مقایسه پارامتریک مرزهای کارایی مدل های مدیریت ریسک مارکویتز، ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی با استفاده از الگوریتم بهینه سازی تبرید شبیه سازی شده در بورس اوراق بهادار تهران

نویسندگان : مسعود ملائی*[1] ، دکتر محمد جواد شیخ [2] و دکتر سعید خدامرادی[3]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی/ مالی- دانشگاه شاهد
۲. استادیار گروه مدیریت دانشگاه شاهد
۳. استادیار گروه مدیریت دانشگاه شاهد

Email : mollaee@shahed.ac.ir

● دریافت مقاله: ۸۸/۷/۶
● پذیرش مقاله: ۹۰/۳/۳۱

Scientific-Research Journal of Shahed University Eighteenth Year No. 50 Dec.Jan 2011-12

دوماهنامه علمی- پژوهشی دانشگاه شاهد
سال هجدهم- دوره جدید
شماره ۵۰
دی ۱۳۹۰

چکیده

امروزه مدیریت ریسک به همان اندازه کسب حداکثر بازده برای سرمایه گذاران مهم و حیاتی است، لذا بررسی مدل ها و ابزارهای مدیریت ریسک برای سرمایه گذاران سودمند و قابل توجه است. این مطالعه به دنبال آن است تا با استفاده از دو روش الگوریتم بهینه سازی محلی[1] و سراسری[2]، و با تکیه بر مدل های مدیریت ریسک مارکویتز، ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی، اوزان بهینه پرتفوی ها را با هدف حداقل کردن ریسک در سطوح مختلف بازده یافته، مرزهای کارای آن را رسم کرده و مورد مقایسه قرار دهد. یکی از روشهای تجزیه و تحلیل ویژگی های پرتفوی و انتخاب اوزان بهینه، رسم مرزهای کارا می باشد که از این طریق می توان رفتار پرتفوی ها را در سطوح اطمینان مختلف بررسی کرد. برای این منظور پس از آزمون نرمال بودن توزیع بازده شرکتهای انتخاب شده، مدل های برنامه ریزی غیر خطی پارامتریک برای هر سه مدل مدیریت ریسک معرفی شده و با استفاده از الگوریتم های بهینه سازی"مینیمم سازی محدودیت دار"[3] نرم افزار Matlab (تابع بهینه سازی بر اساس روش گرادیان[4]) و الگوریتم تبرید شبیه سازی شده[5] مرزهای کارا رسم و مورد مقایسه قرار گرفته اند.

کلید واژه ها: مدیریت ریسک، مدل مارکویتز[6]، ارزش در معرض ریسک[7]، ارزش در معرض ریسک احتمالی[8]، مرزهای کارا، الگوریتم تبرید شبیه سازی شده .

[1] Local
[2] Global
[3] Fmincon
[4] Gradient
[5] Simulated Annealing
[6] Modern Portfolio theory(MPT)
[7] Value At Risk (VaR)
[8] Conditional Value At Risk (CVaR)

1. مقدمه

مهمترین مفاهیم در تصمیم گیری سرمایه گذاری (در پرتفوی)، بازده و ریسک می باشند. رابطه میان بازده و ریسک یک رابطه "مثبت" است (۱). از این روست که مدل های انتخاب پرتفوی و معیارهای اندازه گیری ریسک مختلفی توسط صاحبنظران مالی ارائه شده که با داشتن جزئیات مربوط به بازده و ریسک پرتفوی، در جستجوی نقاط بهینه قابل دستیابی و کارا (از تلفیق بازده و ریسک) می باشند. این نقاط بهینه بر روی منحنی "مرز کارا" قرار میگیرند (۲). از همین جاست که مفهوم "مدیریت ریسک" مطرح می گردد، مدیریت ریسک فرایندی است که از طریق آن یک سازمان یا سرمایه گذار با روشی بهینه در مقابل انواع ریسک ها، از خود واکنش نشان می دهد (۱). در این تحقیق سعی شده است تا با معرفی مهمترین و جدیدترین مدل های تشکیل پرتفوی و معیارهای اندازه گیری ریسک در جهت انتخاب کاراترین پرتفوی به سرمایه گذاران کمک شده و مرزهای کارای آنها رسم شود. معیار و مدل مدیریت ریسک "ارزش در معرض ریسک احتمالی" برای اولین بار جهت تشکیل پرتفوی بهینه و بهینه سازی اوزان در ایران معرفی شده و برای اولین بار از الگوریتم بهینه سازی "تبرید شبیه سازی شده" در حوزه مدیریت مالی جهت دستیابی به اوزان بهینه، استفاده شده است.

2. ادبیات تحقیق

2,1. مروری بر پیشینه تحقیق

2,1,1. پژوهشهای داخلی

در ایران پژوهشهای بسیاری در مورد مدل مارکویتز صورت گرفته است اما در مورد مدل "ارزش در معرض ریسک" در اولین تحقیق توسط حنیفی (۳)، ارزش در معرض ریسک شرکتهای مختلف در ایران و چند کشور خارجی با استفاده از رویکرد شبیه سازی تاریخی و روش واریانس-کوواریانس، محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفته است. اما شبیه سازی تاریخی از آن جهت که بر اطلاعات تاریخی قبلی استوار است، دارای نقایصی می باشد که از دقت و صحت آن تا حد زیادی می کاهد. در نتیجه تحقیقاتی در پی اصلاح مدل سنتی صورت گرفتند. اقبال نیا (٤) نیز با استفاده از مفهوم " ارزش در معرض ریسک " به جای استفاده از مدل های اتورگرسیون گارچ[1] از مدل های پیشنهادی توسط ریسک متریکس[2] استفاده کرده است که در آن سعی در دست یابی به ضرایب مناسب مدل های اتورگرسیون گارچ برای محاسبه و پیش بینی ریسک دارد. در پایان ضرایب توصیه شده توسط مدل ریسک متریکس به عنوان ضرایب مناسب در بورس اوراق بهادار تهران معرفی شده است. همچنین کریمی (۵) با استفاده از یکی از روشهای بهینه سازی محلی، اقدام به مقایسه مرزهای کارایی مدل های مارکویتز و " ارزش در معرض ریسک" نموده و بر این اساس با توجه به قرارگیری مرزهای کارایی مدل" ارزش در معرض ریسک " بالاتر از مرزهای کارایی مدل مارکویتز، مدل " ارزش در معرض ریسک "را نسبت به مدل مارکویتز کاراتر معرفی کرده است. در مورد مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی تحقیقی در داخل کشور صورت نگرفته است.

2,1,2. پژوهشهای خارجی

مدل"مارکویتز" در سال ۱۹۵۷ توسط مارکویتز معرفی شده است و تحقیقات زیادی در این مورد صورت گرفته است. اما مدل " ارزش در معرض ریسک " در اواسط دهه نود میلادی به عنوان ابزاری جهت مدیریت ریسک معرفی شد که از آن زمان به بعد چندین مقاله و پایان نامه در این زمینه ارائه شده است که به چند مورد مهم آن اشاره می شود. در سال ۱۹۹۹ آرتزنر (٦) با اشاره به ویژگی عدم انسجام معیار ارزش در معرض ریسک، ناکارآمدی این معیار را برای بهینه کردن پرتفوی بیان کرده و معیار جدیدی با نام "ریسک مورد انتظار" را به جای آن معرفی کرد، که معیاری منسجم می باشد. این مقاله از آن جهت که نقاط ضعف و ویژگی های معیار و مدل ارزش در معرض ریسک را معرفی می کند اهمیت زیادی دارد و این مدل و معیار را که تا آن زمان جزو مدل و معیارهای پرکاربرد مدیریت ریسک و پرتفوی به

[1] GARCH Autoregression
[2] Risk Metrics

حساب می آمد، با چالش هایی مواجه کرد. بـه خصـوص ویژگی های عدم تحدب و عدم جمع پذیری ریسک، این مدل و معیار مدیریت ریسک را دچار ابهامات زیادی کرد. اوریاسف با انتشار مقاله ای (۷) این معیار را به طور کامل معرفی و نحوه مینیمم کردن آن را با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی ارائه کرد. این مقالـه مطـرح تـرین و اساسـی ترین مقاله در مورد ارزش در معرض ریسک احتمالی می باشد. در این مقاله (که در فصول بعدی مورد بررسی قرار می گیرد) مدل برنامه ریزی خطی جهت بـه دسـت آوردن مقادیر ارزش در معرض ریسک احتمالی و اوزان بهینه آن ارائه شده است.

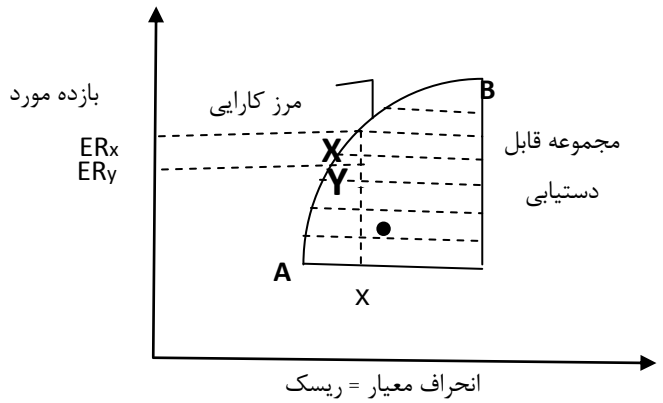
۲,۲. مولفه های مدیریت ریسک

دو مولفه اساسی مدیریت ریسک، بازده و ریسک و توازن بین این دو مفهوم اسـت. در ایـن تحقیـق بـرای محاسـب بـازده روزانـه از فرمـول $R_t = Ln\frac{P_t}{P_{t-1}}$ و اطلاعـات روزانه شاخص قیمـت و بـازده نقـدی شـرکتهای بـورس اوراق بهـادار تهـران اسـتفاده شـده اسـت، تغییـرات ایـن شاخص نشانگر بازده کل بورس مـی باشـد و از تغییـرات قیمت و بازده نقدی پرداختی متاثر می شود.

که در آن R_t بازده روزانه سهام i، P_t شاخص قیمـت و بازده نقدی در روز t و P_{t-1} شاخص قیمـت و بـازده نقدی روز $t-1$ می باشد. ریسک که به عنوان نوسانات احتمـالی منفـی بـازدهی اقتصـادی در آینـده (ریسـک نامطلوب) تعریف می شود (٤) نیز با توجه بـه سـه مـدل مارکویتز، ارزش در معـرض ریسـک و ارزش در معـرض ریسک احتمالی به ترتیب انحـراف معیـار، مقـدار عـددی ارزش در معرض ریسک و مقدار عددی ارزش درمعرض ریسک احتمالی معرفی شده که در ادامه به بررسی آنها می پردازیم.

۲,۳. تعیین پرتفوی کارا و مرزهای کارا

نمودار۱، مفاهیم اصلی یک مجموعه پرتفوی کارا را نشـان می دهد. محور عمودی، بازده مورد انتظار و محـور افقـی ریسک است که توسط انحراف معیار (و یـا هـر نماینـده دیگر ریسک) نشان داده شده است. در صورتی کـه اوراق بهادار مورد نظر به شکل ترکیبات مختلـف درآورده شـود، تعـداد نامحـدودی از جایگزینهـای پرتفـوی امکـان پـذیر خواهد شد. این گزینه های نامحدود در شـکل نشـان داده شده است (شامل تمامی مناطق سایه دار) که نشان دهنـده ترکیبات زیادی از بازده مورد انتظار و ریسکی است که از طریق تشـکیل پرتفـوی قابـل دسـتیابی اسـت. در تئـوری پرتفوی به این مناطق، مناطق قابل دسترسی پرتفوی گفتـه می شود. این پرتفوی ها امکان پذیر هستند، ولی ضـرورتاً قابل ترجیح نیستند.



نمودار۱ . رابطه میان بازده و ریسک

در نمودار فوق، منحنی AB مجموعه ای کارا (مرز کارایی) از پرتفوی را نشان می دهد، نقاط روی این منحنی با توجه به ریسک معین، دارای بازده مورد انتظار بیشتری هستند و یا ریسک آنها با توجه به بازده مورد انتظار، کمترین است (۲).

۲,٤. آزمون نرمال بودن توزیع بازده شرکتهای انتخاب شده

جهت مشخص شدن نرمال بودن توزیع بازده شرکتهای انتخاب شده، از نرم افزار SPSS و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (نیکویی برازش) استفاده شده است. برای این منظور فرض نرمال بودن توزیع بازده را به عنوان فرض H_0 در نظر گرفته و بر اساس سطح پذیرش ۰/۰۵ به نتایج زیر دست یافته شده است:

H_0 : توزیع بازده شرکتهای منتخب نرمال است .
H_1 : توزیع بازده شرکتهای منتخب نرمال نیست.

جدول ۱. آزمون نمونه اسمینوف کلمو گراف

		Returns
N		۳۵
Normal Parameters[a,b]	Mean	۰/۰۰۰۷۵۷۵۱
	Std. Deviation	۰/۰۰۰٦٤۲۵۸۲
Most Extreme Differences	Absolute	۰/۱۱٤
	Positive	۰/۱۰۳
	Negative	-۰/۱۱٤
Kolmogorov-Smirnov Z		۰/٦۷٤
Asymp. Sig. (2-tailed)		۰/۷٥٤

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

از آنجایی که $Sig \geq P$ (P =۰/۰۵) و همچنین $Z_{ks} \leq Z_{\alpha}$ بنابراین فرض صفر رد نمی شود.

براساس یافته های آزمون، پذیرفته می شود که توزیع بازده شرکتهای انتخاب شده، نرمال بوده و در نتیجه در استفاده از مدل های مدیریت ریسک که در ادامه می آید، این موضوع را در نظر گرفته و در سرتاسر این مقاله فرض پارامتریک اعمال می شود.

۲,۵. مدل های مدیریت ریسک

۲,۵,۱. مدل مارکویتز

مطابق این مدل، ریسک با نوسانات بازده مرتبط است و نوسانات توسط واریانس بازده اندازه گیری می شود. نرخ بازده یک پرتفوی، متشکل از دارایی های مختلف، از میانگین موزون بازده دارایی های منفرد تشکیل دهنده آن پرتفوی و توسط $\bar{r}_p$ محاسبه می شود. $\bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j \bar{r}_j$ در این رابطه، $\bar{r}_j$ نرخ بازده پرتفوی i ، r نرخ بازده دارایی i، x_j وزن دارایی i در پرتفوی (نسبت ارزش روز دارایی i به ارزش روز کل پرتفوی) و N تعداد دارایی های موجود در پرتفوی است. ریسک پرتفوی مورد نظر نیز از رابطه $\delta_p^2 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{i=1}^{N} x_i\, x_j \rho_{ij} \delta_i \delta_j = \sum_{i=1}^{N}\sum_{i=1}^{N} x_i\, x_j COV_{ij}$ به دست می آید. دررابطه فوق، δ_p^2 واریانس پرتفوی، δ_i و δ_j به ترتیب انحراف معیار دارایی های i و j ، ρ_{ij}ضریب همبستگی میان دارایی های i و j ، همچنین x_i و x_j به ترتیب وزن دارایی های i و j در پرتفوی و N تعداد دارایی های موجود در پرتفوی می باشد (۲). برای بهینه سازی پرتفوی بر مبنای مدل

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / دی ۹۰ / سال هجدهم / شماره ۵۰ ◆ Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 18th Year / 2011-12 / No.50

مدیریت ریسک مارکویتز از مدل برنامه ریزی غیر خطی زیر استفاده شده است (۱).

$$Min\ Z = \delta_p^2$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$x_j \geq 0$$

از جمله مزایای مدل مارکویتز که موجب استفاده زیاد آن شده است، همانا دو پارامتری بودن و نسبتهای متنوعی است که برای محاسبه کارایی آن معرفی شده اند. این مدل همچنین دارای کاستی هایی از جمله، پیچیدگی زیاد در حل مدل غیرخطی آن، مشکل منطقی افزایش ریسک ناشی رشد کمی اعداد و ارقام، عدم وجود درک درست از واریانس در مقابل سایر معیارهای ریسک و همچنین نگاه یکسان واریانس نسبت به تغییرات مثبت و منفی را می توان نام برد (۸).

۲,۵,۲. مدل و معیار "ارزش در معرض ریسک"

این معیار آماری، حداکثر زیان احتمالی پرتفوی را در یک دوره زمانی مشخص با بیان کمی و در قالب عدد بیان می کند. به عبارت دیگر ارزش در معرض ریسک مبلغی از ارزش پرتفوی را که انتظار می رود ظرف مدت یک دوره زمانی مشخص و با میزان احتمال معین(سطح اطمینان $\%1-\alpha$) از دست برود را مشخص می کند. انواع روشهای محاسبه ارزش در معرض ریسک عبارتند از روش پارامتریک (واریانس-کوواریانس)، شبیه سازی تاریخی و شبیه سازی مونت کارلو، که دو روش آخر بیشتر مبتنی بر اطلاعات تاریخی بوده و براساس روشهای هیوریستیک و سناریو سازی محاسبه می شوند و فرمول خاصی ندارند . از آنجا که در این تحقیق به دنبال بهینه سازی (کمینه سازی) مقادیر ریسک هستیم، در نتیجه به روشی مبتنی بر فرمول نیاز داریم که می تواند پارامتریک نیز باشد در نتیجه برای محاسبه ارزش در معرض ریسک، از روش پارامتریک واریانس – کوواریانس استفاده شده است.

۲,۵,۲,۱. روش پارامتریک (واریانس-کوواریانس) محاسبه ارزش در معرض ریسک

این روش دارای دو فرض اساسی توزیع نرمال بازده دارایی ها و رابطه خطی بین عوامل بازار و ارزش دارایی می باشد.

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 $VaR = M.Z_\alpha.\delta\sqrt{T} - \mu.x_i = M.Z_\alpha.\delta\sqrt{T} - r_p$ قابل اندازه گیری است.که برای دوره های بلند مدت می باشد (۹). 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 $r_p = 0$ ، از فرمول $VaR = M.Z_\alpha.\delta\sqrt{T}$استفاده می شود. دراین 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 ارزش در معرض ریسک باشد، $\%\alpha$ است (۱). در این تحقیق برای محاسبه واریانس از رابطه $\delta_p^2 = x' * vc * x$استفاده شده است. که در آن x' ماتریس سطری ضرایب پرتفوی، vc ماتریس مربعی واریانس–کوواریانس و x ماتریس ستونی ضرایب پرتفوی می باشد (۲). برای بهینه سازی پرتفوی بر مبنای مدل مدیریت ریسک ارزش در معرض ریسک، از مدل برنامه ریزی غیر خطی زیر استفاده شده است.

$$Min\ Z = Z_\alpha\delta_\alpha - \bar{r}_p$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$x_j \geq 0$$

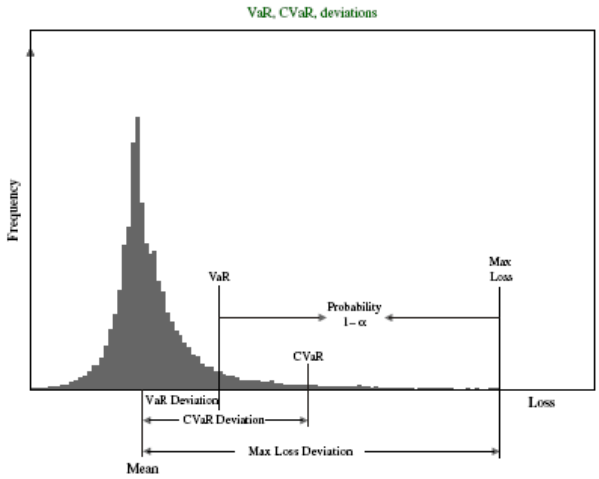
۲,۵,۲,۲. نقاط قوت و ضعف مدل ارزش در معرض ریسک

از جمله نقاط قوت معیار یاد شده آن است که می تواند در یک عدد خلاصه شود، نوسانات منفی بازده را محاسبه کرده و تحت تاثیر بازده های بزرگ قرار نگیرد، قابل کاربرد برای محاسبه ریسک دارایی های با توزیع بازده غیر خطی همچون اختیار خریدها و ... می باشد، به راحتی می تواند برای "آزمون به عقب" مورد استفاده قرار گیرد، معیار ریسکی استاندارد به حساب آمده (۱۰) و تغییرات ارزش بازار دارایی ها را لحاظ می کند، 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)، نگاهی رو به جلو دارد (یعنی ریسک کل پرتفوی موجود را برای دوره آتی برآورد می نماید) و می توان از آن برای پرتفوهای شامل چندین دارایی مالی مختلف (همانند سهام، اوراق قرضه و ابزارهای مشتقه و ...) استفاده کرد (٤) .

همچنین این معیار در کنار نقاط قوتش دارای ضعفهایی است از جمله توانایی محاسبه مقادیر ریسک بیشتر و فراتر از ارزش در معرض ریسک را ندارد، کاهش ارزش در معرض ریسک ممکن است منجر به امتداد یافتن دنباله های فراتر از ارزش در معرض ریسک شود، ویژگی عدم جمع پذیری ریسک در مورد آن مصداق دارد ($VaR\ (A+B) \geq VaR(A) + VaR(B)$) در نتیجه تنوع زایی نه تنها موجب کاهش ریسک بلکه موجب افزایش ریسک می شود، 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 بوده و برای توزیع های غیر نرمال، کنترل و بهینه سازی آن بسیار مشکل است و بالاخره براساس دیدگاه آرتزنر فاقد ویژگی انسجام می باشد (۱۰) .

۲,۵,۳. مدل و معیار "ارزش در معرض ریسک احتمالی"

با توجه به کاستی ها و نقاط ضعف ارزش در معرض ریسک، آرتزنر (٦) با معرفی معیار ارزش در معرض ریسک احتمالی، معیاری را معرفی کرد که نارسایی های ارزش در معرض ریسک را پوشش دهد. این مدل و معیار که به نام های ریسک مورد انتظار و واریانس دنباله دار نیز شهرت دارد، تمام ویژگی هایی که ارزش در معرض ریسک را با کاستی هایی مواجه می کرد را به خوبی در بر می گیرد (٦). این معیار به شرح زیر تعریف شده است: میانگین وقوع ریسکهایی که بزرگتر و فراتر از ارزش در معرض ریسک می باشند (۱۱). به عبارت دیگر، $\%\alpha$ از میانگین توزیع بازده متغیر تصادفی بزرگتر از ارزش در معرض ریسک می باشد. در نمودار ۲، تعاریف ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی به صورت شماتیک نمایش داده شده است.



نمودار ۲ . ارزش در معرض ریسک (VaR) و ارزش در معرض ریسک احتمالی (CVaR)(۱۲)

انـواع روشـهای محاسـبه ارزش در معـرض ریسـک احتمالی عبارتند از روش واریـانس – کوواریـانس، شـبیه سازی تاریخی ،شبیه سازی مونـت کـارلو کـه بـه معرفـی روش اول (براساس دلایلی که پیش از نیز گفته شد) مـی پردازیم:

۲,۵,۳,۱. روش پارامتریـــــک (واریـــــانس-کوواریانس) برای محاسـبه ارزش در معـرض ریسک احتمالی

ارزش در معـــرض ریســـک احتمـــالی از طریـــق معادله $CVaR = \frac{e^{-\frac{Z_\alpha^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}}\delta_x$ برای دوره های کوتاه مدت قابل اندازه گیری است. برای دوره هـای بلندمـدت نیـز از فرمول $CVaR = \frac{e^{-\frac{Z_\alpha^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}}\delta_x - \mu.w_i = \frac{e^{-\frac{Z_\alpha^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}}\delta_x - \bar{r}_p$ اسـتفاده مـی شـود، یعنـی هماننـد ارزش در معـرض ریسک برای دوره های بلندمـدت $\mu \neq 0$ در نظـر گرفتـه می شود. این مقدار بیان می دارد که، احتمال اینکـه زیـان در یک دوره T روزه بـیش از ارزش در معـرض ریسـک احتمالی باشد، α٪ می باشد (۱۱). در صورتی کـه توزیـع بازده نرمال باشد نیز:

$$\min_x \text{CVaR}_\alpha\left[-f(x,\xi)\right] \quad \Leftrightarrow \quad \min_x k_1(\alpha)\sigma(x) - R$$
$$s.t.\ \ m^T x \geq R,\ \ x \in X. \qquad\qquad s.t.\ \ m^T x \geq R,\ \ x \in X$$

و یا به صورت ساده تر (آنچـه کـه در ایـن تحقیـق مـورد استفاده قرار گرفته است)(۱۲):

$$Min\ Z = \frac{e^{-\frac{Z_\alpha^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}}\delta_x - \bar{r}_p$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$x_j \geq 0$$

۲,۵,۳,۲.ویژگی های ارزش در معرض ریسک احتمالی

ایـن معیـار ویژگیهـای معیـار منسـجم را دارد (بـرخلاف ارزش در معرض ریسک) (۱۳) و بدین لحاظ یک مدل و معیار ریسک مطلـوب بـه شـمار مـی آیـد (۱٤). معیـاری منسجم است که دارای ویژگیهای زیر باشد.

الف) یکنواختی: $X \in V, X \geq 0 \implies \rho(X) \leq 0$

ب) جمع پذیری: $X, Y, X+Y \in V \implies \rho(X+Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$

ج) همگنی مثبت : $X \in V, h \geq 0, hX \in V \implies \rho(hX) = h\rho(X)$

د) انتقال یکسان: $X \in V, a \in \mathbb{R} \implies \rho(X+a) = \rho(X) - a$

۲,۵,۳,۳. نقاط قوت ارزش در معرض ریسـک احتمالی

ازجمله نقاط قوت این معیار را مـی تـوان توانـایی آن در محاسبه ریسکهای نامطلوب برای توزیع هـای نـا متقـارن، امکان محاسبه ریسـک هـای فراتـر از ارزش در معـرض ریسک، داشتن یک اکسـترمم و در نتیجـه مینـیمم سـازی ساده تر و سریعتر، دارا بودن ویژگی هـای معیـار ریسـک منسجم از دیدگاه آرتزنر، تخمین آمـاری پایـدارتر (ارزش در معرض ریسک احتمالی در مقایسه با ارزش در معرض ریسک دارای ویژگی های منسجم تری است)، سـازگاری و پیوسـتگی در مقایسـه بـا ارزش در معـرض ریسـک در سطح α، سازگار با دیدگاه مارکویتز، قابل کنتـرل و بهینـه سازی برای توزیع های غیر نرمـال و بـالاخره ایـن معیـار دارای ویژگی ریاضی "همگرایی بدون علامت" می باشـد (۱۲).

۲,۶. روش های بهینه سازی محلی و سراسری

روشهای بهینه سازی را براساس قابلیـت کـاربرد آنهـا بـه انواع گوناگونی تقسیم بندی کرده اند. یکی از این تقسـیم بندی ها، محلـی و سراسـری مـی باشـد. روشـهای بهینـه سازی با تکرارهای زیاد به دنبال مقدار بهینـه ای براسـاس گرادیان در هـر تکـرار هسـتند. ایـن روشـها نمـی تواننـد توابعی را که محدب (توابعی که دارای مینیمم و مـاکزیمم های محلی زیادی هستند) و اصطلاحاً به آنها محدب مـی گویند را بهینه کنند. راه حل این موضوع بهینـه سـازی بـا استفاده از روشهای سراسری می باشـد. بـه طـور کلـی دو

دسته روشهای بهینه سازی سراسری 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 تبرید شبیه سازی شده که رفتار تبرید مورد استفاده در الگوریتمهای علم متالورژی فلزات را الگوبرداری می کند و روش الگوریتم ژنتیک که بر مبنای تکامل بیولوژیکی است. در کنار روشهای محلی، روشهای سراسری نیز وجود دارند، از جمله استفاده از نوار ابزار[1] تابع" مینیمم سازی با محدودیت 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[2] و روش نیوتن (بسته به اندازه مسئله) استفاده می کند. از ویژگی های این روش سرعت بالای آن است (۱۵). از دیگر ویژگی های دیگر این روش همانند سایر روشهای محلی، ناتوانی آن در بهینه سازی توابع محدب می باشد.

۳. جامعه و نمونه مورد تحقیق

جامعه آماری 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 ۱۳۷٦/۰۷/۰۱ تا ۱۳۸۷/۰۷/۰۱ثبت شده است. نمونه آماری در این تحقیق ۳۵ شرکت از شرکتهای فعال در بورس هستند که اطلاعات بازده روزانه این شرکتها از ۱۳۷٦/۰۷/۰۱ تا تاریخ ۱۳۸۷/۰۷/۰۱ 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 شده اند. در پایان ۳۵ شرکت از میان شرکتهای حاضر در بورس که اطلاعات آنها برای تحقیق کافی باشد، انتخاب شده است (دلیل انتخاب این تعداد از شرکتها آن است که فقط ۳۵ شرکت از میان شرکتهای حاضر در بورش در دوره یاد شده دارای اطلاعات کامل مورد نظر بوده است).

٤. اهداف و سئوالات تحقیق

– اهداف کلی این تحقیق کمک به سرمایه گذاران برای تصمیم گیری بهتر در سرمایه گذاری در چهارچوب معرفی معیار جدید "ارزش در معرض خطر احتمالی " و تشریح ویژگی های برتر این مدل نسبت به مدل های "مارکویتز " و " ارزش در معرض خطر" می باشد که در این راستا مرزهای کارایی مدل " ارزش در معرض احتمالی " در مقایسه با مدل " مارکویتز" و " ارزش در معرض خطر" ترسیم شده و در سطوح اطمینان مختلف مورد مقایسه قرار گرفته است. همچنین ضرایب پرتفوی بهینه شده براساس کاراترین مدل از میان سه مدل یاد شده در سطوح مختلف اطمینان نیز تعیین گشته است.

– سئوالات اصلی که این تحقیق سعی در پاسخ به آنها دارد عبارتند از اینکه آیا مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض خطر احتمالی بالاتر از مرزهای کارایی مدل " مارکویتز" قرار خواهد گرفت؟ آیا مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی بالاتر از مرزهای کارایی مدل ارزش در معض ریسک قرار خواهد گرفت؟ و به طور کلی وضعیت مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی نسبت به مدل های ارزش در معرض ریسک و ماکویتز در تشکیل پورتفلیو چگونه است؟

۵. مدلسازی و روش تحقیق

در این تحقیق مقایسه دو به دو سه مدل مدیریت ریسک مارکویتز، ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی با در نظر گرفتن نرمال بودن تابع توزیع بازده (دیدگاه پارامتریک) مدلسازی شده است. بدین منظور، برای نمونه ۳۵ تایی 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 ۱۳۷٦ تا ۱۳۸۷ محاسبه شده است (با استفاده از

[1] Toolbox
[2] Quadric Sequentinal Programming

صفحه گسترده اکسل)، همچنین ماتریس کوواریانس بازده سهام شرکتهای انتخاب شده نیز جهت محاسبه واریانس سهام ها توسط اکسل مورد محاسبه قرار گرفته است. جهت مدلسازی دو به دو این مدل ها، از مدل های برنامه ریزی خطی و غیر خطی و بهینه ساختن آنها با استفاده از دو روش بهینه سازی غیر خطی نوار ابزار Matlab که روشی محلی است و الگوریتم تبرید شبیه سازی شده که الگوریتمی سراسری است، استفاده شده است. مدل های برنامه ریزی خطی و غیر خطی به کار گرفته شده در این تحقیق به شرح زیر می باشند:

مدل برنامه ریزی غیر خطی مارکویتز

مدل برنامه ریزی غیر خطی ارزش در معرض ریسک

$$Min\ Z = Z_\alpha \delta_\alpha - \bar{r}_p$$
$$Min\ Z = \delta_p^2$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$x_j \geq 0$$
$$x_j \geq 0$$

مدل برنامه ریزی غیر خطی ارزش در معرض ریسک احتمالی $(CVaR)$

$$Min\ Z = \frac{e^{-\frac{Z_\alpha^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}} \delta_x - \bar{r}_p$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$x_j \geq 0$$

۵،۱. الگوریتم تبرید شبیه سازی شده

مراحل اجرای این الگوریتم به شرح زیر می باشد:

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. جهت فهم بهتر روند فوق معرفی پارامترهای الگوریتم تبرید شبیه سازی شده ضروری است که در ادامه به آن پرداخته می شود.

۵،۱،۱. پارامترهای الگوریتم تبرید شبیه سازی شده

در الگوریتم تبرید شبیه سازی شده از دو دسته پارامتر استفاده می شود. گروه اول پارامترهایی هستند که نحوه تولید نقاط وشیوه پذیرش آنها را مشخص می کنند و گروه دوم شیوه سرد کردن (تبرید) را مشخص می کنند، در ادامه به معرفی این پارامترها می شود.

۱- **تابع چگالی احتمال پذیرش:** تابع چگالی احتمال پذیرش نقطه جدید (y) در مرحله ۳ الگوریتم را می توان بصورت زیر بیان نمود:

$$A_x(y) = \begin{cases} 1 & , f(y) \leq f(x) \\ \exp\left(-\dfrac{f(y)-f(x)}{T_k}\right) & , f(y) > f(x) \end{cases}$$

که در آن x نقطه قبلی، $f(x)$ مقدار تابع هدف بازای نقطه x، y نقطه جدید که پذیرش ویا عدم پذیرش آن بررسی می شود، $f(y)$ مقدار تابع هدف بازای نقطه y و T_k دمای آن مرحله از الگوریتم می باشد.

۲- **همسایگی**: $\boldsymbol{Sx}$ یک همسایگی نقطه $\boldsymbol{X^C} = \{\boldsymbol{X_1^C}, \dots, \boldsymbol{X_D^C}\}$نامیده میشود اگر $\boldsymbol{S_x} \subseteq \boldsymbol{S}$ و $\boldsymbol{x} \subseteq \boldsymbol{S_x}$ باشد، معمولاً $\boldsymbol{Sx}$ را به صورت یک مکعب $\boldsymbol{D}$ بعدی به صورت $\boldsymbol{S_x} = \{\boldsymbol{y}|\boldsymbol{L_{x_i}} \leq \boldsymbol{y_i} \leq \boldsymbol{U_{x_i}}, \boldsymbol{i} = \boldsymbol{1}, \dots, \boldsymbol{D}\}$ تعریف می شود. که در آن $\boldsymbol{L_{x_i}}$ و $\boldsymbol{U_{x_i}}$ برابرند با:

$$\begin{cases} L_{x_i} = U_x - B_i \quad , \quad U_{x_i} = U_i \quad if \;\; x_i^c + \frac{B_i}{2} > U_i \\ L_{x_i} = U_i \quad , \quad U_{x_i} = L_i + B_i \quad if \;\; x_i^c - \frac{B_i}{2} > L_i \\ L_{x_i} = x_i^c - \frac{B_i}{2} \quad , \quad U_{x_i} = x_i^c + \frac{B_i}{2} \quad if \;\; other \end{cases}$$

مشروط بر اینکه $B_i \leq U_i - L_i$. عناصر بردار $B = \{B_1, \dots, B_D\}$ طول اضلاع مکعب D بعدی هستند.

۳-**تابع چگالی احتمال تولید**: تابع چگالی احتمال تولید $(gx(y))$، احتمال تولید نقطه y در محدوده S_x را تعیین می کند (مرحله ٦ الگوریتم). در SA استاندارد، احتمال تولید در محدوده همسایگی S_x یکنواخت است.

$$g_x(y) = \begin{cases} \frac{1}{|S_x|} \;, & y \in S_x \\ 0 \;, & y \notin S_x \end{cases}$$

که در آن $|S_x| = \prod_{i=1}^{D} B_i$.

گروه دوم از پارامترها که برنامه سرد کردن را تشکیل می دهند را می توان بطور خلاصه بصورت زیر بیان کرد:

۱- **مقدار اولیه پارامتر دما**: انتخاب مقدار اولیه دما باید بگونه ای صورت گیرد که در مراحل اولیه تعداد زیادی از جوابهای نامطلوب پذیرفته شوند. همچنین می توان از روابط زیر و با استفاده از یکسری تکرار با تعویض های تصادفی برای تغییر تابع هدف و استفاده از نتایج این تکرار، مقدار مینیمم تغییر تابع هدف Δf_{min} و مقدار ماکزیمم تغییر تابع هدف Δf_{max} را بدست آورده و با استفاده از این دو مقدار T_0 و T_f (مقدار نهایی دما) تعیین می گردد که براساس ضابطه های

$$\begin{cases} 1)\ N_k = A & A \text{ is constant} \\ 2)\ N_k = N_{k-1} + B & B \text{ is constant} \\ 3)\ N_k = \frac{N_{k-1}}{\alpha} & \alpha < 1 \\ 4)\ N_k = \frac{C}{\log(T_k)} & C \text{ is constant} \\ 5)\ N_k = (N_{k-1})^{\frac{1}{\alpha}} & \alpha < 1 \end{cases}$$

و $T_0 = \Delta f_{min} + \frac{1}{10}(\Delta f_{max} + \Delta f_{min})$ و $T_f = \Delta f_{min}$ به دست می آیند. در این روش برای تعیین مقدار مینیمم و ماکزیمم تابع هدف تکرار اولیه ۵۰ می باشد. این تعداد تکرار هیچ ارتباطی به نوع تابع هدف ندارد در این تحقیق از مقدار دمای اولیه ۳۰ درجه استفاده شده است.

۲-**تابع تغییرات دمایی**: برای اینکه احتمال پذیرش جوابهای نامناسب (نقاطی که مقادیر بزرگ برای تابع نتیجه دهند) کاهش یابد، باید مقدار دما را کاهش داد. چگونگی تغییر این پارامتر بر اساس تابع تغییرات دمایی و بر اساس ضوابط خاصی انجام می گیرد. این مقدار معمولاً بین ۰/۸ تا ۰/۹۹ می باشد که در این تحقیق از مقدار ۰/۹۷ استفاده شده است .

۳- **تعداد تکرارها برای اجرا در هر دما**: برای اینکه جوابهای بهتری بدست آید، لازم است در هر دما، تعدادی تکرار صورت گیرد تا جواب بهتری نسبت به جواب قبلی حاصل شود. ولی این تعداد تکرارها باید بصورتی تعیین شود که زمان اجرای محاسباتی به حداقل برسدو در عین حال کیفیت جواب حاصل در حد مطلوب باشد. رابطه های زیر تعدادی ضابطه برای تعیین تعداد تکرار را نشان می دهد:

N_k تعداد تکرار در دمای T_k را نشان می دهد. در این تحقیق از تعداد تکرار ۵۰ استفاده شده است.

٤- معیار توقف: ضوابطی که می توان به عنوان معیار توقف در نظر گرفت عبارتند از آنکه کل تکرارها به پایان رسیده باشد، به دمای نهایی رسیده باشد و یا آنکه تعداد تغییرات رد شده در کل تکرارها به مقدار معینی رسیده باشد. تعداد کل تکرارها معمولاً با ضابطه $M = \frac{50*D(D-1)}{2}$ تعیین می شود که بستگی به بعد مسأله دارد. همچنین تعداد تغییرات رد شده در کل تکرارها نیز طبق ضابطه $MaxFail = \frac{D(D-1)}{100}$ تعیین می شود.

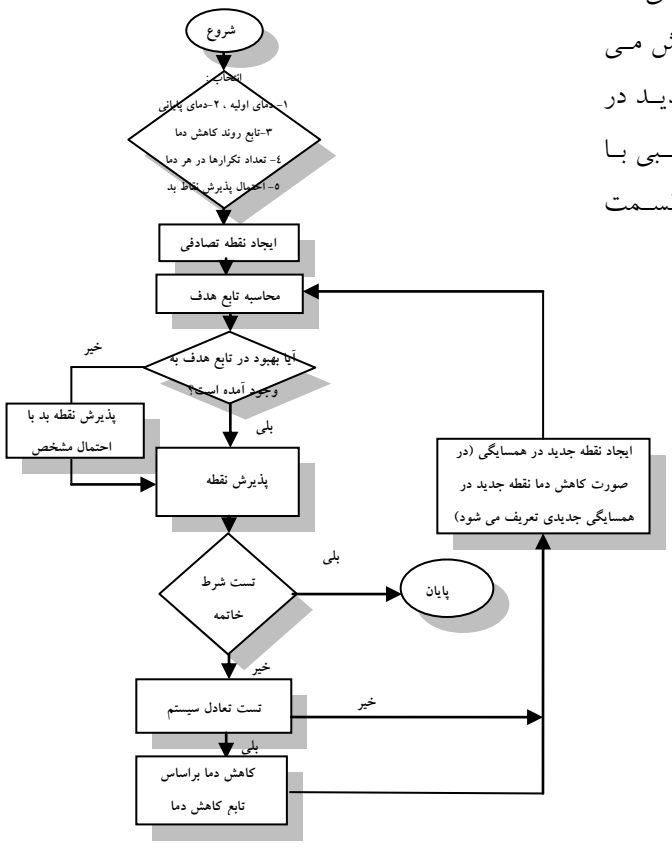
٥- تست تعادلی سیستم: برای اینکه تغییر مقدار تابع هدف در تکرارهای متوالی کنترل شود تست تعادلی لازم است. تست تعادلی سبب تعیین روند تغییر مقدار تابع هدف می شود. تعادل به معنای عدم تغییر متوسط تابع هدف به ازای نقاط مختلف در یک دما است. زمانی که سیستم به حالت تعادلی رسیده باشد مقدار دما کاهش می یابد و در غیر این صورت روند تولید نقاط جدید در همان دما دنبال می شود. در عمل تعادل بطور نسبی با تولید چندین نقطه مطابق با روابط ذکر شده در قسمت ٦-٣-٦-٢ بدست می آید (١٦).

٥,١,٢. فرایند و فلوچارت کلی الگوریتم تبرید شبیه سازی شده استفاده شده

از این الگوریتم بهینه سازی به عنوان روشی سراسری در مقابل دستور محلی fmincon استفاده می شود ، این الگوریتم در نمودار ۳ به نمایش درآمده است.

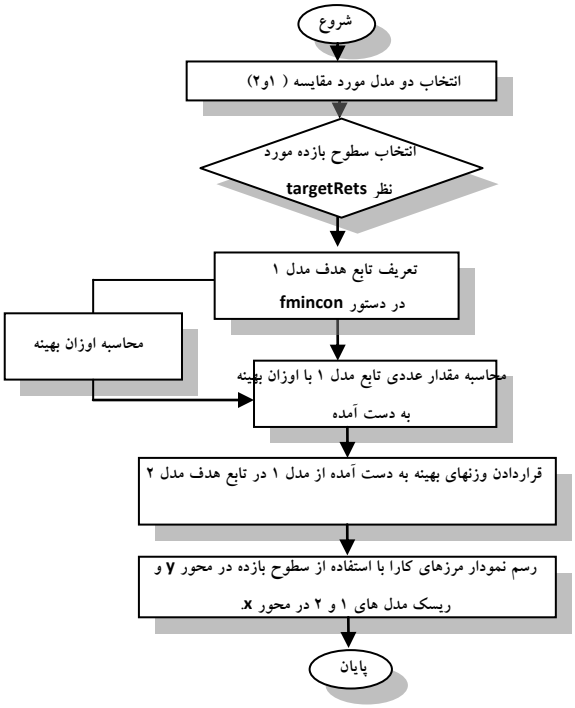
٥,١,٣. الگوریتم بهینه سازی با استفاده از تابع بهینه سازی غیر خطی نوارابزار Matlab

از فرایند و فلوچارت کلی الگوریتم بهینه سازی براساس تابع بهینه سازی غیر خطی با محدودیت نرم افزار Matlab (تابع بهینه سازی مینیمم سازی "چندمتغیره غیرخطی با محدودیت") برای حل برنامه های به شکل کلی زیر استفاده می شود. دستورات و اطلاعات کلی استفاده از این تابع در قسمت راهنمای[1] نرم افزار Matla و در نوار ابزار بهینه سازی وجود دارد. فلوچارت کلی برنامه های نوشته شده توسط این دستور به قرار زیر است (نمودار ٤).



$$\min f(x)$$
$$Sub: \quad c(x) \le 0$$
$$ceq(x) = 0$$
$$A.x \le b$$
$$Aeq.x = beq$$
$$lb \le x \le ub$$

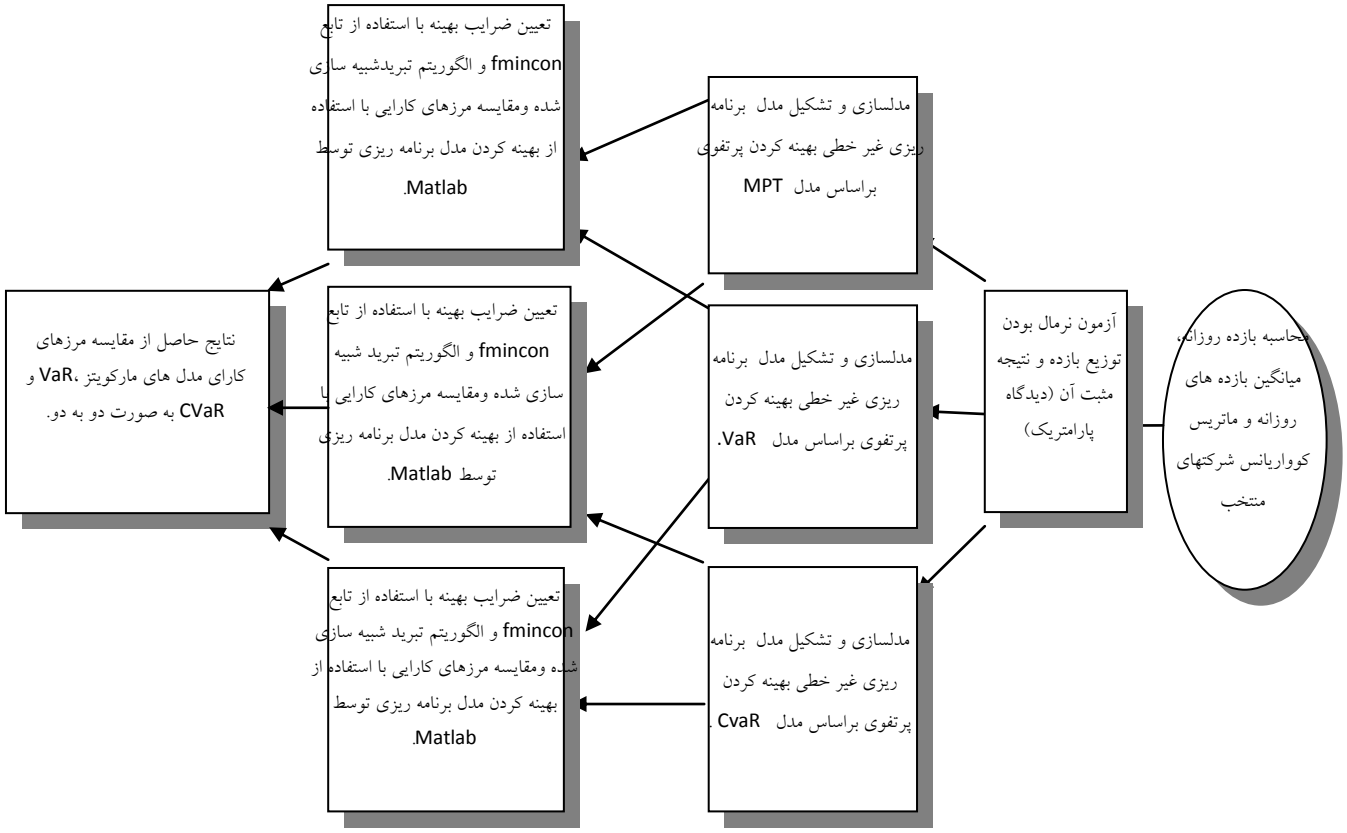
نمودار۳ . فلوچارت کلی الگوریتم تبرید شبیه سازی شده



نمودار ٤. ساختار کلی الگوریتم بهینه سازی براساس تابع بهینه سازی غیر خطی

۵،۱،٤. فرایند کلی مقایسه مدل ها

در نمودار۵ فرایند مقایسه دو به دوی مدل های مدیریت ریسک تشریح شده است .



نمودار ۵ . فرایند کلی مقایسه میان مدل های مدیریت ریسک معرفی شده

براساس مفاهیم برنامه های غیر خطی ذکر شده در قسمتهای قبل، فرایند مقایسه مدل ها براساس دو رویکرد مورد بررسی قرار می گیرد.

الف – مبنای عملکرد سرمایه گذار معیار ارزش در معرض ریسک احتمالی است .

ابتدا بهینه سازی پرتفوی براساس ارزش در معرض ریسک احتمالی انجام می شود و بدین ترتیب وزن هر سهم در پرتفوی بهینه بدست می آید، با داشتن بازده پرتفوی و میزان ارزش در معرض ریسک احتمالی مرز کارا در نموداری که محور افقی آن مقادیر ارزش در معرض ریسک احتمالی و محور عمودی آن بازده پرتفوی است رسم می شود. با داشتن وزن هر سهم در پرتفوی های بهینه، میزان بازده و واریانس پرتفوی نیز قابل محاسبه است. حال با داشتن این اطلاعات، مرز کارای مدل مارکویتز نیز بر روی همان نمودار رسم می شود.

ب– مبنای عملکرد سرمایه گذار مدل مارکویتز و واریانس است.

ابتدا بهینه سازی پرتفوی براساس مدل مارکویتز انجام می شود و بدین ترتیب وزن هر سهم در پرتفوی بهینه بدست می آید، با داشتن بازده پرتفوی و میزان واریانس

$$Min\ Z = \delta_p^2$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$x_j \geq 0$$

مقایسه مرزهای کارایی مدل مارکویتز ومدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده از الگوریتم سراسری تبرید شبیه سازی شده

برنامه های مورد استفاده این قسمت دقیقاً مشابه قسمت قبل می باشد، با این تفاوت که با روش سراسری تبرید شبیه سازی شده حل شده است. همانطور که پیش از این نیز گفته شد این مقایسه به صورت دو به دو بین مدل ها مرز کارا در نموداری که محور افقی آن مقادیر واریانس و محور عمودی آن بازده پرتفوی است رسم می شود. با داشتن وزن هر سهم در پرتفوی های بهینه، میزان بازده و ارزش در معرض ریسک احتمالی پرتفوی نیز قابل محاسبه است. حال با داشتن این اطلاعات، مرز کارای ارزش در معرض ریسک احتمالی نیز بر روی همان نمودار رسم می شود. این فرایند مقایسه به صورت دو به دو برای هر سه مدل در نظر گرفته شده است.

۵،۱،۵. طراحی مدل ها برای مقایسه دو به دو مدل ها

– مقایسه مرزهای کارایی مدل مارکویتز ومدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon برای به دست آوردن پرتفوی حداقل واریانس و حداقل ارزش در معرض ریسک احتمالی، برای سطح خاصی از بازده، با در نظر گرفتن توزیع نرمال بازده لازم است مسائل برنامه ریزی غیرخطی زیر حل شوند:

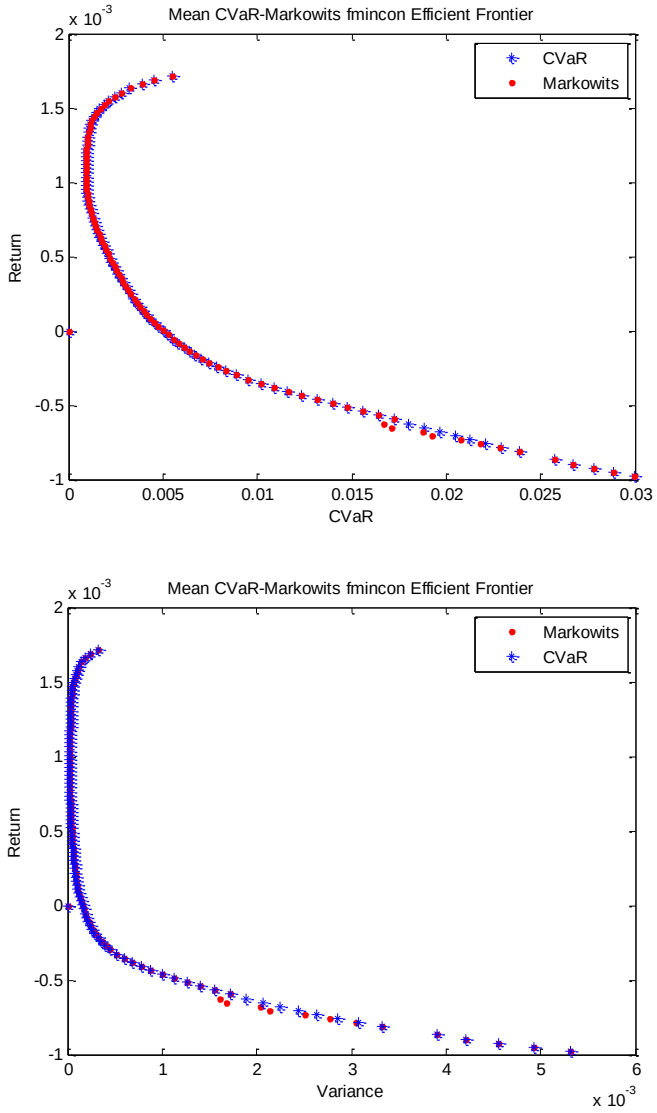
$$Min\ Z = \frac{e^{-\frac{z_\alpha^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}}\delta_x - \bar{r}_p$$
$$S.T:\ \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j$$
$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$
$$x_j \geq 0$$

جهت مدلسازی انجام شده و سرانجام به ٦ نتیجه (٣ مقایسه دو به دو مدل ها با دو روش متفاوت) دست یافته شده که به شرح زیر مورد بررسی قرار می گیرند.

۶. یافته ها و نتایج تحقیق

با استفاده از برنامه های Matlab رسم نمودارهای مرزهای کارای مدل های مقایسه ای دو به دوی بالا، نمودار و نتایج زیر به دست آمده اند.

۶,۱. مقایسه مرزهای کارایی مدل مارکویتز ومدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon



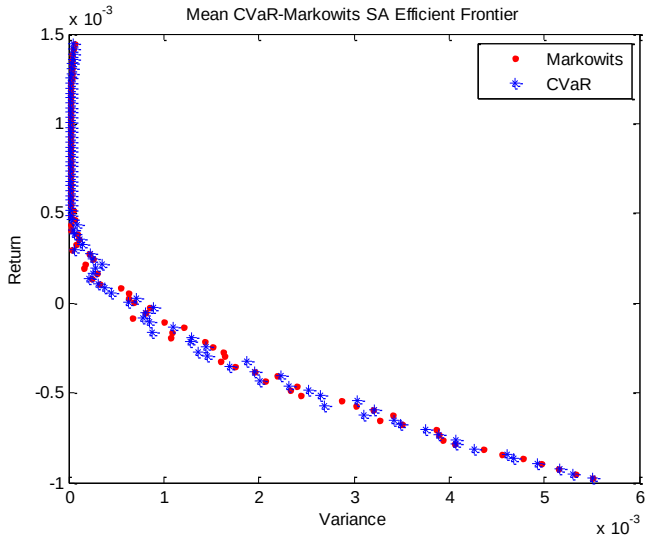
نمودارهای ٦ و٧. مرزهای کارایی مدل مارکویتز و مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon

نتایج

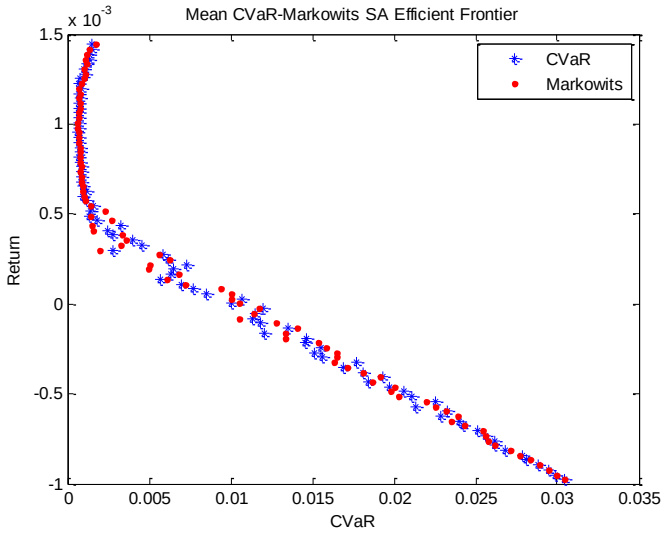
در این حالت نمودارهای کارایی دقیقاً بر روی یکدیگر منطبق گشته و در نتیجه در سطوح مختلف بازده، ریسک یکسانی به دست می آید و تفاوتی در استفاده از این دو مدل وجود ندارد. دلیل این یکسانی نتایج آن است که هر دو مدل، ریسک های یکسانی را با توجه به فرض پارامتریک مورد محاسبه قرار داده اند، ریسک های واقعی در دنباله ها توسط هر دو مدل مورد محاسبه قرار نگرفته است.

دوماهنامه علمی – پژوهشی دانشور رفتار / مدیریت و پیشرفت / دانشگاه شاهد / دی ۹۰ / سال هجدهم / شماره ۵۰
Daneshvar (Raftar) Management and Achievement / Shahed University / 18th Year / 2011-12 / No.50

۶,۲. مقایسه مرزهای کارایی مدل مارکویتز ومدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع سراسری تبرید شبیه سازی شده



:

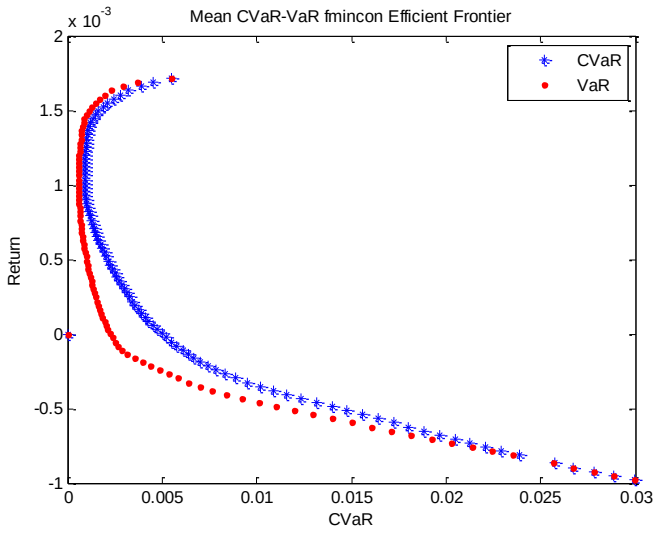


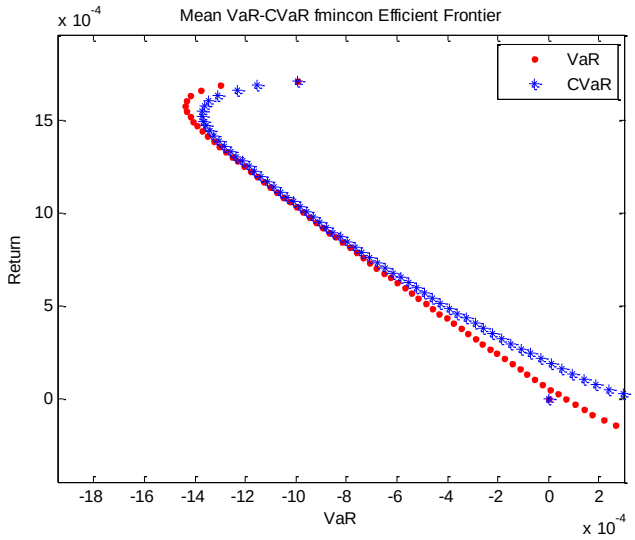
نمودارهای ۸ و۹. مرزهای کارایی مدل مارکویتز و مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع سراسری تبرید شبیه سازی شده

نتایج

در صورتی که از روش سراسری الگوریتم تبرید شبیه سازی شده نیز برای بهینه سازی استفاده شود، نمودارهای کارایی دقیقاً بر روی یکدیگر منطبق می شوند و بدین ترتیب نتایج قسمت قبل که از روش بهینه سازی محلی " مینیمم سازی محدودیت دار" استفاده شده بود، تایید می گردد.

۶,۳. مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک ومدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon



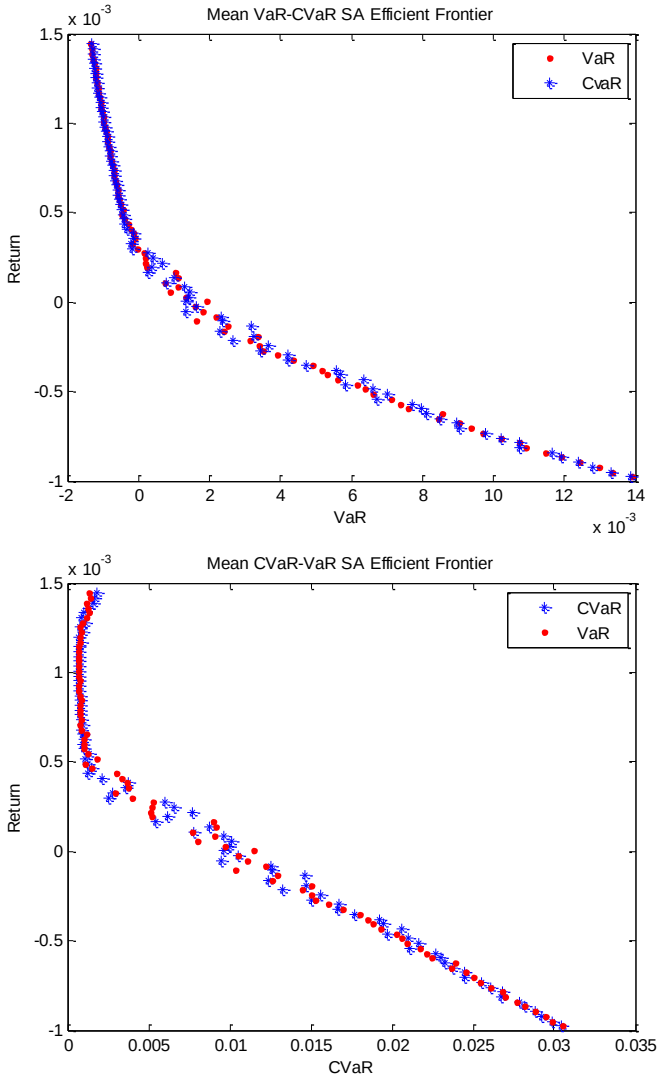


نمودارهای ۱۰ و ۱۱. مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon

نتایج

همان طور که مشخص است در این دو نمودار کارایی، مرزهای کارایی " ارزش در معرض ریسک" بالاتر از مرزهای کارایی "ارزش در معرض ریسک احتمالی" قرار گرفته است. اما این به معنای کارایی بالاتر ارزش در معرض ریسک نسبت به ارزش در معرض ریسک احتمالی نبوده و دلیل آن است که تابع ارزش در معرض ریسک دارای اکسترمم های (حداقل و حداکر) محلی زیادی بوده و در نتیجه روشهای محلی (از جمله تابع مینیمم سازی محدودیت دار) توانایی بهینه سازی کامل آن را ندارد. در نتیجه به طور کلی توابع و روشهای بهینه سازی محلی (از جمله مینیمم سازی محدودیت دار) روشهای مناسبی برای بهینه سازی توابع با تعداد زیاد اکسترمم محلی نیستند، بنابراین جهت اطمینان از نتایج به دست آمده از الگوریتم تبرید شبیه سازی شده جهت بهینه سازی استفاده خواهد شد.

۶,٤. مقایسه مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع سراسری تبرید شبیه سازی شده

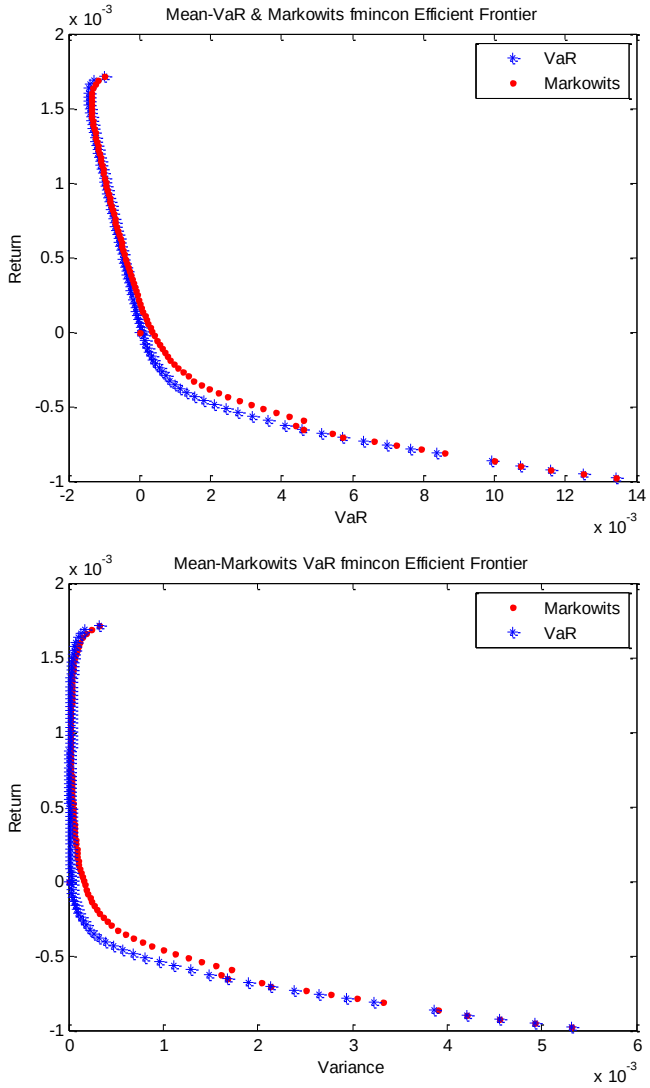


نمودارهای ۱۲و۱۳. مرزهای کارایی مدل ارزش در معرض ریسک و مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی پارامتریک با استفاده ازتابع سراسری تبرید شبیه سازی شده

نتایج

همان طور که ملاحظه می شود، نمودارهای کارایی در این حالت بر روی یکدیگر منطبق شده اند و در نتیجه مشخص می شود که در صورت استفاده از یک روش (یا تابع) سراسری نتایج بهتری برای توابع با اکسترممهای محلی زیاد (همانند ارزش در معرض ریسک) به دست می آید. از آنجا که این الگوریتم سراسری، از نظر بهینه سازی نقاط بیشتری را برای مینیمم سازی جستجو کرده و مشکلات روشهای بهینه سازی محلی را ندارد، درنتیجه نتایج قسمت قبل حاصل از استفاده روش محلی را رد کرده و در نتیجه استفاده از هر دو مدل پارامتریک نتایج یکسانی را ارائه داده و در نتایج تفاوتی با یکدیگر ندارند. دلیل این یکسانی نتایج آن است که هر دو مدل ریسک های یکسانی را با توجه به فرض پارامتریک مورد محاسبه قرار داده و ریسکهای واقعی در دنباله ها توسط هر دو مدل مورد محاسبه قرار نگرفته است .

۶,۵. مقایسه مرزهای کارایی مدل مارکویتز ومدل ارزش در معرض ریسک پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon

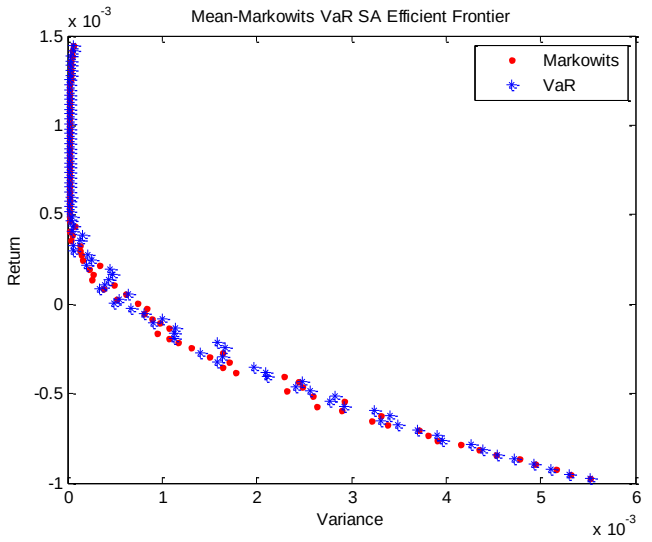


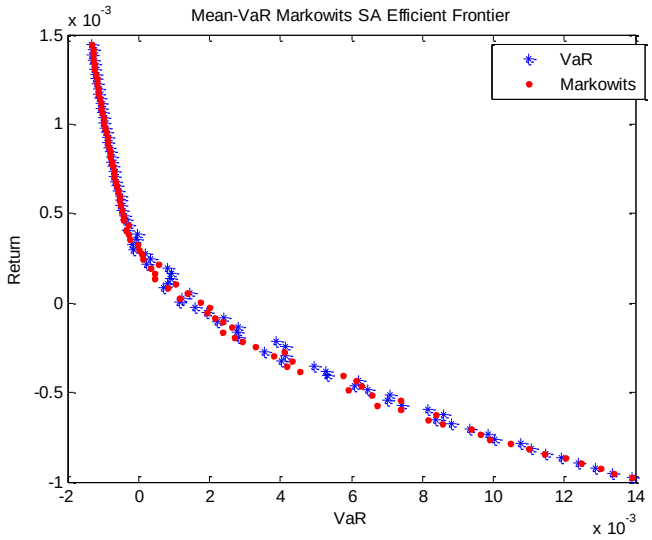
نمودارهای ۱۴ و ۱۵. مرزهای کارایی مدل مارکویتز ومدل ارزش در معرض ریسک پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon

نتایج

همان طور که مشخص است در این دو نمودار کارایی، مرزهای کارایی " ارزش در معرض ریسک" بالاتر از مرزهای کارایی "مارکویتز" قرار گرفته است. اما این به معنای کارایی بالاتر ارزش در معرض ریسک نسبت به مدل مارکویتز نبوده و دلیل آن است که همان طور که در قسمت های پیشین نیز بیان شد، تابع ارزش در معرض ریسک دارای اکسترمم های (مینیمم و ماکزیمم) محلی زیادی بوده و در نتیجه روشهای محلی (از جمله تابع مینیمم سازی محدودیت دار) توانایی بهینه سازی کامل آن را ندارد. در نتیجه به طور کلی توابع و روشهای بهینه سازی محلی (از جمله تابع مینیمم سازی محدودیت دار) روشهای مناسبی برای بهینه سازی توابع با تعداد زیاد اکسترمم محلی نیستند.

۶,۶. مقایسه مرزهای کارایی مدل مارکویتز و مدل ارزش در معرض ریسک پارامتریک با استفاده ازتابع سراسری تبرید شبیه سازی شده





نمودارهای ۱۶ و ۱۷. مرزهای کارایی مدل مارکویتز و مدل ارزش در معرض ریسک پارامتریک با استفاده ازتابع محلی fmincon

نتایج

همان طور که ملاحظه می شود، نمودارهای کارایی در این حالت بر روی یکدیگر منطبق شده اند و در نتیجه مشخص می شود که در صورت استفاده از یک روش (یا تابع) سراسری نتایج بهتری برای توابع با اکسترممهای محلی زیاد (همانند ارزش در معرض ریسک) به دست می آید. از آنجا که این الگوریتم سراسری، از نظر بهینه سازی نقاط بیشتری را برای مینیمم سازی جستجو کرده و مشکلات روشهای بهینه سازی محلی را ندارد، درنتیجه نتایج قسمت قبل حاصل از استفاده روش محلی را رد کرده و در نتیجه استفاده از هر دو مدل پارامتریک نتایج یکسانی را ارائه داده و در نتایج تفاوتی با یکدیگر ندارند. دلیل این یکسانی نتایج آن است که هر دو مدل ریسک های یکسانی را با توجه به فرض پارامتریک مورد محاسبه قرار داده و ریسکهای واقعی در دنباله ها توسط هر دو مدل مورد محاسبه قرار نگرفته است.

۷. نتایج کلی

با تحلیل نمودارهای فوق و همچنین اوزان به دست آمده از فرایندهای بهینه سازی می توان به نتایج زیر اشاره کرد:

۱- براساس دیدگاه پارامتریک تفاوتی در استفاده از مدل های مارکویتز، ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی وجود نداشته و مرزهای کارای آنها بر روی یکدیگر قرار می گیرند. همچنن ضرایب بهینه پرتفوی یکسان بوده و در نتیجه نتایج مشابه را ارائه می دهند. دلیل آن نیز آن است که با فرض پارامتریک توزیع بازده، زیانهای دنباله ها به طور دقیق محاسبه نشده و کمتر از مقدار واقعی آن برآورد شده است[1].

در نتیجه برای محاسبات اوزان بهینه در این حالت می توان از ساده ترین مدل از سه مدل بیان شده استفاده کرد. از آنجا که مدل های ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی دارای مفاهیم پیچیده تری هستند، اگر هدف سرمایه گذار صرفاً تعیین اوزان بهینه می باشد بهتر است از مدل مارکویتز استفاده شود. اما در صورتی که هدف سرمایه گذار و یا سایر نهادهای مالی و پولی از جمله بانک ها و بیمه ها، به دست آوردن تخمینی از حداکثر زیان مورد توجه آنها و یا به عبارتی محاسبه مقدار عددی ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی باشد، استفاده از مدل های ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی علاوه بر ارائه اوزان بهینه، حداکثر ریسک تعقیب کننده سرمایه گذار حقیقی یا حقوقی را نیز محاسبه و تعیین می کند.

۲- برای کسب نتایج بهتر و دقیقتر، برای بهینه سازی ارزش در معرض ریسک باید از روشهای سراسری (همانند تبرید شبیه سازی شده ، الگوریتم ژنتیک ، الگوریتم های شبکه های عصبی، ....) و برای بهینه سازی ارزش در معرض ریسک احتمالی باید از روشهای محلی (همانند fmincon یا روشهای گرادیان دیگر) استفاده کرد، به این دلیل که مدل ارزش در معرض ریسک با اکسترمم های محلی (ماکزیمم و مینمم محلی) زیاد از نقطه فرضی اولیه در جهت پیدا کردن اولین و نزدیکترین اکسترمم بهینه شروع به حرکت کرده و در صورت یافتن آن، آن نقطه را به عنوان نقطه بهینه معرفی می کند. حال آنکه روشهای سراسری به صورت تصادفی در تکرارهای زیاد به دنبال یافتن بهترین نقطه اکسترمم می باشند و با پرش از نقطه ای به نقطه دیگر سعی در یافتن بهترین و بهینه ترین نقطه داشته و جوابهای بهینه تری ارائه می دهد. از آنجا که تابع fmincon محلی است و در یافتن تنها نقطه مینیمم و یا ماکزیمم توانایی بالایی دارد درنتیجه برای یافتن جوابهای بهینه مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی، نتایج بسیار بهتر و قابل قبول تری نسبت به روشهای سراسری ارائه می دهد.

۳- استفاده از تابع مینیمم سازی محدودیت دار نوار ابزار نرم افزار Matlab، بهینه سازی را در زمان بسیار کوتاه تری نسبت به الگوریتم تبرید شبیه سازی شده انجام داده و در نتیجه اگر هدف سرمایه گذار، بهینه سازی در حداقل زمان ممکن می باشد ،این روش بهینه سازی نسبت به تبرید شبیه سازی شده ارجحیت دارد. به طور کلی بهینه سازی با استفاده از روشهای حل برنامه ریزی خطی و غیر خطی نرم افزار Matlab نسبت به روشهای سراسری از جمله تبرید شبیه سازی شده، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم شبکه های عصبی و ... از نظر زمانی بسیار کوتاه تر هستند.

٤- نتایج تحقیق کریمی (۵) مبنی بر برتری مدل ارزش در معرض ریسک نسبت به مدل مارکویتز مورد تردید قرارمیگیرد، و ازاین پس توصیه می گردد برای بهینه سازی از روشهای بهینه سازی سراسری در کنار روشهای محلی استفاده شود تا از صحت نتایج بیش از پیش اطمینان حاصل گردد.

۷,۱. پیشنهادات برای تحقیقات آتی

پیشنهاد می گردد از مدل های ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک احتمالی برای بودجه بندی ریسک و تخصیص منابع مالی مورد نیاز برای پوشش ریسک تهدید کننده در بانکها، شرکت های بیمه و در طراحی سبدهای سرمایه گذاری استفاده شود. همچنین می توان در قالب طرح تحقیقاتی از مدل ارزش در معرض ریسک احتمالی برای بهینه سازی سایر اوراق بهادار از جمله اوراق قرضه و ... استفاده کرد. بررسی روشهای دیگر برنامه ریزی تحقیق در عملیات و مدلسازی ها

[1] Under estimate

جهت بهینه سازی و مینیمم سازی ارزش در معرض ریسک احتمالی نیز می تواند مورد تحقیق قرار گیرد.

۸. منابع و ماخذ

۱. راعی، رضا و تلنگی، احمد (۱۳۸۳) مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته. تهران: انتشارات سمت، چاپ اول.

۲. تهرانی، رضا (۱۳۸۶) مدیریت سرمایه گذاری. تهران: انتشارات نگاه دانش، ویرایش اول .

۳. حنیفی، فرهاد (۱۳۸۰) بررسی میزان ریسک پذیری شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از طریق سنجه ارزش در معرض خطر. پایان نامه دکترا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران, داتشکده مدیریت.

۴. 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 کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه شهید بهشتی, دانشکده مدیریت.

۵. کریمی، مریم (۱۳۸۶) بهینه سازی پرتفوی با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر VaR در بورس اوراق بهادار تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه الزهرا, دانشکده مدیریت.

6. Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M., and Heath, D. (1999) Coherent Measures of Risk. Journal of Mathematical Finance. Vol. 9, pp. 203-228.

7. Rockafellar, R.T. and Uryasev, S. (2000) Optimization of conditional value-at-risk. Journal of Risk. Vol. 2, No. 3, pp. 21–41.

8. Hajizadeh, I. (2007) Portfolio Selection with Bounded Loss. 3rd International Conference on Hedge Funds & 2nd International Workshop on Multi-Attribute Portfolio Selection. Montreal, Canada.

9. Saita, F. (2007) Value at Risk & Bank Capital Management. 1st Edition, Elsevier Publication.

10. Mihaela, S. A. (2003) The Efficient Conditional Value-at-Risk/Expected Return Frontier. Master dissertation. The academy of economic studies Bucharest, Romania.

11. Yamai, Y. and Yoshiba, T. (2002) On the Validity of Value-at-Risk: Comparative Analyses with Expected Shortfall. Montary and Economic Studies, Vol. 20, pp. 57-85.

12. Uryasev, S. (2007) Optimization Using CVaR, Algorithms & Applications. Stochastic Optimization, ESI 6912, Industrial & Manufacturing Engineering Class Notes. University of Florida, USA.

13. Bogdan, B. (2005) Multi-period Constrained Portfolio Optimization Using Conditional Value at Risk. Master dissertation. University of Lausanne, Switzerland.

14. Courvoisier, N. (2005) Composition of fund of hedge funds A Mean-CVaR allocation with an option-based constraint .Working Paper for Submitting Master dissertation, University of Lausanne, Switzerland.

15. Bostrom, P. and Björkqvist, J. (2005) Optimisation-based black-box testing of assertions in Simulink models, Turku Center for Computer Science, TUCS Technical Report, No 711, Turku, Finland.

16. Romejn, H.E. and Smith, R. L. (1994) Simulated Annealing for Constrained Global Optimization. Journal of Global Optimization. Vol. 5, pp. 101-126.

ضمیمه ۱

نماد وفهرست شرکتهایی که مورد مطالعه قرار گرفته و اوزان بهینه پرتفوی آنها بین سالهای ۱۳۷٦ تا ۱۳۸۷ به دست آمده است.

بترانس	کاما	وپخش	بکاب	خاور	شخارک	خصدرا	خشرق	فاذر
خودرو	شیراز	خزامیا	شزنگ	خپارس	تایرا	خساپا	باختر	رانفور
دپارس	رتکو	خکاوه	بقوه	شاراک	وساخت	وبشهر	خمحرکه	سشمال
شپترو	کروی	شسم	خمرتب	شصفها	کچاد	سپاها	دابور	