

تعیین سبد بهینه سرمایه‌گذاری در صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد VAR-Multivariate GARCH و در نظرگیری ریسک نقدشوندگی

سیداحمد حسینی ایمنی^۱

امیرعباس نجفی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۸

چکیده

بررسی علل وقوع برخی از بحران‌های مالی گذشته در جهان نشان داد، عدم نقدشدن دارایی‌ها علت اصلی رخداد این بحران‌ها بوده است. لذا اهمیت محاسبه ریسک نقدشوندگی دارایی‌ها علاوه بر محاسبه ریسک نوسانات بازده برای نهادهای سرمایه‌گذاری جهت کسب بازده مطلوب در استراتژی‌های سرمایه‌گذاری بلند مدت ضروری می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق، پیشنهاد اوزان بهینه سرمایه‌گذاری در صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران با تمرکز بر روابط بین این صنایع و بررسی شکاف قیمتی خرید و فروش آن‌ها با استفاده از رویکرد VAR-Multivariate GARCH و ارزش در معرض ریسک می‌باشد. بدین منظور سبد بهینه سرمایه‌گذاری در صنایع مختلف با در نظرگیری ریسک نقدشوندگی و عدم در نظرگیری این ریسک مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان می‌دهد در صورت عدم در نظرگیری ریسک نقدشوندگی، صنایع چندرشته‌ای صنعتی، رادیویی و بانک بیشترین سهم سبد را به خود اختصاص خواهند داد و این در حالی است که در صورت در نظرگیری پارامترهای این ریسک، گروه خودرو سهم خود را در سبد افزایش داده و جایگزین گروه بانکی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بحران مالی، نقدشوندگی، واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم‌یافته چندمتغیره، ارزش در معرض ریسک، بهینه‌سازی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مالی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی (مسئول مکاتبات) s_ahmadhosseini@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی aanajafi@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

وقوع انقلاب صنعتی در اواخر قرن هجدهم و اوایل قرن نوزدهم، سرآغاز نظام اقتصاد سرمایه‌داری است. از آن زمان تا کنون این نظام، بحران‌های متعدد مالی و اقتصادی را پشت سر گذاشته است. لذا بررسی و تجزیه و تحلیل این بحران‌ها و تدوین سیاست‌های مناسب برای پیشگیری و مدیریت آنها از دغدغه‌ها اصلی اقتصاددانان و مدیران نهادهای مالی می‌باشد. نکته جالب توجه در بررسی زنجیره اتفاقات اکثر این بحران‌ها، عدم نقدشوندگی دارایی‌های نهادهای مالی و یا هزینه‌های هنگفت این نقدشوندگی می‌باشد که همین امر، موجبات اکثر بحران‌های جهانی را به وجود آورده است. اقتصاددانان و کارشناسان امور مالی این نوع از هزینه‌ها را هزینه نقدشوندگی و خطرهایی که از این ناحیه یک دارایی را مورد تهدید قرار می‌دهد، ریسک نقدشوندگی نامیده‌اند. وقوع بحران‌های مختلف مالی در طول دهه‌های گذشته حاوی درس‌های مهمی برای مدیران سرمایه‌گذاری بوده است. نکته مهمی که در اغلب این بحران‌ها به چشم می‌خورد، شناسایی زمان وقوع رکود در بازارها و سرعت خروج از آن می‌باشد. در واقع، مدیران سرمایه‌گذاری می‌بایست همواره به دنبال ایجاد سبدهای دارایی‌ها باشند که در زمان وقوع بحران یا در مواقع ضروری نیاز به وجه نقد، دارایی‌های خود را با حداقل هزینه و حداقل زمان ممکن به وجه نقد تبدیل نمایند. در گذشته نهادهای سرمایه‌گذاری تمرکز اصلی خود را بر سود دارایی و ریسک نوسانات آن معطوف می‌نمودند و تقریباً تجزیه و تحلیل شکاف قیمتی خرید و فروش دارایی‌ها نادیده انگاشته می‌شده است. اما امروزه تعیین سبد سرمایه‌گذاری بهینه بدون توجه به

تجزیه و تحلیل روابط بین بازارها و صنایع مختلف، ریسک نوسانات و به خصوص ریسک نقدشوندگی دارایی امکان‌پذیر نمی‌باشد. این تحقیق به بررسی چگونگی تشکیل این سبد در بازار پر نوسان بورس می‌پردازد. در واقع می‌توان گفت که مسأله اساسی این تحقیق این است که استراتژی سرمایه‌گذاری بلندمدت در بین صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران را طوری تعیین نماید تا واحدهای سرمایه‌گذاری بتوانند به بالاترین سود ممکن با تحمل کمترین ریسک و کمترین هزینه در نقد شدن دارایی‌های خود در مواقع بحران دست یابند. در حقیقت، این تحقیق به دنبال آنست که با بررسی شکاف‌های قیمتی موجود در عرضه و تقاضای صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران، بهترین اولویت‌ها و وزن‌های سرمایه‌گذاری را در بین این صنایع به طور بهینه تعیین نماید تا واحدهای سرمایه‌گذاری (نظیر بانک‌ها، بیمه‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذاری و ...) را در امر سرمایه‌گذاری یاری نماید.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش بحران‌های جهانی ناشی از ریسک نقدشوندگی

سقوط صندوق پوششی LTCM در آمریکا در سال ۱۹۹۹ نمونه‌ای از عدم توجه به ریسک نقدشوندگی می‌باشد. استراتژی اصلی صندوق پوششی LTCM این بود که با اتخاذ استراتژی‌هایی بتواند با معامله تفاوت‌های اندکی که در نرخ‌های بهره مرتبط با اوراق قرضه‌های دولتی وجود دارد سودآوری کند. با بروز بحران مالی در آسیا در سال ۱۹۹۷ و گسترش آن به روسیه منجر به نکول اوراق قرضه دولتی در روسیه شد که این امر فشار فروش

دارندگان ایم اوراق برای تبدیل به اوراق قره آمریکا را افزایش داد. همین امر موجب گردید اوراق موجود در صندوق نقد نشده تا اینکه سرانجام به ورشکستگی این شرکت انجامید [۵]. مروری بر عوامل ایجاد کننده بحران مالی ۲۰۰۸ نیز نشان می‌دهد که با رونق کاذب بازار مسکن توسط دولت آمریکا با اعطای وام‌های رهنی با بهره پایین موجب ورود سفته‌بازان به این بازار گردید [۲۱]. در عوض نیز بانک‌ها جهت کاهش ریسک نکول، واحدهای مسکونی را به وثیقه گرفتند. با کاهش قیمت واحدهای مسکونی و نکول وام‌گیرندگان، سفته‌بازان نیز به سرعت از این بازار خارج شدند، همین امر سقوط قیمت مسکن را سرعت بخشید. با نقد نشدن وثیقه‌ها، بحران به بخش بانکی سرایت کرد که همین امر موجب ورشکستگی بسیاری از نهادهای مالی گردید [۵].

ریسک نقدشوندگی

ریسک نقدشوندگی دارایی‌ها^۱ که به آن ریسک نقدشوندگی بازاری محصول نیز گفته می‌شود، زمانی ایجاد می‌گردد که معامله در قیمت‌های رایج بازار صورت نپذیرد و دارایی یا محصول با قیمت‌های رایج بازار به فروش نرسد. نقدشوندگی بازاری را می‌توان هزینه معامله یک دارایی نسبت به ارزش منصفانه^۲ آن دانست [۱۳]. ارزش منصفانه، متوسط شکاف قیمتی خرید و فروش (قیمت میانی^۳) می‌باشد. هزینه نقدشوندگی را می‌توان به صورت ترکیبی از سه جزء زیر و بر اساس تابعی از حجم سفارش q و زمان t نشان داد:

$$L_i(q) = T(q) + PI_i(q) + D_i(q) \quad (۱)$$

$L_i(q)$: هزینه نقدشوندگی
 $T(q)$: هزینه‌های معاملاتی که شامل هزینه‌های کارگزاری، مالیات و ... می‌باشند.
 $PI_i(q)$:^۴ تأثیر قیمت، تفاوت میان قیمت معامله و قیمت میانی می‌باشد. هزینه تأثیر قیمت با افزایش حجم معامله، افزایش می‌یابد.
 $D_i(q)$: هزینه تأخیر در انجام سریع معامله در یک موضع معاملاتی^۵ می‌باشد. این هزینه شامل هزینه جستجوی یک طرف معاملاتی و هزینه ریسک تحمیلی به سرمایه‌گذار می‌باشد که ممکن است به موجب تغییر در قیمت‌ها و هزینه تأثیر قیمت طی تأخیر در انجام معامله، رخ دهد.

شکاف قیمتی خرید و فروش

شکاف قیمتی خرید و فروش در حقیقت هزینه نقدسازی دارایی می‌باشد. عملی‌ترین و کاربردی‌ترین معیار بصورت زیر است:

$$S = \frac{[P_{ask} - P_{bid}]}{P_{mid}} \quad (۲)$$

که P_{ask} ، P_{bid} و P_{mid} به ترتیب قیمت‌های پیشنهادی خرید، درخواستی فروش و قیمت میانی (تعادلی) می‌باشند. قیمت میانی را می‌توان به صورت زیر محاسبه نمود:

$$P_{mid} = \frac{P_{ask} + P_{bid}}{2} \quad (۳)$$

بهینه‌سازی پرتفوی؛ مدل مارکویتز

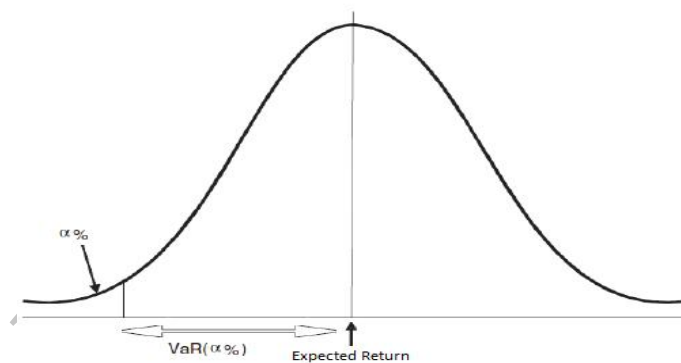
برای اولین بار، در سال ۱۹۵۲ مارکویتز الگوی حل مسأله انتخاب مجموعه بهینه دارایی‌ها (نظریه میانگین-واریانس) را ارائه داد. وی مسأله را بصورت برنامه‌ریزی کوادراتیک با هدف کمینه‌سازی

ارزش در معرض ریسک^۶

امروزه با تکامل سیستم‌های مدیریت دارایی و بدهی، اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک از اهمیت به سزایی برخوردار است. ارزش در معرض ریسک از خانواده معیارهای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب می‌باشد [۱۹]. این شاخص حداکثر خسارت انتظاری یک پرتفولیو (یا بدترین زیان ممکن) را برای یک افق زمانی مشخص با توجه به یک فاصله اطمینان معین اندازه می‌گیرد [۱۸]. چنانچه توزیع نرمال بازده یک دارایی همانند شکل زیر باشد، VaR براساس سطح اطمینان $1 - \alpha$ با توجه به شکل ۱ عبارت است از:

واریانس مجموعه دارایی با این شرط که بازده مورد انتظار از یک مقدار ثابت بزرگتر مساوی باشد، مطرح کرد. این مسأله یک محدودیت کارکردی دیگر نیز دارد که براساس آن مجموع اوزان دارایی باید برابر با یک باشد. همچنین وزن هر یک از دارایی‌ها در پرتفوی باید عددی حقیقی و غیرمنفی باشد. شکل استاندارد مدل میانگین - واریانس به صورت زیر است: [۲۰]

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \\ \text{s.t. :} & \\ & \sum_{i=1}^n w_i \bar{R}_i \geq d \\ & \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ & w_i \geq 0 \end{aligned} \quad (۴)$$



شکل ۱- ارزش در معرض ریسک در توزیع نرمال بازده

$$VaR_{1-\alpha} = -F_x^{-1}(\alpha) = -\inf [x | F_x(x) \geq \alpha] \quad (۵)$$

یکدیگر منتقل می‌شوند. مدل‌های واریانس ناهمسان شرطی خودتوضیحی (ARCH)، هم اکنون برای توصیف پیش‌گویی تغییرات نوسانات سری‌های زمانی مالی به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشترین کاربرد مدل‌های GARCH چندمتغیره مطالعه روابط میان نوسانات بازارهای مختلف است.

مدل‌های GARCH چندمتغیره

مدل‌های GARCH چندمتغیره^۷ توسعه یافته مدل‌های ساده GARCH می‌باشند و در اواخر دهه ۱۹۹۰ توسعه یافتند. هم اکنون این امر به طور وسیعی پذیرفته شده است که نوسانات مالی در طول زمان میان بازارها و دارایی‌های مختلف، به موازات

مدل VECH

در مدل VECH عمومی هر مؤلفه از H_t یک تابع خطی از مربع خطاهای تأخیری و حاصل ضرب مقطعی خطاها و مقادیر تأخیری مؤلفه‌های H_t است.

$$\begin{aligned} \text{vech}(H_t) &= C + A \text{vech}(\varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1}) \\ &+ B \text{vech}(H_{t-1}) \quad (9) \\ \varepsilon_t | \psi_{t-1} &\sim N(0, H_t) \end{aligned}$$

مدل BEKK

از آنجا که تضمین همیشه مثبت بودن H_t در مدل VECH، بدون اعمال محدودیت‌های قوی روی پارامترها دشوار است، مدل BEKK در سال ۱۹۹۵ ارائه شد.

$$H_t = w w' + A' H_{t-1} A + B' \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1} B \quad (10)$$

مدل CCORR

این مدل، ماتریس کواریانس بین بازده‌های دو دارایی را جهت مناسب بودن برای ایجاد انحراف معیار شرطی، مقید می‌کند. در این مدل ضریب همبستگی شرطی میان دو سری بازده، ثابت می‌باشد و در طول زمان تغییر نمی‌کند.

$$\begin{aligned} h_{ij,t} &= w_{ij} + \beta_{ij} h_{ij,t-1} + \alpha_{ij} \varepsilon_{i,t-1}^2 \quad (11) \\ h_{ij,t} &= \rho_{ij} (\sqrt{h_{ii,t}} \sqrt{h_{jj,t}}) \end{aligned}$$

مدل FARCH

این مدل برای حل مسأله تعداد زیاد پارامترها ساخته شده است و بصورت زیر مشخص می‌شود:

$$H_t = \Omega + \lambda \lambda' [\beta w' H_{t-1} w + \alpha (w' \varepsilon_{t-1})^2] \quad (12)$$

فرض کنید r_t بردار سری زمانی بازده بوده و شامل N بازده است و I_{t-1} مجموعه اطلاعات جمع-آوری شده تا زمان t است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= H_t^{1/2} z_t \quad (6) \end{aligned}$$

که μ_t مقدار انتظاری شرطی r_t با توجه به اطلاعات گذشته I_{t-1} بوده و ε_t پسماند است. همچنین $H_t^{1/2}$ یک ماتریس مثبت معین $N \times N$ و بردار z_t دارای گشتاور اول و دوم زیر است:

$$\begin{aligned} E(z_t) &= 0 \\ \text{Var}(z_t) &= I_N \quad (7) \end{aligned}$$

بطوریکه I_N ماتریس واحد از مرتبه N است. به راحتی می‌توان نشان داد که ماتریس واریانس شرطی r_t برابر H_t است. بنابراین $H_t^{1/2}$ یک ماتریس $N \times N$ مثبت و معین بوده به طوریکه H_t واریانس شرطی ε_t است. H_t و μ_t هر دو وابسته به بردار مجهول I_{t-1} هستند.

$$H_t = \text{Cov}(\varepsilon_t | I_{t-1}) \quad (8)$$

مدل‌سازی نوسانات چند متغیره به ارزیابی زمانی H_t وابسته است [9]. مدل GARCH چندمتغیره بسیار شبیه مدل GARCH تک متغیره می‌باشد. با این تفاوت که شامل تعداد معادلات خاصی است که حرکت کواریانس را در طول زمان دربرمی‌گیرد. این مدل شامل چهار سیستم مختلف برای پارامتربندی است که عبارتند از:

تحلیل‌های خودتوضیحی برداری^{۱۱} (VAR)

سری زمانی چندمتغیره بسیار اهمیت دارد. بدین منظور سیمز در سال ۱۹۸۰ مدل‌های خودتوضیحی برداری (VARs) را در اقتصادسنجی ارائه نمود. مدل‌های خودتوضیحی برداری در واقع فرم برداری مدل‌های خودتوضیحی ساده می‌باشند که بیش از یک معادله را شامل می‌شوند. شکل استاندارد این مدل‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + \varepsilon'_t \quad (۱۳)$$

در معادله فوق، x_t ماتریس ضرایب، A_0 ماتریس اجزای ثابت مدل، A_1 ماتریس چند جمله‌ای‌هایی بر حسب عملگر وقفه و ε'_t ماتریس اجزای اختلال می‌باشد. بنابراین، این مدل را می‌توان به شکل زیر نمایش داد:

$$\begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \\ \dots \\ x_{nt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{10} \\ A_{20} \\ \dots \\ A_{n0} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_{11}(L) & A_{12}(L) & \dots & A_{1n}(L) \\ A_{21}(L) & A_{22}(L) & \dots & A_{2n}(L) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1}(L) & A_{n2}(L) & \dots & A_{nn}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1t-1} \\ x_{2t-1} \\ \dots \\ x_{nt-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon'_{1t} \\ \varepsilon'_{2t} \\ \dots \\ \varepsilon'_{nt} \end{bmatrix} \quad (۱۴)$$

بانجیا و همکارانش [۹] مدل تجربی شکاف قیمتی پیشنهادی خرید و فروش را در چارچوب رویکرد ارزش در معرض ریسک ارائه نمودند. آنها قیمت معامله را به صورت مجموع قیمت میانی و شکاف قیمتی پیشنهادی خرید و فروش مدل نمودند. داده‌های مورد نیاز برای استفاده از این روش کم بوده و این مهمترین مزیت این روش می‌باشد. و بزرگترین اشکال این روش عدم نمایش افزایش

با افزایش کارایی بازارها و جهانی شدن بازارهای مالی و همچنین توسعه ارتباطات اینترنتی و افزایش سرعت انتقال اخبار موجب گردیده است تا نوسانات قیمت در یک بازار به سرعت در بازارهای دیگر اثر گذارد. به همین دلیل، بازارهای مالی بیش از گذشته به یکدیگر وابسته‌اند و باید به طور مشترک به عنوان یک ساختار پویا در نظر گرفته شود. انتقال تقاضا از یک صنعت به صنعت دیگر در بورس به دلیل عواملی حتی در خارج از بازار، نمونه‌ای از این مثال می‌باشد. لذا دانستن ارتباط بین این صنایع از اهمیت زیادی در کاربردهای مالی برخوردار است. در ادبیات آماری، این مدل‌ها و روش‌ها به تحلیل سری زمانی چندمعادله‌ای شناخته می‌شوند. سری زمانی چندمعادله‌ای شامل چند سری تک معادله‌ای است. به این ترتیب، مفاهیم بردار و ماتریس در تحلیل

پیشینه تحقیق

باید خاطر نشان کرد که در مقالات لاتین، تحقیقات مختلفی در زمینه محاسبه ریسک نقدشوندگی با رویکرد ارزش در معرض ریسک وجود دارد، اما هیچکدام از این تحقیقات به مسأله بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم‌یافته چندمتغیره و ارزش در معرض ریسک نپرداخته‌اند.

تجربی برای محاسبه ریسک نقدشوندگی ارائه نمودند.

احمدپور و رسائیان [۱] در تحقیق خود، با ایجاد یک رابطه رگرسیونی چند متغیره و استفاده از آزمون‌های اقتصادسنجی، به بررسی رابطه بین اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش با متغیرهای آخرین قیمت سهم، درصد روزهای انجام معامله، تعداد دفعات انجام معامله در هر روز، حجم ریالی معاملات روزانه سهام و ... پرداختند. قائمی و رحیم-پور [۷] نیز تأثیر اعلان سودهای فصلی را بر نقدشوندگی سهام مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از شکاف قیمتی خرید و فروش به عنوان معیار نقدشوندگی استفاده شده است. نتایج نشان داد، پس از اعلام سودهای فصلی، نقدشوندگی سهام افزایش قابل ملاحظه‌ای نداشته است. یحیی‌زاده فر و همکارانش [۸] در پژوهش خود به بررسی رابطه نقدشوندگی با بازده سهام پرداختند. در این پژوهش رابطه نرخ گردش سهام به عنوان معیار نقدشوندگی با بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق حاکی از وجود رابطه مثبت و معنادار بین ضریب متغیر نرخ گردش و بازده سهام بود. احمدی و شهریار [۲] از روش-های پارامتریک نظیر روش واریانس - کواریانس ساده بر مبنای واریانس شرطی خودتوضیحی، جهت اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک پرتفوی سهام و همچنین اوزان بهینه سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران استفاده کرده‌اند. در پژوهش شاهرادی و زنگنه [۶] با استفاده از چهار نوع از مدل‌های GARCH، ارزش در معرض ریسک برای پنج شاخص عمده‌ی بورس اوراق بهادار تهران که واریانس ناهمسانی شرطی در آنها مشاهده می‌شود برآورد می‌گردد. حیدری و ملا بهرامی [۴] سبد

سریع هزینه‌های نقدشوندگی همراه با افزایش حجم سفارش می‌باشد برکویتز [۱۱] در تحقیق خود نشان داد که می‌توان همزمان با کنترل اثرات عوامل مختلف ریسک، تأثیر قیمت را به وسیله یک رگرسیون خطی از سری زمانی معاملات محاسبه نمود. مزیت این روش بکارگیری تأثیر قیمتی حجم سفارش همراه با شکاف قیمتی خرید و فروش می‌باشد. کوساندی [۱۲] در تحقیق خود چارچوبی ساده جهت تخمین تأثیر قیمتی بر اساس داده‌های حجم معامله ارائه نمود. این تحقیق بیان می‌دارد که، قیمت را می‌توان به صورت تابعی از تعداد سهام معامله شده نشان داد. فرانسیس هیود و ون ویندال [۱۶] تأثیر قیمتی اندازه سفارش را با استفاده از اطلاعات سفارشات محدود از سامانه معاملاتی تخمین زدند. آنها میزان شکاف قیمتی خرید و فروش هر سهم را با استفاده از پنج سفارش محدود برتر آن در یک حجم سفارش خاص محاسبه نمودند. این روش برای تخمین تابع تأثیر قیمتی به داده‌های روزانه نیاز دارد، به همین دلیل کاربرد آن به تخمین ریسک روزانه محدود می‌شود. جیوت و گرامینگ [۱۷] مدل بانجیا را بر اساس شکاف قیمتی موزون توسعه دادند. یکی از مزایای مهم استفاده از شکاف قیمتی موزون، مدل‌سازی دقیق تأثیر قیمت حجم سفارش می‌باشد. ارنست و همکارانش [۱۵] بر خلاف دیگران از توزیع‌های غیر نرمال برای قیمت‌ها و شکاف‌های قیمتی استفاده نمودند که برای کیشدگی و چولگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این توزیع غیر نرمال به وسیله تقریب کورنیش-فیشر تخمین زده شد. استینج و کاسرر [۲۲] نیز با توسعه مدل جیوت و گرامینگ و با استفاده از پارامترهای توزیع تجربی داه‌ها به جای توزیع نرمال، مدلی

روزانه در فاصله ابتدای فروردین ۱۳۸۹ تا انتهای بهمن ۱۳۹۰ در نظر گرفته شده است. در محاسبه شکاف قیمتی خرید و فروش صنایع، از داده‌های میانگین قیمت درخواست فروش و پیشنهاد خرید سفارشات محدود درج شده در سیستم معاملاتی برای شرکت‌های موجود در هر صنعت استفاده شده است، سپس برای محاسبه شکاف قیمتی خرید و فروش هر صنعت، از شکاف قیمتی شرکت‌های موجود در هر صنعت استفاده شده و با استفاده از فرمول شاخص ارائه شده توسط شرکت بورس، شکاف قیمتی هر صنعت محاسبه شد.

تعیین سبد دارایی بر اساس میانگین - ارزش در

معرض ریسک

در این بخش، چگونگی تعیین اوزان بهینه سرمایه‌گذاری، با استفاده از حداقل‌سازی ارزش در معرض ریسک، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در حداقل‌سازی ارزش در معرض ریسک، هدف ما حداقل کردن مقدار ارزش در معرض ریسک می‌باشد. بنابراین با فرض نرمال بودن توزیع بازده‌ها در سطح اطمینان $(1 - \alpha)$:

بهینه‌ای را از چهار صنعت بورسی نفتی، خودرو، ماشین آلات برقی و کانه‌های فلزی با استفاده مدل‌های مختلف M-GARCH و مدل میانگین - واریانس بدست آوردند. نتایج نشان دادند که وزن بهینه در طول زمان برای صنایعی که نوسانات بازدهی‌شان افزایش یافته، رو به کاهش بوده است. پیروی [۳] در پژوهش خود از مدل VAR-M-GARCH برای بررسی رابطه بین بازارهای مختلف مالی نظیر طلا، بورس، دلار و مسکن استفاده نموده و با استفاده از رویکرد ارزش در معرض ریسک اقدام به تعیین سبد بهینه سرمایه‌گذاری در این بازارها نموده است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر، توصیفی و از نوع مقایسه‌ای است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق مربوط به سری‌های بازده و شکاف قیمتی خرید و فروش صنایع خودرو، کانه‌های فلزی، رادیویی، شیمیایی، چند رشته‌ای صنعتی، دارویی، سیمان، سرمایه‌گذاری، بانک، نفتی و فلزات اساسی می‌باشند که ارزش بازاری آن‌ها در مجموع بیش از ۹۰ درصد ارزش بازاری کل بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. در این تحقیق، داده‌های سری زمانی به صورت

$$\begin{aligned}
 \text{Min : } LVaR_p &= E(\bar{R}_p) - z_\alpha \sqrt{w' \Sigma_r w} - \frac{1}{2} \left(E(\bar{S}) + z_\alpha \sqrt{w' \Sigma_s w} \right) \\
 &= \sum_{i=1}^n w_i \bar{R}_i - z_\alpha \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij-r} w_i w_j} - \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^n w_i \bar{S}_i + z_\alpha \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij-s} w_i w_j} \right) \\
 \text{St : } & \\
 & \sum_{i=1}^n w_i \bar{R}_i \geq d \\
 & \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\
 & w_i \geq 0
 \end{aligned} \tag{15}$$

۴- نتایج پژوهش

آزمون مانایی

پایه و اساس تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، مانایی است. فرآیند مانا نشان می‌دهد که داده‌ها در طول زمان در سطح ثابتی در حال نوسان هستند. برای بررسی مانایی یک سری زمانی همانطور که می‌دانیم بایستی سری موردنظر ریشه واحد نداشته باشد. برای آزمون ریشه واحد^{۱۲} و تعیین مانایی و نامانایی متغیرهای مورد استفاده در این نوشتار از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته در نرم‌افزار Eviews 6 استفاده شده است. نتایج حاکی از مانا بودن کلیه سری‌های بازده و شکاف قیمتی خرید و فروش می‌باشد.

$L V a R_p$: ارزش در معرض ریسک نقدشوندگی

پرتفولیو

n : تعداد شاخص‌ها

W_i : سهم سرمایه‌گذاری در شاخص i ام

\bar{R}_i : بازده مورد انتظار شاخص i ام

\bar{S}_i : متوسط شکاف قیمتی خرید و فروش

σ_{ij-r} : ماتریس واریانس-کواریانس بازده بین شاخص i ام و j ام

σ_{ij-s} : ماتریس واریانس-کواریانس شکاف قیمتی

خرید و فروش بین شاخص i ام و j ام

d : حداقل بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار

جدول ۱- آزمون مانایی و نامانایی سری بازده و شکاف قیمتی

نام سری زمانی	آماره آزمون برای سری بازده	سطح بحرانی ۱۰٪	آماره آزمون برای سری شکاف قیمتی	سطح بحرانی ۱۰٪	مانایی
خودرو	-13/75432	-3/13244	-7/418716	-3/12458	مانا
کانه‌های فلزی	-16/27755	-2/57007	-9/798376	-3/13244	مانا
رادیویی	-16/86007	-3/13233	-16/08222	-3/13243	مانا
شیمیایی	-15/72399	-2/57007	-15.51164	-3/13243	مانا
چرخ صنعتی	-14/92712	-2/57007	-7/518248	-3/13246	مانا
دارویی	-9/411507	-3/13244	-13/77516	-3/13243	مانا
سیمان	-11/82104	-1/616236	-14/79064	-3/13243	مانا
سرمایه‌گذاری	-14/92047	-2/57007	-8/633174	-3/13246	مانا
بانک	-14/76855	-3/13244	-11/37990	-3/13244	مانا
نفتی	-16/73144	-1.616236	-16/35812	-2/57007	مانا
فلزات اساسی	-15/43006	-2/57007	-15/30024	-3/13243	مانا

واریانس شرطی ضریب لاگراتژ (ARCH-LM) در نرم‌افزار Eviews 6 استفاده شده است.

آزمون واریانس ناهمسانی شرطی ARCH-LM برای بررسی وجود آثار ARCH در پسماندهای مدل میانگین تخمین زده شده، از آزمون ناهمسانی

جدول ۲- آزمون وجود اثر ناهمسانی واریانس در سری‌های بازده و شکاف قیمتی صنایع

نام سری زمانی	آماره F بازده صنایع	ناهمسانی واریانس شرطی	آماره F شکاف قیمتی صنایع	ناهمسانی واریانس شرطی
خودرو	۱۳/۴۱۰۸۸	دارد	۵/۶۸۵۶۶۷	دارد
کانه‌های فلزی	37290/28	دارد	3/710564	دارد
رادیویی	15/35598	دارد	4/197261	دارد
شیمیایی	0/134403	ندارد	9/015334	دارد
چ ر صنعتی	11/40695	دارد	13/45515	دارد
دارویی	3/068795	دارد	37/07336	دارد
سیمان	40/02130	دارد	0/073298	ندارد
سرمایه‌گذاری	19/95948	دارد	248049/4	دارد
بانک	45/53739	دارد	079467/0	ندارد
نفتی	0/007889	ندارد	001658/0	ندارد
فلزات اساسی	2/882219	دارد	259199/4	دارد

تخمین مدل VAR

نتایج مربوط به تخمین مدل VAR در جدول ۲ و ۳ برای چهار وقفه از متغیرها ارائه شده است.

جدول ۳- تعیین وقفه بهینه مدل خودتوضیحی برداری

(VAR) بازده صنایع

وقفه	معیار آکائیک (AIC)	معیار شوارتز (SBC)	معیار هنان-کوئین (HQ)
۰	-۷۳/۰۱۸۴۵	-۷۲/۷۶۹۵۱	-۷۲/۹۷۹۲۸
۱	-۷۳/۹۷۹۲۸	-۷۲/۹۱۹۰۰	-۷۳/۴۹۲۷۷
۲	-۷۳/۸۶۳۸۰	-۷۱/۵۷۶۵۴	-۷۲/۹۶۲۸۰
۳	-۷۳/۶۷۹۳۹	-۷۰/۲۹۸۲۲	-۷۲/۳۴۷۴۷
۴	-۷۳/۴۷۰۹۲	-۶۸/۹۹۵۸۵	-۷۱/۷۰۸۰۹

با توجه به نتایج جدول ۳، کمترین معیار آکائیک و شوارتز مربوط به وقفه اول مدل خودتوضیحی برداری می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به صورت سیستماتیک مدل خودتوضیحی برداری با وقفه اول^{۱۳}، انتخاب گردد.

همانطور که از نتایج جدول بالا مشخص می‌باشد، در سطح اطمینان ۹۰٪ اثرات ناهمسانی واریانس شرطی در سری‌های زمانی بازده صنایع مختلف به غیر از دو گروه شیمیایی و نفتی قابل مشاهده می‌باشد. این نتایج بیانگر ثابت بودن واریانس در دو گروه مذکور می‌باشد، همچنین این نتایج بیانگر ثابت بودن واریانس شکاف قیمتی گروه‌های سیمانی، بانکی و نفتی در طی زمان می‌باشد.

تخمین مدل VAR-Multivariate GARCH

در این تحقیق، از مدل BEKK قطری به دلیل مزایایی که نسبت به روش VECH در تخمین مدل‌های GARCH چندمتغیره دارد و همچنین خود توضیحی برداری (VAR) برای پیش‌بینی ماتریس واریانس - کواریانس استفاده شده است.

جدول ۴ - تعیین وقفه بهینه مدل خودتوضیحی برداری

(VAR) شکاف قیمتی صنایع

وقفه	معیار آکائیک (AIC)	معیار شوارتز (SBC)	معیار هنان-کوئین (HQ)
۰	-۶۹/۳۸۱۶۵	-۶۹/۲۸۲۲۱	-۶۹/۳۴۲۴۸
۱	-۷۱/۰۶۷۷۰	-۶۹/۸۶۰۷۲	-۷۰/۵۸۳۹۸
۲	-۷۱/۰۵۴۰۷	-۶۸/۷۸۰۴۴	-۷۰/۱۶۶۷۰
۳	-۷۱/۰۶۶۸۷	-۶۷/۶۸۵۷۰	-۶۹/۷۳۴۹۵
۴	-۷۰/۸۴۰۳۶	-۶۶/۳۶۵۲۹	-۶۹/۰۷۷۵۳

همانطور که مشاهده می‌شود کمترین مقدار معیارهای آکائیک و شوارتز مربوط به وقفه $p = 1$ و $q = 2$ می‌باشد. بنابراین مدل VAR(1)-BEKK جهت پیش‌بینی ماتریس واریانس - کواریانس شرطی بازده صنایع انتخاب می‌گردد.

جدول ۶ - تعیین وقفه بهینه مدل VAR(1)

GARCH(p,q)-BEKK برای شکاف قیمتی

وقفه p	وقفه q	معیار آکائیک (AIC)	معیار شوارتز (SBC)	معیار هنان-کوئین (HQ)
۰	۱	-۶۷/۷۳۴۸۱	-۶۶/۱۶۱۹۴	-۶۷/۱۱۵۶۱
۱	۱	-۶۷/۳۳۷۸۳	-۶۵/۶۶۶۶۵	-۶۶/۶۷۹۹۳
۱	۲	-۷۰/۲۱۷۷۰*	-۶۸/۴۴۸۲۱*	-۶۹/۵۲۱۱۰*
۲	۱	۶۹-۱۸۹۷۶	-۶۷/۴۲۰۲۷	-۶۸/۴۹۳۱۶
۲	۲	-۶۸/۸۶۱۹۸	-۶۶/۹۹۴۱۹	-۶۸/۱۲۶۶۹

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که معیارهای آکائیک، شوارتز و هنان-کوئین دارای کمترین میزان خود در وقفه اول می‌باشند، لذا وقفه بهینه برای مدل خودتوضیحی برداری برای شکاف قیمتی صنایع، وقفه اول می‌باشد.

تخمین مدل BEKK قطری

در این جا نیز کمترین مقدار معیارهای آکائیک و شوارتز مربوط به وقفه $p = 1$ و $q = 2$ می‌باشد. بنابراین مدل VAR(1)-GARCH(1,2)-BEKK جهت پیش‌بینی ماتریس واریانس - کواریانس شرطی شکاف قیمتی خرید و فروش در صنایع مختلف انتخاب می‌گردد.

تخمین مدل BEKK ARCH به تخمین وقفه‌های ARCH و GARCH مدل BEKK قطری GARCH چندمتغیره بر روی مدل خودتوضیحی برداری با وقفه اول برای داده‌های بازده و شکاف قیمتی صنایع پرداخته‌ایم. نتایج حاصل از نرم‌افزار Eviews 6 در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. وقفه q نشان‌دهنده وقفه‌ی ARCH و وقفه p نشان‌دهنده وقفه‌ی GARCH می‌باشد.

جدول ۵ - تعیین وقفه بهینه مدل VAR(1)

GARCH(p,q)-BEKK برای بازده

وقفه p	وقفه q	معیار آکائیک (AIC)	معیار شوارتز (SBC)	معیار هنان-کوئین (HQ)
۰	۱	-۶۹/۲۵۵۸۸	-۶۷/۶۷۲۶۲	-۶۸/۶۳۲۳۷
۱	۱	-۷۴/۱۱۶۷۵	-۷۲/۳۹۰۱۳	-۷۳/۴۵۸۸۵
۱	۲	-۷۴/۱۵۹۶۱*	-۷۲/۴۴۵۵۷*	-۷۳/۴۶۳۰۲*
۲	۱	-۷۴/۰۹۳۲۳	-۷۲/۳۲۳۷۴	-۷۳/۳۹۶۶۳
۲	۲	-۷۳/۹۰۸۶۵	-۷۲/۰۴۰۸۷	-۷۳/۱۷۳۳۶

پیش‌بینی ماتریس واریانس - کواریانس شرطی با تخمین وقفه‌های بهینه مدل GARCH چندمتغیره، ماتریس واریانس - کواریانس شرطی را با توجه به مدل VAR(1)-GARCH(1,2)-BEKK، برای دوره آینده پیش‌بینی نمودیم. پیش‌بینی آخرین دوره ماتریس واریانس - کواریانس شرطی بازده و شکاف قیمتی صنایع در جداول ۷ و ۸ ارائه گردیده است.

جدول ۷- پیش‌بینی آخرین دوره واریانس - کواریانس شرطی بازده صنایع

سیمان	شیمیایی	سرمایه‌گذاری	رادیویی	نفتی	خودرو	کانه‌های فلزی	فلزات اساسی	دارویی	ج ر صنعتی	بانک
۸/۲۷×۱۰ ^{-۶}	۲/۲۲×۱۰ ^{-۵}	۲/۶۴×۱۰ ^{-۵}	۲/۵۷×۱۰ ^{-۵}	۱/۲۲×۱۰ ^{-۵}	۲/۸۵×۱۰ ^{-۵}	۱/۱۲×۱۰ ^{-۵}	۳/۶۹×۱۰ ^{-۵}	۶/۱۹×۱۰ ^{-۶}	۳/۵۸×۱۰ ^{-۵}	۸/۶۶×۱۰ ^{-۵}
۱/۶۳×۱۰ ^{-۵}	۳/۰۷×۱۰ ^{-۵}	۵/۰۳×۱۰ ^{-۵}	۳/۳۴×۱۰ ^{-۵}	۲/۱۸×۱۰ ^{-۵}	۵/۱۰×۱۰ ^{-۵}	۲/۴۱×۱۰ ^{-۵}	۵/۷۵×۱۰ ^{-۵}	۱/۰۳×۱۰ ^{-۵}	۱۰/۰۸×۱۰ ^{-۵}	۳/۵۸×۱۰ ^{-۵}
۶/۷۴×۱۰ ^{-۶}	۳/۹۹×۱۰ ^{-۶}	۶/۷۰×۱۰ ^{-۶}	۳/۷۸×۱۰ ^{-۶}	۵/۵۳×۱۰ ^{-۶}	۷/۵۶×۱۰ ^{-۶}	۲/۶۳×۱۰ ^{-۶}	۷/۲۷×۱۰ ^{-۶}	۱/۶۱×۱۰ ^{-۵}	۱/۰۳×۱۰ ^{-۵}	۶/۱۹×۱۰ ^{-۶}
۱/۰۱×۱۰ ^{-۵}	۲/۲۴×۱۰ ^{-۵}	۴/۱۹×۱۰ ^{-۵}	۲/۶۷×۱۰ ^{-۵}	۱/۶۶×۱۰ ^{-۵}	۳/۸۸×۱۰ ^{-۵}	۱/۳۹×۱۰ ^{-۵}	۱۱/۴×۱۰ ^{-۵}	۷/۲۲×۱۰ ^{-۶}	۵/۷۵×۱۰ ^{-۵}	۳/۶۹×۱۰ ^{-۵}
-۱/۹۸×۱۰ ^{-۶}	۸/۰۷×۱۰ ^{-۶}	۱/۲۶×۱۰ ^{-۵}	-۱/۸۱×۱۰ ^{-۶}	۲/۱۶×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۶×۱۰ ^{-۵}	۱۵/۳×۱۰ ^{-۵}	۱/۳۹×۱۰ ^{-۵}	۲/۶۳×۱۰ ^{-۶}	۲/۴۱×۱۰ ^{-۵}	۱/۱۲×۱۰ ^{-۵}
۳/۳۵×۱۰ ^{-۶}	۳/۶۴×۱۰ ^{-۵}	۶/۰۶×۱۰ ^{-۵}	۲/۳۵×۱۰ ^{-۵}	۲/۵۶×۱۰ ^{-۵}	۱۱/۵×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۶×۱۰ ^{-۵}	۳/۸۸×۱۰ ^{-۵}	۷/۵۶×۱۰ ^{-۶}	۵/۱۰×۱۰ ^{-۵}	۲/۸۵×۱۰ ^{-۵}
-۴/۴۳×۱۰ ^{-۶}	۱/۴۵×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۰×۱۰ ^{-۵}	۱/۹۰×۱۰ ^{-۵}	۱۴/۴×۱۰ ^{-۵}	۲/۵۶×۱۰ ^{-۵}	۲/۱۶×۱۰ ^{-۵}	۱/۶۶×۱۰ ^{-۵}	۵/۵۳×۱۰ ^{-۶}	۲/۱۸×۱۰ ^{-۵}	۱/۲۲×۱۰ ^{-۵}
۶/۷۰×۱۰ ^{-۶}	۲/۰۹×۱۰ ^{-۵}	۲/۸۸×۱۰ ^{-۵}	۱۰/۴×۱۰ ^{-۵}	۱/۹۰×۱۰ ^{-۵}	۲/۳۵×۱۰ ^{-۵}	-۱/۸۱×۱۰ ^{-۶}	۲/۶۷×۱۰ ^{-۵}	۳/۷۸×۱۰ ^{-۶}	۳/۳۴×۱۰ ^{-۵}	۲/۵۷×۱۰ ^{-۵}
۴/۹۴×۱۰ ^{-۶}	۲/۷۷×۱۰ ^{-۵}	۷/۲۳×۱۰ ^{-۵}	۲/۸۸×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۰×۱۰ ^{-۵}	۶/۰۶×۱۰ ^{-۵}	۱/۲۶×۱۰ ^{-۵}	۴/۱۹×۱۰ ^{-۵}	۶/۷۰×۱۰ ^{-۶}	۵/۰۳×۱۰ ^{-۵}	۲/۶۴×۱۰ ^{-۵}
۲/۷۳×۱۰ ^{-۶}	۹×۱۰ ^{-۵}	۲/۷۷×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۹×۱۰ ^{-۵}	۱/۴۵×۱۰ ^{-۵}	۳/۶۴×۱۰ ^{-۵}	۸/۰۷×۱۰ ^{-۶}	۲/۲۴×۱۰ ^{-۵}	۳/۹۹×۱۰ ^{-۶}	۳/۰۷×۱۰ ^{-۵}	۲/۲۲×۱۰ ^{-۵}
۳/۲۸×۱۰ ^{-۵}	۲/۷۳×۱۰ ^{-۶}	۴/۹۴×۱۰ ^{-۶}	۶/۷۰×۱۰ ^{-۶}	-۴/۴۳×۱۰ ^{-۶}	۳/۳۵×۱۰ ^{-۶}	-۱/۹۸×۱۰ ^{-۶}	۱/۰۱×۱۰ ^{-۵}	۶/۷۴×۱۰ ^{-۶}	۱/۶۳×۱۰ ^{-۵}	۸/۲۷×۱۰ ^{-۶}

جدول ۸- پیش‌بینی آخرین دوره واریانس - کواریانس شرطی شکاف قیمتی خرید و فروش صنایع

سیمان	شیمیایی	سرمایه‌گذاری	رادیویی	نفتی	خودرو	کانه‌های فلزی	فلزات اساسی	دارویی	ج ر صنعتی	بانک
۶/۳۱×۱۰ ^{-۵}	۱/۴۷×۱۰ ^{-۵}	۷/۲۹×۱۰ ^{-۵}	۱/۹۹×۱۰ ^{-۵}	۸/۰۱×۱۰ ^{-۶}	۱/۹۳×۱۰ ^{-۵}	۲/۳۶×۱۰ ^{-۵}	۱/۸۱×۱۰ ^{-۵}	۹/۵۴×۱۰ ^{-۶}	۱/۹۶×۱۰ ^{-۵}	۵/۰۷×۱۰ ^{-۵}
۱۲/۷×۱۰ ^{-۵}	۹/۸۸×۱۰ ^{-۵}	۸/۰۳×۱۰ ^{-۵}	۲/۱۴×۱۰ ^{-۵}	۹/۶۸×۱۰ ^{-۶}	۲/۳۵×۱۰ ^{-۵}	۲/۶۲×۱۰ ^{-۵}	۱/۹۷×۱۰ ^{-۵}	۲/۸۸×۱۰ ^{-۶}	۸/۴۹×۱۰ ^{-۵}	۱/۹۶×۱۰ ^{-۵}
-۱/۸۲×۱۰ ^{-۶}	۵/۶۸×۱۰ ^{-۶}	۶/۳۸×۱۰ ^{-۶}	۷/۰۴×۱۰ ^{-۶}	۱/۰۰×۱۰ ^{-۵}	۷/۳۸×۱۰ ^{-۶}	۳/۴۷×۱۰ ^{-۶}	۷/۳۸×۱۰ ^{-۶}	۷/۰۴×۱۰ ^{-۵}	۲/۸۸×۱۰ ^{-۶}	۹/۵۴×۱۰ ^{-۶}
۵/۳۱×۱۰ ^{-۵}	۶/۱۰×۱۰ ^{-۵}	۳/۸۴×۱۰ ^{-۵}	۱/۳۶×۱۰ ^{-۵}	۸/۳۱×۱۰ ^{-۶}	۱/۱۰×۱۰ ^{-۵}	۲/۱۵×۱۰ ^{-۵}	۴/۲۰×۱۰ ^{-۵}	۷/۳۸×۱۰ ^{-۶}	۱/۹۷×۱۰ ^{-۵}	۱/۸۱×۱۰ ^{-۵}
۵/۶۱×۱۰ ^{-۵}	۸/۴۷×۱۰ ^{-۵}	۵/۷۱×۱۰ ^{-۵}	۱/۸۴×۱۰ ^{-۵}	۳/۸۸×۱۰ ^{-۶}	۲/۱۲×۱۰ ^{-۵}	۳۷/۰۰×۱۰ ^{-۵}	۲/۱۵×۱۰ ^{-۵}	۳/۴۷×۱۰ ^{-۶}	۲/۶۲×۱۰ ^{-۵}	۲/۳۶×۱۰ ^{-۵}
۶/۶۵×۱۰ ^{-۵}	۷/۰۷×۱۰ ^{-۵}	۷/۱۸×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۴×۱۰ ^{-۵}	۱/۳۳×۱۰ ^{-۵}	۵/۶۴×۱۰ ^{-۵}	۲/۱۲×۱۰ ^{-۵}	۱/۱۰×۱۰ ^{-۵}	۷/۳۸×۱۰ ^{-۶}	۲/۳۵×۱۰ ^{-۵}	۱/۹۳×۱۰ ^{-۵}
۷/۳۰×۱۰ ^{-۶}	-۱/۰۸×۱۰ ^{-۶}	۷/۴۶×۱۰ ^{-۶}	۱/۴۳×۱۰ ^{-۵}	۵۴/۱×۱۰ ^{-۵}	۱/۳۳×۱۰ ^{-۵}	۳/۸۸×۱۰ ^{-۶}	۸/۳۱×۱۰ ^{-۶}	۱/۰۰×۱۰ ^{-۵}	۹/۶۸×۱۰ ^{-۶}	۸/۰۱×۱۰ ^{-۶}
۸/۷۴×۱۰ ^{-۵}	۴/۵۳×۱۰ ^{-۵}	۶/۸۹×۱۰ ^{-۵}	۷/۵۷×۱۰ ^{-۵}	۱/۴۳×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۴×۱۰ ^{-۵}	۱/۸۴×۱۰ ^{-۵}	۱/۳۶×۱۰ ^{-۵}	۷/۰۴×۱۰ ^{-۶}	۲/۱۴×۱۰ ^{-۵}	۱/۹۹×۱۰ ^{-۵}
۴۲/۵×۱۰ ^{-۵}	۱۹/۶×۱۰ ^{-۵}	۳۷/۶×۱۰ ^{-۵}	۶/۸۹×۱۰ ^{-۵}	۷/۴۶×۱۰ ^{-۶}	۷/۱۸×۱۰ ^{-۵}	۵/۷۱×۱۰ ^{-۵}	۳/۸۴×۱۰ ^{-۵}	۶/۳۸×۱۰ ^{-۶}	۸/۰۳×۱۰ ^{-۵}	۷/۲۹×۱۰ ^{-۵}
۶۹/۶×۱۰ ^{-۵}	۱۲۷/۸×۱۰ ^{-۵}	۱۹/۶×۱۰ ^{-۵}	۴/۵۳×۱۰ ^{-۵}	-۱/۰۸×۱۰ ^{-۶}	۷/۰۷×۱۰ ^{-۵}	۸/۴۷×۱۰ ^{-۵}	۶/۱۰×۱۰ ^{-۵}	۵/۶۸×۱۰ ^{-۶}	۹/۸۸×۱۰ ^{-۵}	۱/۴۷×۱۰ ^{-۵}
۱۳/۵×۱۰ ^{-۵}	۶۹/۶×۱۰ ^{-۵}	۴۲/۵×۱۰ ^{-۵}	۸/۷۴×۱۰ ^{-۵}	۷/۳۰×۱۰ ^{-۶}	۶/۶۵×۱۰ ^{-۵}	۵/۶۱×۱۰ ^{-۵}	۵/۳۱×۱۰ ^{-۵}	-۱/۸۲×۱۰ ^{-۶}	۱۲/۷×۱۰ ^{-۵}	۶/۳۱×۱۰ ^{-۵}

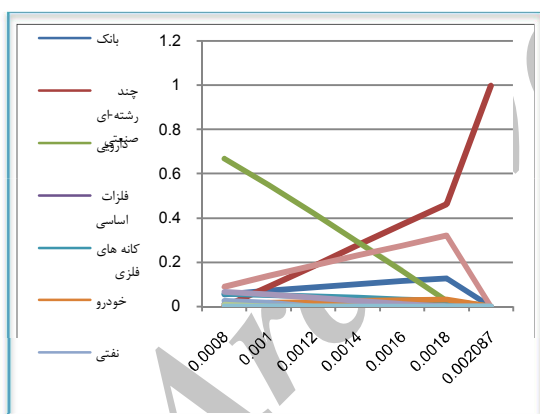
سبد دارایی (پرتفولیو) می‌باشند. پس از پیش‌بینی ماتریس واریانس - کواریانس نیاز به برآورد بازده این صنایع در دوره‌های آتی می‌باشد. در این بخش، میانگین شرطی سری بازده و شکاف قیمتی صنایع

پیش‌بینی میانگین شرطی بازده و شکاف قیمتی صنایع همانطور که می‌دانیم بازده، واریانس و کواریانس از جمله متغیرهای مهم و اساسی در مسائل انتخاب

جدول ۱۰- اوزان بهینه سرمایه‌گذاری در مدل

میانگین - ارزش در معرض ریسک

دارایی‌ها	اوزان بهینه به ازای انواع حداقل بازده مورد انتظار		
	۰	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲
خودرو	۰	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲
کانه‌های فلزی	۰	۰/۰۳۴	۰/۰۴۸
رادیویی	۰	۰/۲۷۶	۰/۱۸۵
شیمیایی	۰	۰/۰۱۱	۰/۰۴۱
چندرشته‌ای صنعتی	۱	۰/۳۷۰	۰/۱۸۴
دارویی	۰	۰/۱۶۱	۰/۴۲۱
سیمان	۰	۰	۰
سرمایه‌گذاری	۰	۰	۰/۰۱۱
بانک	۰	۰/۱۱۶	۰/۰۸۸
نفتی	۰	۰	۰/۰۰۱
فلزات اساسی	۰	۰	۰/۰۱۴
حداقل بازده انتظاری روزانه (d)	۰/۰۰۲۰۸۷	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۲
مقدار تابع هدف	۰/۰۱۰۸	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۴۷



شکل ۲- نمودار تغییرات اوزان بهینه سبب با افزایش بازده

نتایج جدول ۱۰ و شکل ۲ نشان می‌دهند که با افزایش سطح بازده مورد انتظار، وزن گروه‌های چند رشته‌ای صنعتی، رادیویی و بانکی رفته رفته افزایش می‌یابد به طوری که در بالاترین سطح بازده - که از آن گروه چند رشته‌ای صنعتی می‌باشد- وزن کلیه

در حالت شرطی محاسبه شده است. بازده و شکاف قیمتی مورد انتظار شرطی گروه‌ها با استفاده از الگوی VAR(1)-GARCH(1,2)-BEKK برای آخرین دوره مشاهدات، پیش‌بینی شده و در جدول ۹ ارائه گردیده است.

جدول ۹- مقدار میانگین شرطی روزانه بازده و شکاف

قیمتی صنایع

نام سری زمانی	میانگین شرطی بازده روزانه برای دوره آخر	میانگین شرطی شکاف قیمتی روزانه برای دوره آخر
خودرو	۰/۰۰۱۴۲۳	۰/۰۲۲۲۴۴
کانه‌های فلزی	۰/۰۰۰۸۲۱	۰/۰۲۳۵۰۱
رادیویی	۰/۰۰۱۷۷۹	۰/۰۲۰۱۲۶
شیمیایی	۰/۰۰۱۰۳۹	۰/۰۲۴۸۴۵
چندرشته‌ای صنعتی	۰/۰۰۲۰۸۷	۰/۰۲۱۵۴۳
دارویی	۰/۰۰۰۵۷۸	۰/۰۳۳۷۹۵
سیمان	-۰/۰۰۰۵۷۲	۰/۰۳۱۲۶۵
سرمایه‌گذاری	۰/۰۰۰۹۴۸	۰/۰۲۷۶۶
بانک	۰/۰۰۱۳۶۷	۰/۰۲۱۵۷۴
نفتی	۰/۰۰۰۸۲۲	۰/۰۲۶۰۵۴
فلزات اساسی	۰/۰۰۱۲۶۸	۰/۰۲۲۶۳۷

تعیین سبب بهینه بر اساس رویکرد میانگین -

ارزش در معرض ریسک نقدشوندگی

پس از جایگزینی مقادیر میانگین، واریانس و کواریانس، مدل میانگین - ارزش در معرض ریسک در نرم افزار Lingo 11 کد نویسی گردید. نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار به ازای سطوح بازده انتظاری (d) مختلف در جدول ۱۰ ارائه شده است.

در بالاترین سطح بازده - که از آن گروه چند رشته- ای صنعتی می‌باشد- وزن کلیه گروه‌ها صفر شده و وزن کل سبد از آن گروه چند رشته‌ای صنعتی می- شود.

گروه‌ها صفر شده و وزن کل سبد از آن گروه چند رشته‌ای صنعتی می‌شود.

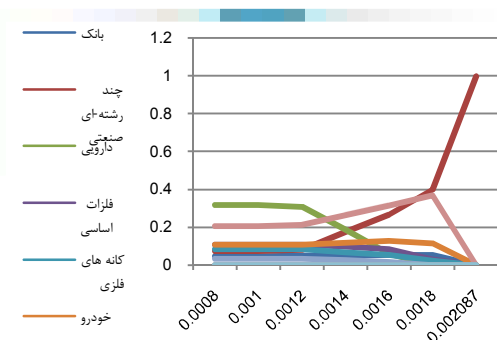
جدول ۱۱- اوزان بهینه سرمایه‌گذاری در مدل میانگین- ارزش در معرض ریسک نقدشوندگی

اوزان بهینه به ازای انواع حداقل بازده مورد انتظار				دارایی‌ها
۰	۰/۱۳۱	۰/۱۱	۰/۱۰۹	خودرو
۰	۰/۰۵۶	۰/۰۸۵	۰/۰۸۶	کانه‌های فلزی
۰	۰/۳۱۸	۰/۲۱۳	۰/۲۰۹	رادپویی
۰	۰	۰	۰	شیمیایی
۱	۰/۲۷	۰/۰۸۵	۰/۰۷۷	چندرشته‌ای صنعتی
۰	۰/۰۶۲	۰/۳۱۱	۰/۳۲	دارویی
۰	۰	۰	۰	سیمان
۰	۰	۰	۰	سرمایه‌گذاری
۰	۰/۰۵۵	۰/۰۵	۰/۰۴۹	بانک
۰	۰/۰۲	۰/۰۳۶	۰/۰۳۷	نفتی
۰	۰/۰۸۶	۰/۱۱	۰/۱۱۱	فلزات اساسی
۰/۰۰۲۰۸۷	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۸	حداقل بازده انتظاری روزانه (d)
۰/۰۳۲۸۷	۰/۰۲۵	۰/۰۲۳۸۰	۰/۰۲۳۷۹	مقدار تابع هدف

۵- نتیجه‌گیری و بحث

نتایج نشان داد که در صورت عدم در نظرگیری معیارهای ریسک نقدشوندگی، در سطوح پایین بازده مورد انتظار، صنعت دارویی به دلیل ریسک نوسانات بسیار پایین، سهم بیشتری از سبد را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین با افزایش سطوح بازده انتظاری وزن این صنعت در پرتفولیو کاهش یافته و رفته رفته جای خود را به صنایع همچون چند رشته‌ای صنعتی، رادپویی و بانک می‌دهد. در این میان تنها صنایع چند رشته‌ای صنعتی، بانک، رادپویی و خودرو با افزایش سطوح بازده مورد انتظار، وزن خود را در سبد افزایش دادند. و صنایع دارویی، کانه‌های فلزی، شیمیایی، سرمایه‌گذاری، نفتی و فلزات اساسی با افزایش سطوح بازده مورد انتظار سهم خود را در سبد از دست دادند. همچنین صنعت سیمان نیز علی‌رغم دارا بودن کمترین ریسک نوسانات، به دلیل برخورداری از بازده منفی، وزنی از سبد را به خود اختصاص نداده است.

با در نظرگیری پارامترهای ریسک نقدشوندگی شرایط به گونه‌ای دیگر تغییر یافت به طوری که در سطوح بازده انتظاری (d) پایین صنایع خودرویی، رادپویی و دارویی سهم بیشتری از سبد را به خود اختصاص دادند. که البته از این بین سهم گروه‌های خودرو و رادپویی در سبد با افزایش سطوح بازده مورد انتظار افزایش یافت و سهم صنعت دارویی نیز رفته رفته به صفر رسید. صنایع رادپویی، چندرشته‌ای



شکل ۳- نمودار تغییرات اوزان بهینه سبد با در نظرگیری ریسک نقدشوندگی با افزایش بازده

نتایج نشان از افزایش وزن گروه‌های چند رشته- ای صنعتی، رادپویی و خودرو می‌باشد به طوری که

در نظرگیری ریسک نقدشوندگی شامل گروه بانک، رادیویی و چند رشته‌ای صنعتی می‌باشد و این در صورتی است که سبد بهینه در زمان در نظرگیری ریسک نقدشوندگی به گروه‌های خودرو، رادیویی و چند رشته‌ای صنعتی تغییر می‌یابد. لذا با توجه به تغییرات فوق در هنگام در نظرگیری پارامترهای ریسک نقدشوندگی، می‌توان به اهمیت در نظرگیری این ریسک در تعیین اوزان بهینه سرمایه‌گذاری پی برد. بنابراین پیشنهاد می‌شود تا نهادهای سرمایه‌گذار جهت تعیین اوزان بهینه سبد دارایی خود در بازار بورس اوراق بهادار، علاوه بر محاسبه ریسک نوسانات بازده، ریسک نقدشوندگی دارایی‌های خود را نیز در تعیین این اوزان لحاظ نمایند تا بتوانند در زمان نیاز آنی به وجه نقد یا در زمان وقوع بحران، دارایی‌های خود را با صرف کمترین میزان هزینه، نقد نمایند.

فهرست منابع

- ۱) احمدپور، احمد و رسائیان، امیر. ۱۳۸۵. "رابطه بین معیارهای ریسک و اختلاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش در بورس اوراق بهادار تهران". بررسی‌های حسابداری و حسابرسی. ۴۶. ۳۷-۶۰.
- ۲) احمدی، سید محمد مهدی و شهریار، بهنام. ۱۳۸۶. "تعیین میزان بهینه سرمایه‌گذاری در بازار بورس اوراق بهادار تهران". بررسی‌های حسابداری و حسابرسی. ۴۹. پاییز ۱۳۸۶.
- ۳) پیروی، علی. ۱۳۹۰. تعیین سبد دارایی با تمرکز بر روابط بین بازارهای بورس، طلا، ارز، املاک و مستغلات، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده مهندسی صنایع

صنعتی و خودرو نیز به دلیل برخورداری از پایین‌ترین میزان میانگین و واریانس شکاف قیمتی و بازده نسبتاً بالا، در سطوح بازده مورد انتظار بالا سهم بیشتری از سبد را به خود اختصاص می‌دهند. با در نظرگیری معیار ریسک نقدشوندگی، مشاهده می‌شود صنایعی نظیر شیمیایی، سیمان و سرمایه‌گذاری سهمی در سبد جدید ندارند. دلیل این امر نیز بالا بودن میانگین و واریانس شکاف قیمتی خرید و فروش این صنایع می‌باشد. همچنین دلیل کاهش وزن صنعت دارویی در سبد سرمایه‌گذاری با افزایش سطح بازده انتظاری (d)، بالا بودن میانگین شرطی شکاف قیمتی این صنعت می‌باشد.

با نگاهی مقایسه‌ای به نتایج حاصل از دو حالت در نظرگیری ریسک نقدشوندگی و عدم در نظرگیری این ریسک دریافتیم که با اعمال پارامترهای ریسک نقدشوندگی در مدل، وزن گروه‌هایی همچون خودرویی و بانک تغییرات چشمگیری در سبد داشته‌اند. به طوری که وزن گروه خودرویی در سبد افزایش چشمگیری داشته و سهم گروه بانکی را به خود اختصاص داده است و این در حالی است که سهم گروه بانکی در سبد نسبت به قبل از اعمال پارامترهای ریسک نقدشوندگی کاهش یافته و با افزایش سطح بازده انتظاری (d)، تقریباً در یک سطح ثابت باقی مانده است. به طور کلی می‌توان گفت، با در نظرگیری معیار ریسک نقدشوندگی وزن گروه‌های فلزات اساسی و نفتی افزایش اندکی را به خود دیده است اما سهم اندک صنعت شیمیایی در سبد به طور کلی به صفر رسید. همچنین وزن گروه کانه‌های فلزی در سبد تقریباً بدون تغییر باقی ماند.

با توجه به نتایج به دست آمده از اوزان بهینه در سطوح مختلف بازده، سبد بهینه در زمان عدم

- 13) Dowd, K. 2001. Beyond Value at Risk - The new science of risk management. John Wiley and Sons.
- 14) Engle, R. 1982. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrical*, 55.
- 15) Ernst, C., Stange, S., and Kaserer, C. 2009. measuring market liquidity risk - which model works best? CEFS working paper. No 1.
- 16) Francois-Heude, A., and Van Wynendaele, P. 2001. integrating liquidity risk in a parametric intraday VaR framwork. working paper.
- 17) Giot, P. and Gramming, J. 2005. How large is Liquidity Risk in an Automated Auction Market? *Empirical Economics*, 30, 867-887.
- 18) Hull, J. C. 2002. *Fundamentals of Futures and Options Market*. Prentice-hall.
- 19) Jorion, P. 2000. *Value at Risk*. McGrew-Hill.
- 20) Markowitz, H. M. 1959. *Portfolio Selection: Efficient Divercification of Investment*. New York: Wiley.
- 21) Pasha, S. 2005, August 8. Banks Help Illegal Immigrants Own Their Own Home. Retrieved from money.cnn.com: http://money.cnn.com/2005/08/08/news/economy/illegal_immigrants
- 22) Stange, S., and Kaserer, C. 2008. why and how to integrate liquidity risk into a VaR framwork . CEFS working paper. No 10.
- (۴) حیدری، حسن و ملا بهرامی، احمد. ۱۳۸۹. "بهینه‌سازی سبد سرمایه گذاری سهام بر اساس مدل‌های چند متغیره GARCH: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران". تحقیقات مالی. ۳۰. ۵۶-۳۵.
- (۵) درخشان، مسعود. ۱۳۸۷. ماهیت و علل بحران مالی ۲۰۰۸ و تأثیر آن بر اقتصاد ایران. پژوهشنامه شماره ۹، مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام. ص ۴۷-۴۹، ۵۷-۶۰ و ۹۵-۱۱۵.
- (۶) شاهمرادی، اصغر و زنگنه، محمد. ۱۳۸۶. "محاسبه ارزش در معرض خطر برای شاخص‌های عمده بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش پارامتریک". مجله تحقیقات اقتصادی. ۷۹. تابستان ۱۳۸۶.
- (۷) قائمی، محمد حسین و رحیم پور، محمد. ۱۳۸۹. "اعلان سودهای فصلی و نقدشوندگی سهام". پژوهش‌های حسابداری مالی. ۴. ۱۴۵-۱۵۸.
- (۸) یحیی زاده فر، محمود و شمس، شهاب الدین و لاریمی، سید جعفر. ۱۳۸۹. "بررسی رابطه نقدشوندگی با بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران". تحقیقات مالی. ۲۹. ۱۱۱-۱۲۸.
- 9) Banjia, A., Diebold, F. X., Schuermann, T., and Stroughair, J. D. 1998. Modeling Liquidity Risk With Implications for Traditional Market Risk Measurement and Management. working paper.
- 10) Bauwens, L., Laurent, S., and Rombouts, V. K. 2006. Multivariate GARCH Models: A survey. *Applied Econometrics*, 79-109.
- 11) Berkowitz, J. 2000. incorporate liquidity risk into Value-at-Risk models. working paper.
- 12) Cosandey, D. 2001. adjusting Value-at-Risk for market liquidity. *Risk*, 115-118.

یادداشت‌ها

¹ Asset Liquidity Risk² Fair value³ Mid price⁴ Price Impact⁵ Position⁶ Value at Risk (VaR)⁷ Multivariate GARCH^۸ نام این مدل (BEKK)، حرف ابتدای نام محققانی به نام کروتر، گرفت، انگل و بابا است که مشترکاً مدل چندمتغیره را بررسی کرده‌اند.⁹ Constant Correlation¹⁰ Factor ARCH¹¹ Vector Autoregressive¹² Unit-Root¹³ VAR(1)