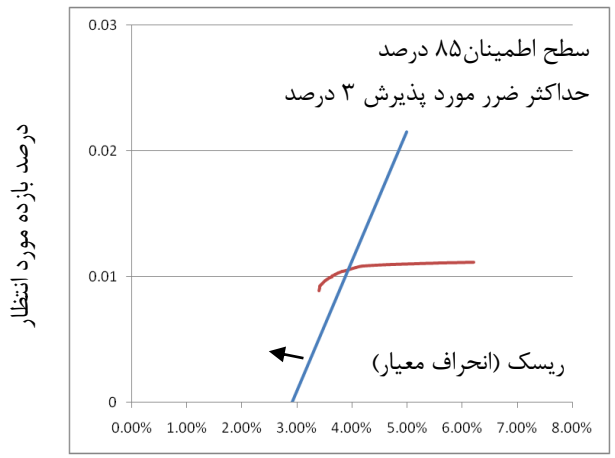


نمودار ۴- سطح اطمینان ۹۹ درصد و حداکثر ضرر مورد پذیرش ۸ درصد

به طور مشابه در نمودار شماره ۵ در سطح اطمینان ۹۵ درصد و سقف زیان ۳ درصد فاقد اشتراک با مرز کارا پرتفو خواهد بود. اما در این حالت نیز با کاهش سطح اطمینان به ۸۵ درصد محدوده جواب ممکن اما محدود به دست می آید (نمودار شماره ۶).



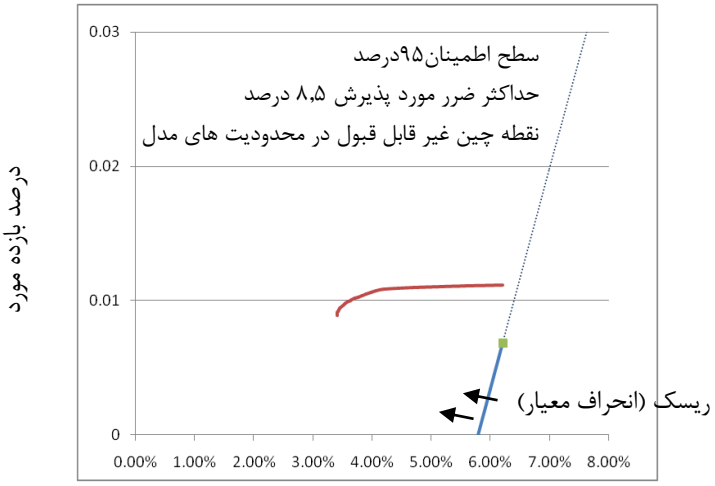
نمودار ۵- سطح اطمینان ۹۵ درصد و حداکثر ضرر مورد پذیرش ۳ درصد



نمودار ۶- سطح اطمینان ۸۵ درصد و حداکثر ضرر مورد پذیرش ۳ درصد

نمودار ۷ نشان می‌دهد که افزودن ارزش در معرض ریسک با سطح اطمینان ۹۵ درصد و سقف زیان ۸,۵ درصد هیچ تاثیری بر مرز کارا ندارد. زیرا با توجه به محدودیت‌های مدل و حداکثر انحراف معیار و

بازده قابل قبول ، ارزش در معرض ریسک هیچگونه محدودیتی بر مدل اعمال نمی‌کند. لازم به ذکر است ادامه قسمت غیرقابل قبول بر اساس محدودیت‌های مدل مارکویتز به صورت نقطه چین ترسیم شده‌است.



نمودار ۷ : سطح اطمینان ۹۵ درصد و حداکثر ضرر مورد پذیرش ۸,۵ درصد

نتیجه گیری و بحث

در این مقاله ابتدا به تاریخچه مدل‌های تشکیل پرتفوی بهینه و توسعه مدل مارکویتز و سایر روش‌های بهینه سازی پرتفو و تشکیل سبد سهام پرداختیم. در ادامه نیز ارزش در معرض ریسک را به عنوان یکی از رویکردهای انتخاب پرتفوی بهینه معرفی نمودیم. سپس با انتخاب یک نمونه آماری و فرض اینکه یک سرمایه‌گذار در سهام ۷ شرکت سرمایه‌گذاری بوعلی، فولاد مبارکه اصفهان، سرمایه‌گذاری گروه صنایع بهشهر ایران، سرمایه‌گذاری غدیر، سرمایه‌گذاری صنعت و معدن، رایان سایپا و بانک سینا سرمایه‌گذاری کرده است، ابتدا مدل مارکویتز با هدف کاهش ریسک پرتفو در مقابل یک سطح بازده انتظاری و برآورد ماتریس واریانس-کواریانس با روش میانگین متحرک موزون نمائی (EWMA) حل و به ازای مقادیر مختلف بازده و ریسک ممکن، مرز کارای پرتفو بدست آمد. سپس با توجه به خطی بودن رابطه ارزش در معرض ریسک با ریسک و بازده، محدودیت ارزش در معرض ریسک به نمودار مرز کارا افزوده شد. در ادامه با تحلیل حساسیت به ازای مقادیر مختلف از سطح اطمینان قابل قبول و حداکثر ریسک مورد پذیرش سرمایه‌گذار، نشان دادیم ممکن است مرز کارای مدل مارکویتزازبین برود، محدود شود، یا به یک نقطه تبدیل شود و یا هیچ تغییری نکند.

جهت ساده سازی و افزایش صحت و اعتبار این پژوهش سعی بر انتخاب شرکت‌ها با توزیع بازده نرمال شد. در صورتیکه در دنیای واقعی شرط نرمال بودن برای بازده تمام شرکت‌های فعال در بورس ، صادق نیست. از طرفی در این تحقیق بازده هر سهام تنها رشد قیمت آن در نظر گرفته شده است، در صورتیکه مواردی چون افزایش سرمایه، توزیع سود نقدی، حجم معامله و مواردی از این دست نیز در تعیین بازده واقعی هر سهم تاثیر گذار است.

همانگونه که در بخش مرور ادبیات تحقیق اشاره شد، طی سال‌های اخیر توسعه بسیاری از مدل‌های بهینه سازی پرتفو بر پایه افزودن محدودیت‌های مختلف به مدل کلاسیک مارکویتز بوده است. رویکرد ارزش در معرض ریسک نیز یکی از همین نوع روش‌هاست. بنابر این می‌توان تاثیر ارزش در معرض ریسک را در کنار سایر محدودیت‌ها نظیر نقد شوندگی و مواردی از این دست نیز در تشکیل پرتفوی بهینه مورد بررسی قرارداد. همچنین جهت بررسی صحت ارزش در معرض ریسک از آزمون بازخورد استفاده می‌شود. از همین رو می توان ابتدا با روش بازخورد ابتدا محدوده‌ی مورد پذیرش ارزش در معرض ریسک را بدست آورد و سپس تحلیل حساسیت تغییرات مرز کارای پرتفو را نسبت به محدودیت ارزش در معرض ریسک انجام داد.

منابع

۱) بیدگلی غلامرضا ، سارنج علیرضا (۱۳۸۷). انتخاب پرتفوی با استفاده از سه معیار میانگین بازدهی، انحراف معیار بازدهی و نقدشوندگی در بورس اوراق بهادار تهران. بررسیهای حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۵ ، شماره ۵

۲) خلیلی مریم.(۱۳۸۵) انتخاب بدره بهینه سهام با استفاده از برنامه ریزی آرمانی

۳) راعی، رضا و پویان فر احمد. (۱۳۸۹). «مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته» انتشارت سمت . تهران

۴) راعی، رضا و سعیدی علی. (۱۳۸۳). «مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک» انتشارت سمت . تهران

۵) راعی رضا ، علی بیکی هدایت (۱۳۸۹). بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از روش حرکت تجمعی ذرات. تحقیقات مالی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، دوره ۱۲ ، شماره ۲۹

6) Estrada,Javier .(2001). The cost of equity in emerging markets. IESE business school, Spain.

7) Fernandez A, S Gomez (2007). Portfolio selection using neural networks. Computers & Operations Research, 34: 1177–1191.

8) Gordon.j Alexaander & Alexander M Babtista.(2006).”Does the Basle Capital Accord reduce bank fragility? An assessment of the value-at-risk

9) H.M Markowitz (1952). Portfolio selection. Journal of Finance, 77–91

10) Horasanlı1Mehmet & Fidan Neslihan 2,(2005). Portfolio Selection by Using Time Varying Covariance Matrices, Journal of Economic and Social Research 9(2), 1-22

11) Hull C. john .(2009). Options, Futures, and other Derivatives, Seventh Edition, Pearson

12) Hull,J. C.(2007), Risk Management and Financial Institutions, 2nd edition, Pearson Prentice Hall, Inc

13) Johri Stephan.(2004). PORTFOLIO OPTIMIZATION WITH HEDGE FUNDS, Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich.

14) Kaura Vinay. (2006). Portfolio Optimisation Using Value at Risk, Imperial College London

15) Kuutan Enn (2007). Portfolio Optimization Using Conditional Value-At-Risk and Conditional Drawdown-At-Risk, University of Toronto.

16) Puelz v.Amy (nd). Value-at-Risk Based Portfolio Optimization, Southern Methodist University, Dallas, Texas.

17) R Mansini, M.G Speranza (1999). Heuristic algorithms for the portfolio selection problem with minimum transaction lots, European Journal of Operational Research,114: 219–233.

18) Wei Ning Cho (2008). Robust Portfolio ptimization Using Conditional Value At Risk, Imperial College London