Archive of SID

فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۵۳، زمستان ۱۳۸۸، ۲۲ ـ ۱

بهینه سازی سبدهای ارزی با استفاده از روش معیار جهانی

دکتر مقصود امیری * دکتر جمشید صالحی صدقیانی ** مصطفی اختیاری***
سید حسین رضوی ****

دریافت: ۸۷/۱۱/۲۷ پذیرش: ۸۸/۶/۱

سبد مالی تخصیص یافته / معیار جهانی وزن‌دار / مجموع وزن‌دار/ تابع مطلوبیت / بهینه‌سازی چند هدفه سبد ارزی

چکیده

در بیست سال گذشته تغییرات وسیع نرخ ارز تاثیرات بسیاری بر نظام اقتصادی کشور داشته است. در سال های اخیر نیز به علت افزایش بیش از حد قیمت یورو و نوسانات سایر ارزها، بسیاری از سرمایه گذاران، واردکنندگان و بانک‌های تجاری متضرر شده‌اند. از سوی دیگر سرمایه گذاران ایرانی توجه چندانی به متغیر ریسک در کنار متغیر بازده ندارند و آن را معیار مهمی برای سرمایه گذاری در نظر نمی گیرند. در این مقاله مجموعه‌ای از تبادلات میان اهداف ریسک و بازده به همراه تحلیلی از سرمایه گذاری بانک سپه ایران در یک سبد ارزی تخصیص یافته ارائه و جهت بهینه سازی این مدل دو معیاره از رویکرد معتبر معیار جهانی وزن‌دار[1] (WGC) با فرض $P = 2, \infty$ استفاده و نتایج آن با روش تابع مطلوبیت مارکویتس مقایسه شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که روش WGC نتایج بهتری را ایجاد و مدل

---

* استادیار دانشکده حسابداری و مدیریت دانشگاه علامه طباطبایی mg_amiri@yahoo.com
** دانشیار دانشکده حسابداری و مدیریت دانشگاه علامه طباطبایی
*** کارشناس ارشد مهندسی صنایع m_ektiari@yahoo.com
**** دانشجوی دکترای مدیریت تولید و عملیات دانشگاه علامه طباطبایی s_hossein_r@yahoo.com
■ مصطفی اختیاری، مسئول مکاتبات.

1. Weighted Global Criterion

www.SID.ir

Archive of SID

دو معیاره با سیاست سرمایه‌گذاری ارزی ایران (مبنی بر تمرکز کمتر روی ارز دلار آمریکا) سازگارتر است.

طبقه‌بندی JEL: G11، G24.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در فرهنگ لغات سرمایه‌گذاری، ریسک به معنای احتمال متحمل شدن زیان تعریف می‌شود[۱]. مارکویتس (۱۹۵۲) علاوه بر معرفی ریسک به عنوان یک شاخص عددی، آن را انحراف معیار چند دوره‌ای یک متغیر نیز تعریف می‌کند.

اصولاً سرمایه‌گذاران اقتصادی دو نوع سرمایه‌گذاری را مد نظر دارند: دسته‌ای با استفاده از مدل‌های اقتصادی چند معیاره بهترین ترکیب دارایی‌ها جهت سرمایه‌گذاری در یک سبد مالی را تعیین می‌کنند[۲]. در این حالت ممکن است سرمایه‌گذاری روی ترکیب بهینه دارایی‌های تخصیص یافته به سرمایه‌گذار با توجه به شرایط بازار امکان‌پذیر نباشد.

دسته دیگر با استفاده از تجارب گذشته و شرایط بازار نسبت به انتخاب دارایی‌های درون سبد مالی اقدام و با استفاده از مدل‌های اقتصادی چند معیاره، سبد مالی تخصیص داده شده[۳] (AP) را برای یک افق زمانی محدود در آینده بهینه‌سازی می‌کنند. در مورد این دسته از سرمایه‌گذاری‌ها تصمیمات مدیریت سبد مالی در پایان افق زمانی مشخص تکرار می‌شود[۴]. بانک‌ها از جمله بنگاه‌های اقتصادی به شمار می‌روند که با توجه به حجم مبادلات ارزی گذشته، جهت سرمایه‌گذاری آتی در یک سبد ارزی، از بهینه‌سازی AP برای یک دوره مالی استفاده می‌کنند. از جمله مزایای بهینه‌سازی AP ایجاد فرصت جهت افزایش دارایی‌ها (سیاست خرید) و یا کاهش دارایی‌های موجود (سیاست فروش) است.

موضوع تحقیق حاضر از دسته دوم به شمار می‌رود. نکته‌ای که در انتخاب دارایی‌های درون یک AP باید مدنظر سرمایه‌گذار قرار گیرد، تعادل در همپوشانی دو به دوی دارایی‌ها است. اگر همپوشانی دو به دوی دارایی‌های درون AP در برهه‌ای از زمان مثبت باشد، احتمال کسب سود و بازده بیشتر افزایش و چنانچه منفی باشد، احتمال کسب سود و بازده

---

۱. بابایی، ۱۳۸۵.

2. Arnone et al. (1993), Vedarajan et al. (1997).
3. Allocated Portfolio.
4. Briec et al. (2004), Ben Abdelaziz et al (2007), Sharma et al (2007).

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر کاهش می‌یابد. پس در حالت تعادل باید درون یک AP همپوشانی منفی و مثبت برای دو به دوی دارایی ها وجود داشته باشد تا به تبادل مناسبی از ریسک و بازده دست یافت.

بطور کلی فرایند بهینه‌سازی یک AP اینگونه است که ابتدا سرمایه‌گذار سطح مشخصی از دارایی‌های خود را معرفی می‌کند. سپس تحلیل گر با استفاده از اطلاعات گذشته، داده های آماری مورد نیاز را استخراج و با ارائه یک مدل چند معیاره، فرایند بهینه‌سازی انجام و مجموعه‌ای از سطوح مختلف بهینه معیارها در اختیار سرمایه‌گذار قرار می‌گیرد و سرمایه گذار با توجه به افق زمانی محدود در آینده، درباره افزایش یا کاهش سطوح دارایی‌های درون AP تصمیم‌گیری می‌کند.

وجود معیارهای مختلف وسیله‌ای برای تصمیم‌گیری بهتر در آینده است. اکثر سرمایه‌گذاران برای تصمیم‌گیری بهتر، نیازمند اطلاعاتی درباره ریسک و بازده سرمایه‌گذاری می‌باشند. بنابر نظریات اقتصادی می‌توان ترکیب‌های مختلفی از سطوح ریسک و بازده را تعیین نمود که معاوضه میزان ریسک و بازده در آنها بی‌تفاوت است. در صورتی که این نقاط به هم متصل شوند، مرز پارتو ترسیم خواهد شد. بیشتر افراد برای تصمیم‌گیری خود این منحنی‌ها را رسم نمی‌کنند و به دیدگاه شهودی تکیه دارند. سرمایه گذاران با قبول سطوح بالاتر ریسک، بازدهی بیشتری به دست می‌آورند که به آن صرف ریسک گفته می‌شود[1]. افراد بر اساس تغییر شرایط، سطوح متفاوتی از ریسک را می‌پذ یرند که بیشتر بر اساس اطلاعات دریافتی از بازار و ویژگی‌های رفتاری و روان شناختی آنها در زمان تصمیم‌گیری است. از سوی دیگر نمی‌توان کلیه ریسک‌ها را از بین برد، زیرا در این صورت فرصت‌ها نیز از بین می‌روند. بنابراین باید در تصمیم‌گیری به مفهوم ریسک و بازده به صورت توأمان توجه شود.

منظور از ریسک در این تحقیق، ریسک نرخ ارز، ناشی از تغییر در نرخ آن است. شرکت هایی که خارج از مرزهای سیاسی با کشورهای دارای واحد پولی متفاوت ارتباط معاملاتی دارند، در معرض ریسک نرخ ارز قرار می‌گیرند. ریسک نرخ ارز بر توانایی

---

۱. هال، (۲۰۰۲)، ص ۲٤۸.

www.SID.ir

Archive of SID

سازمان در باز پرداخت وام های خارجی تاثیر گذاشته و بر تعهدات سازمان نسبت به پیش خرید کالا از بازارهای خارجی تاثیر منفی می‌گذارد. به عبارتی تغییرات نرخ ارز، بازار کالا و سرمایه را تحت الشعاع قرار داده و آثار مخربی خواهد داشت. مؤسسات پولی فعال در بازار ارز باید نسبت به پوشش کافی در مقابل نوسانات آینده نرخ ارز چاره‌اندیشی کنند. در صورت عدم توجه به ترکیب بهینه یک سبد ارزی و وضعیت هر ارز در بازارهای جهانی، مؤسسات پولی و بانکی با زیان هنگفتی مواجه خواهند شد و لذا محاسبه ریسک نرخ ارز توسط بانک‌ها، در کاهش این زیان مؤثر است.

تغییرات نرخ ارز در بیست سال گذشته تأثیرات زیادی بر نظام اقتصادی کشور داشته است. بسیاری از طرح های صنعتی داخلی که هنگام مطالعه اقتصادی سودآور بودند، بعد از کاهش ارزش ریال و به دلیل اتکا به مواد اولیه وارداتی زیانده شده و شرکت‌ها رو به ورشکستگی نهادند[1]. اخیرا نیز به دلیل افزایش بیش از حد قیمت یورو و نوسانات سایر ارزها، بسیاری از سرمایه گذاران، واردکنندگان و بانک‌های تجاری متضرر شده‌اند. بر این اساس شناخت میزان ریسک برای سرمایه‌گذاران ایرانی جهت سرمایه‌گذاری خارجی لازم به نظر می‌رسد. از سوی دیگر سرمایه گذاران ایرانی توجه چندانی به متغیر ریسک ندارند و آن را معیار مهمی برای سرمایه‌گذاری نمی‌دانند.

فقدان نظام تک نرخی ارز تا قبل از سال ۱۳۸۱ و دیدگاه سنتی سرمایه‌گذاران ایرانی انگیزه اصلی از انجام تحقیق حاضر بوده است. در این تحقیق با استفاده از مدل میانگین - واریانس مارکویتس یک AP ارزی شامل پنج ارز عمده موجود در سبد مالی سرمایه گذاری بانک سپه ایران توسط روش معیار جهانی (GC) بهینه‌سازی و با تغییر اوزان اهمیت هر یک از اهداف، تبادلات اهداف ریسک و بازده سرمایه‌گذاری منظور و راهکار مناسبی برای سرمایه‌گذاری در یک افق زمانی یک ساله ارائه شده است.

در تعیین این سبد بهینه سعی شده است، کاهش سهم دلار در سبد ارزی کشور نیز طبق سیاست‌های بانک مرکزی مورد توجه قرار گیرد. در جریان جنگ ویتنام، ایالات متحد آمریکا حجم بیشتری پول چاپ و خرج می‌کرد که این امر موجب فزونی حجم پول (دلار

---

۱. سعیدی و راعی، (۱۳۸۳)، ۲۲.

www.SID.ir

Archive of SID

آمریکا) از طلای موجود در صندوق ذخایر بانک مرکزی این کشور شد. پس از آن قانونی در آمریکا وضع شد که پشتوانه طلا برای اسکناس‌های چاپ شده در این کشور را غیرضروری اعلام و مقرر گردید تا ارزش هر دلار در بازار و بر اساس عرضه و تقاضا مشخص شود. پس از اجرای این قانون با استفاده بیشتر از دلار، ارزش آن در جهان افزایش می‌یافت و هرچه استقبال کمتری از این ارز وجود داشت، ارزش کمتری پیدا می‌کرد. سه دهه بعد با ظهور یورو، برخی کشورها با تغییر ترکیب ذخایر ارزی خود که عمدتاً از دلار تشکیل شده بود، سعی کردند ارزش ذخایر خود را حفظ و یا افزایش دهند. برخی کشورهایی که با ایالات متحده دارای تنش بودند، با کاهش و حتی حذف دلار از مبادلات اقتصادی خود سعی کردند در مقابل فشارهای این کشور، اهرم فشاری را به دست آورده و مقابله به مثل کنند. در همین راستا، طی سال‌های اخیر، ابتدا عراق و سپس ایران، طرح ارزش گذاری نفت با واحد پول اروپایی (یورو) را مطرح کردند.

در بخش های بعدی پس از مروری بر سوابق تحقیقات مشابه، ابتدا مدل دو معیاره ریسک - بازده مارکویتس و سپس روش معیار جهانی وزن‌دار برای حل مدل دو معیاره معرفی شده است. سپس مدل دو معیاره روی یک AP ارزی در بانک سپه ایران پیاده‌سازی و نتایج روش WGC با روش مارکویتس مقایسه شده است.

۱. سوابق تحقیقات مشابه

اولین بار مارکویتس در سال ۱۹۵۲ نسبت به کمّی‌سازی ریسک اقدام کرد. او با بیان اینکه تصمیمات مالی باید بر اساس ریسک بازده انجام شوند، مفهوم مرز کارا را معرفی نمود. کلیه نقاط روی این خط بهینه بوده و در سطح مشخصی از بازده، کمترین ریسک و در سطح مشخصی از ریسک بیشترین بازده را داشتند. رویکرد مارکویتس و بازده آینده متغیرهایی تصادفی هستند که توسط دو پارامتر زیر کنترل می‌شوند:

۱) بازده سبد مالی: توسط ارزش انتظاری بازده روزانه دارایی‌ها سنجیده می‌شود.

۲) ریسک سبد مالی: توسط انحراف استاندارد بازده روزانه دارایی‌ها سنجیده می‌شود[1].

1. Steuer et al. (2005), Benati and Rizzi (2007).

www.SID.ir

Archive of SID

مدل میانگین- واریانس مارکویتس یک مدل برنامه‌ریزی کوآدراتیک با تعدادی محدودیت جانبی بود[1]. روی (۱۹۵۲) روشی علمی برای بهترین انتخاب از سطوح ریسک و بازده معرفی نمود. شارپ (۱۹۶۴) با تحقیقات خود مدیریت علمی سبد مالی را پایه‌گذاری کرد. اهمیت مدیریت ریسک مالی از اوایل دهه ۱۹۷۰ با سقوط سیستم ثبات نرخ ارز، سیستم دو نرخی اوپک و برخی ورشکستگی های مالی نظیر سقوط بازارهای سهام جهانی در ۱۹۸۷، بحران مکزیکی در ۱۹۹۵ و بحران آسیایی در ۱۹۹۷ گسترش یافت. این موارد عدم کفایت ابزارهای مدیریت ریسک موجود، ظرافت سیستم مالی و پیامد بحران‌های مالی را نشان می‌دادند.

۱-۱. مدل میانگین- واریانس مارکویتس

مدل میانگین- واریانس مارکویتس، مقادیر بهینه ریسک را در سطح مشخصی از بازده و بر اساس حداقل کردن واریانس مجموع دارایی های درون سبد مالی به دست می‌آورد. مدل دو معیاره ریسک- بازده را می توان بصورت زیر نشان داد.

$$\text{(F1)} \quad \min \; F_1 = \sigma_{AP}^2 = Var\left(\sum_{i=1}^{m} r_i x_i\right) = \sum_{i=1}^{m} \sigma_i^2 x_i^2 + \sum_{i=1}^{m} \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^{m} \sigma_{ij} x_i x_j \qquad (۱)$$

$$\text{(F2)} \quad \max \; F_2 = R_{AP} = E\left(\sum_{i=1}^{m} r_i x_i\right) = \sum_{i=1}^{m} \bar{R}_i x_i \qquad (۲)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} x_i = 1 \qquad (۳)$$

$$x_i \geq 0 \quad , \forall i = 1,2,...,m \qquad (۴)$$

در این مدل i تعداد دارایی‌های موجود در AP (i = 1, 2, … , m)، x_i سهم دارایی i ام و r_i بازده روزانه دارایی i ام با توزیع $N\left(\bar{R}_i, \sigma_i^2\right)$، که $\bar{R}_i$ میانگین بازده روزانه و σ_i^2 واریانس بازده روزانه دارایی i ام است. σ_{ij} کواریانس بازده روزانه دو دارایی i و j $(i \neq j)$، σ_{AP}^2 واریانس کل AP، R_{AP} معیار بازده کل AP، F1 تابع هدف ریسک و F2 تابع هدف بازده است. هدف این مدل کاهش مقدار ریسک و افزایش نرخ بازده سرمایه‌گذاری است. در حالت کلی معیار (۱) کمینه‌سازی مقدار ریسک و معیار (۲) بیشینه‌سازی بازده حاصل از

1. Benati and Rizzi, (2007).

www.SID.ir

Archive of SID

سرمایه‌گذاری دارایی‌های موجود در AP را نشان می‌دهد. محدودیت (۳) نیز محدودیت مدل اولیه واریانس- کوواریانس است که مجموع سهم کل دارایی‌های AP همواره برابر یک خواهد بود. شرط (۴) نیز نامنفی بودن مقادیر سهم هر دارایی در AP را تضمین می‌کند.

از آنجا که معیار ریسک در این مدل بر اساس انحراف معیار و واریانس بازده روزانه دارایی‌ها سنجیده می‌شود لذا جهت کمینه‌سازی آن، از کمینه‌سازی معیار واریانس بازده روزانه AP استفاده می‌شود. همچنین از آنجا که بازده یک سبد مالی بر اساس مقادیر ارزش انتظاری بازده روزانه دارایی‌ها سنجیده می‌شود، معیار بازده در مدل از ترکیب خطی مقادیر میانگین بازده روزانه دارایی‌های AP بهینه خواهد شد.

باید توجه داشت که حل مدل (P1) صرفاً یک جواب بهینه ارائه نخواهد داد، بلکه بی‌نهایت جواب غیر مسلط بهینه روی مرز پارتو به دست می‌آورد. در ادامه با ارائه چند تعریف، مفهوم غیر مسلط بودن مجموعه جواب‌های بهینه پارتو تشریح شده است:

تعریف ۱. دو بردار $\vec{x},\vec{y}\in R^k$ مفروض است (i=1,2, ... ,k). بردار $\vec{y}\geq\vec{x}$ است، اگر $y_i\geq x_i$ و بردار $\vec{y}$ بر $\vec{x}$ مسلط است اگر برای هر x_i, y_i ، $y_i\geq x_i$ باشد ($\vec{x}\neq\vec{y}$).

تعریف ۲. بردار متغیرهای تصمیم $\vec{x}\in X\subset R^n$ غیرمسلط است اگر در مجموعه X بردار دیگری به نام $\vec{x}'\in X\subset R^n$ وجود نداشته باشد که $\vec{f}(\vec{x})\succ\vec{f}(\vec{x}')$.

تعریف ۳. بردار متغیرهای تصمیم $\vec{x}^*\in F\subset R^n$ (F فضای جواب است) روی مرز بهینه پارتو قرار دارد، اگر با توجه به فضای جواب $\vec{x}^*$ غیرمسلط باشد.

تعریف ۴. مجموعه جواب‌های بهینه مرز پارتو (P^*) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P^*=\left\{\vec{x}\in F\middle|\vec{x}\right\}$$

تعریف ۵. (PF^*) نقطه‌ای از مجموعه نقاط مرز پارتو خواهد بود:

$$PF^*=\left\{\vec{f}(\vec{x})\in R^k\middle|\vec{x}\in P*\right\}$$

۲-۱. روش معیار جهانی (GC)

از مناسب‌ترین روش‌های ارزیابی در حالت عدم کسب اطلاعات از سرمایه‌گذار، روش‌های خانواده LP متریک می‌باشند که با تغییر اوزان اهمیت اهداف، نیازی به کسب

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات از سرمایه‌گذار ندارند. این روش‌ها برای سرمایه‌گذار ساده است ولی تحلیل‌گر باید مفروضاتی درباره ارجحیت‌های سرمایه‌گذار در نظر بگیرد. برای گنجاندن اوزان اهمیت اهداف در یک GC از رویکرد زیر استفاده می‌شود.

$$L-P=\left\{\sum_{k=1}^{K} w_k\left[\frac{f_k(X^{*k})-f_k(x)}{f_k(X^{*k})-f_k(X_*^k)}\right]^P\right\}^{\frac{1}{P}} \qquad (۵)$$

مدل فوق را رویکرد معیار جهانی وزن‌دار استاندارد می‌نامند. چانکونگ و هیمز (۱۹۸۳) و مایتینن (۱۹۹۹) ثابت کردند که برای بهینگی پارتو، کمینه‌سازی معادله (۵) با در نظر گرفتن $\sum_{k=1}^{K} w_k = 1, W > 0$ کافی است. برای هر نقطه بهینه پارتو xp یک بردار اوزان اهمیت معیارها W و یک مقدار عددی P وجود دارد، بطوری که xp جوابی برای رویکرد (۵) است. مقدار P حتی در صورت غیر محدب بودن فضای جواب، قابلیت ارائه همه نقاط بهینه پارتو را (با تغییر در بردار W) نشان می‌دهد. مساک و دیگران (۲۰۰۰) و مساک و یاهایا (۲۰۰۱) معتقدند با افزایش مقدار P، اثربخشی روش WGC در رویکرد (۵) جهت ارائه مجموعه کاملی از نقاط بهینه پارتو افزایش خواهد یافت.

با استفاده از یک مقدار بزرگ P، رویکرد (۵) مجموعه کاملی از نقاط بهینه پارتو را ارائه می‌دهد. مدل مین- ماکس وزن‌دار که مورد خاصی از روش WGC با $P = \infty$ است، بصورت مدل (P2) زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned}
&(P2) \quad \min \quad y \\
&\text{s.t.} \quad y \geq w_k\left[\frac{f_k(X^{*k})-f_k(x)}{f_k(X^{*k})-f_k(X_*^k)}\right] \quad , \forall k = 1,2,\ldots,K \\
&\qquad g_l(x) \leq b_l \quad , \forall l = 1,2,\ldots,L \\
&\qquad x \in E^n, y \geq 0
\end{aligned}$$

استفاده از مدل (P2) مجموعه بهینه پارتو کاملی را ارائه می‌دهد، بطوری که شرط لازم برای بهینگی مجموعه پارتو خواهد بود. در روش‌های WGC هدف حداقل کردن انحراف توابع هدف یک مدل چند هدفه از راه حل ایده‌آل است. یو (۱۹۷۳) نقطه X^* را یک نقطه ایده‌آل می‌نامد. برای دستیابی به نقطه ایده‌آل، هر تابع هدف بطور مجزا و به ازای $x \in X$

www.SID.ir

Archive of SID

بهینه می‌شود. یعنی راه حل ایده‌آل از حل k مسأله یک هدفه به صورت زیر حاصل می‌گردد:

$$\text{(P3)} \quad \text{optimize}: f_k(x) \quad , \forall k = 1,2,...,K$$
$$\text{s.t.} \quad g_l(x) \le 0 \quad , \forall l = 1,2,...,L$$
$$x \in E^n$$

مختصات نقطه ایده‌آل به صورت $\left\{f_1\left(X^{*1}\right), f_2\left(X^{*2}\right), \ldots, f_k\left(X^{*k}\right)\right\}$ بوده و X^{*i} هدف i ام را بهینه می‌سازد. از طرفی X^{*i} بردار جواب ضد ایده‌آل است، بطوری که برای دسترسی به راه حل ضد ایده‌آل، می‌توان k مسأله به ازای هر تابع هدف در فضای جواب را (در صورتی که ماکزیمم کردن اهداف مد نظر باشد) کمینه نمود.

با توجه به رویکرد (۵)، چنانچه کلیه $f_i\left(X^{*i}\right)$ ها از نوع ماکزیمم باشند؛ آنگاه $0 < W_k < 1$ درجه اهمیت (وزن) هدف k ام و $1 < P < \infty$ پارامتر مشخص کننده خانواده LP متریک است. ارزش P میزان تأکید بر انحرافات موجود است و هرچه بزرگتر باشد، تأکید بیشتری بر انحرافات بزرگتر خواهد بود و اگر $P = \infty$ ، یعنی بزرگترین انحراف از انحرافات موجود برای بهینه‌سازی مدنظر است. ارزش P می‌تواند به معیارهای ذهنی سرمایه‌گذار بستگی داشته باشد. با مفروض بودن مقادیر W_k، راه حل حاصل از می‌نیمم کردن رویکرد (۵) به راه حل سازگار معروف است.

علیرغم کاربردهای گسترده روش WGC در علوم مهندسی و قابلیت آن در نمایش مجموعه بهینه پارتو، تحقیقات چندانی درباره کاربرد آن در مسائل بهینه‌سازی سبدهای مالی AP انجام نشده است. از آنجا که در مدل (P1) دو تابع هدف از نوع می‌نیمم هستند، با توجه به مدل (P3) تمام توابع به ماکزیمم تبدیل می‌شوند.

$$\text{(P4)} \quad \max \quad -F_1 = -Var\left(\sum_{i=1}^{m} r_i x_i\right)$$
$$\max \quad F_2 = E\left(\sum_{i=1}^{m} r_i x_i\right)$$
$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} x_i = 1$$
$$x_i \ge 0 \quad , \forall i = 1,2,...,m$$

بر اساس رویکرد (۵)، مدل (P4) با روش WGC به صورت زیر مدلسازی می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID

$$(P5) \quad \min \quad \{ w_1 \left(\frac{Z^{*1} + F_1}{Z^{*1} - Z_*^1} \right)^P + w_2 \left(\frac{Z^{*2} - F_2}{Z^{*2} - Z_*^2} \right)^P \}^{\frac{1}{P}}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{m} x_i = 1$$

$$x_i \geq 0 \qquad , \forall i = 1,2,...,m$$

بطوری که $\sum_{k=1}^{3} w_k = 1$ است. در این مدل Z_k^* مقدار ایده‌آل (ماکزیمم مقدار تابع هدف k ام در فضای جواب) و ضد ایده‌آل تابع هدف k ام می‌باشد (می‌نیمم مقدار تابع هدف k ام در فضای جواب). W_k نیز وزن اهمیت معیار k ام (k =۱،۲،۳) و $0 < W_k < 1$ است، بطوری که W_k مقادیر ۰ و ۱ را نمی‌پذیرد، زیرا در اینصورت یکی از معیارهای مدل حذف می‌شود. بنابراین در محاسبات از مقادیر نزدیک مانند ۰/۰۵ و ۰/۹۵ استفاده می‌شود. تبادلات دو معیار نیز از طریق تغییر مقادیر W_k صورت می‌پذیرد. همچنین P پارامتر تابع مطلوبیت نهایی است که مقادیر ۲ و ∞ برای آن در نظر گرفته شده است.

۲. مطالعه موردی

در این تحقیق یک AP ارزی موجود در یک سبد مالی سرمایه گذاری ارزی بانک سپه ایران شامل یکصد ین ژاپن، پوند انگلستان، فرانک سوییس، یورو و دلار آمریکا با در نظر گرفتن سیاست ارزی کشور مبنی بر وابستگی کمتر به دلار آمریکا بررسی خواهد شد. داده‌های مطالعه نرخ‌های روزانه این پنج ارز از ۱۳۸۱/۱/۶ تا ۱۳۸۶/۱۲/۲۸ را شامل می‌شود. این دوره به دلیل فقدان سیاست ارزی ایران بصورت نظام تک نرخی ارز در سال‌های قبل از ۱۳۸۱ انتخاب شده است. در این مطالعه با توجه به رابطه (۵) از روش لگاریتمی جهت محاسبه بازده روزانه ارز i ام استفاده شده است:

$$R_{it} = \ln \left(\frac{p_{it}}{p_{i(t-1)}} \right) \qquad , \forall i = 1,2,...,5 \qquad (۶)$$

در این رابطه P_{it} نرخ ارز i ام در روز t ام و R_{it} بازده لگاریتمی ارز i ام در روز t ام در دوره مطالعه است. جدول 1 شاخص‌های آماری و جدول (۲) ماتریس واریانس - کوواریانس بازده روزانه این پنج ارز را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- شاخص‌های آماری مورد نیاز از داده‌های روزانه پنج ارز
از ۱۳۸۱/۱/۶ تا ۱۳۸۶/۱۲/۲۸

ارز	میانگین بازده روزانه دارایی‌ها	انحراف استاندارد بازده روزانه دارایی‌ها	واریانس بازده روزانه دارایی‌ها
یکصد ین ژاپن	۰/۰۰۰۰۸٤۷۹۳	۰/۰۷۷۳۲۰۱۹۸	۰/۰۰۵۹۷۸٤۱۳
پوند انگلستان	۰/۰۰۰۲۷۲۱۱۲	۰/۰۰۷۱۳۹٦۸۰	۰/۰۰۰۰۵۰۹۷۵
فرانک سوییس	۰/۰۰۰۳۱٤۸۲۱	۰/۰۸۲۳۲۲۹۹۲	۰/۰۰٦۷۷۷۰۷۵
یورو	۰/۰۰۰۳٤۹۰۲۱	۰/۰۰۵۳۱۲۳۳۱	۰/۰۰۰۰۲۸۲۲۱
دلار ایالات متحده مریکا	۰/۰۰۰۱۷۰۲۳۸	۰/۰۰۵۸۹۱۰٤۹	۰/۰۰۰۰۳٤۷۰٤

جدول ۲- ماتریس واریانس- کوواریانس بازده روزانه پنج ارز
از ۱۳۸۱/۱/۶ تا ۱۳۸۶/۱۲/۲۸

ارز	یکصد ین ژاپن	پوند انگلستان	فرانک سوییس	یورو	دلار ایالات متحده آمریکا
یکصد ین ژاپن	۰/۰۰۵۹۷۸۴۱۲۹۵	۰/۰۰۰۰۰۲۷۵۱۸۲	۰/۰۰۰۰۰۳۳۳۳۰۱	۰/۰۰۰۰۰۲۳۳۰۵۷	۰/۰۰۰۰۰۳۳۶۶۳۰
پوند انگلستان		۰/۰۰۰۰۵۰۹۷۵۰۳	۰/۰۰۰۰۱۵۶۴۷۹۵	۰/۰۰۰۰۱۳۷۵۰۹۱	۰/۰۰۰۰۰۵۷۸۰۳۷
فرانک سوییس			۰/۰۰۶۷۷۷۰۷۵۰۵	۰/۰۰۰۰۲۶۹۹۹۱۸	۰/۰۰۰۰۱۵۷۶۲۱۳
یورو				۰/۰۰۰۰۲۸۲۲۰۸۶	۰/۰۰۰۰۰۹۶۹۱۶۵
دلار ایالات متحده آمریکا					۰/۰۰۰۰۳۴۷۰۴۴۵

متغیرهای تصمیم به صورت زیر تعریف می‌شوند: x_1 سهم یکصد ین ژاپن از کل AP، x_2 سهم پوند انگلستان از کل AP، x_3 سهم فرانک سوییس از کل AP، x_4 سهم یورو از کل AP و x_5 سهم دلار آمریکا از کل AP. با توجه به مدل (P_3) و اطلاعات جداول (۱) و (۲)، مدل (P_3) بصورت مدل (P_5) زیر بازنویسی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$(P5)\min w_1\left[\frac{\begin{array}{l}Z^{*1}+(۰/۰۰۵۹۷۸۴۱۳x_1^2+۵/۰۹۷۵E-۵x_2^2+۰/۰۰۶۷۷۷۰۷۵x_3^2+۲/۸۲۲۰۹E-۵x_4^2+۳/۴۷۰۴۵E-۵x_5^2\\-۲/۷۵E-۶x_1x_2+۳/۳۳E-۶x_1x_3+۲/۳۳E-۶x_1x_4+۳/۳۷E-۶x_1x_5+۱/۵۶E-۵x_2x_3+۱/۳۸E\\-۵x_2x_4+۵/۷۸E-۶x_2x_5+۲/۷E-۵x_3x_4+۱/۵۸E-۵x_3x_5+۹/۶۹E-۶x_4x_5)\end{array}}{Z^{*1}-Z_*^1}\right]^p$$

$$+w_1\left[\frac{Z^{*2}+(۸/۴۹۷۳۵E-۵x_1+۰/۰۰۰۲۲۱۱۲x_2+۰/۰۰۰۳۱۴۸۲x_3+۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱x_4+۰/۰۰۰۱۷۰۲۳۸x_5)}{Z^{*2}-Z_*^2}\right]^p$$

$$s.t.\quad \sum_{i=1}^{5}x_i=1$$

$$x_i\geq ۰\quad \forall i=۱,۲,\ldots,۵$$

جدول (۳) مقادیر ایده‌آل و ضد ایده آل هر تابع هدف بر اساس مدل (P4) می‌باشد.

جدول ۳- مقادیر ایده آل و ضد ایده آل مربوط به هر یک از اهداف مدل (P4)

تابع هدف	مقدار ایده آل	مقدار ضد ایده‌آل
$-F_1$	-۰/۰۰۰۰۱۵۱۰۳۱۴	-۰/۰۰۵۹۷۸۴۱۳
F_2	۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱	۰/۰۰۰۰۸۴۹۷۳۵

بنابراین مدل نهایی به صورت زیر خواهد بود. مدل (P_6) از نوع مسأله برنامه‌ریزی محدب بوده و می‌نیمم نسبی حاصل از حل آن همان می‌نیمم مطلق مدل (P_6) خواهد بود. جهت حل مدل (P6)، P = 2 در نظر گرفته شده و طی ۱۱ تکرار، اوزان متفاوتی به معیارها داده و مدل مزبور در هر تکرار جداگانه محاسبه شده است.

$$(P6)\min w_1\left[\frac{\begin{array}{l}-۰/۰۰۰۰۱۵۱۰۳۱۴+(۰/۰۰۵۹۷۸۴۱۳x_1^2+۵/۰۹۷۵E-۵x_2^2+۰/۰۰۶۷۷۷۰۷۵x_3^2+۲/۸۲۲۰۹E-۵x_4^2+۳/۴۷۰۴۵E-۵x_5^2\\-۲/۷۵E-۶x_1x_2+۳/۳۳E-۶x_1x_3+۲/۳۳E-۶x_1x_4+۳/۳۷E-۶x_1x_5+۱/۵۶E-۵x_2x_3+۱/۳۸E\\-۵x_2x_4+۵/۷۸E-۶x_2x_5+۲/۷E-۵x_3x_4+۱/۵۸E-۵x_3x_5+۹/۶۹E-۶x_4x_5)\end{array}}{(-۰/۰۰۰۰۱۵۱۰۳۱۴)-(-۰/۰۰۵۹۷۸۴۱۳)}\right]^p$$

$$+w_1\left[\frac{۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱+(۸/۴۹۷۳۵E-۵x_1+۰/۰۰۰۲۲۱۱۲x_2+۰/۰۰۰۳۱۴۸۲x_3+۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱x_4+۰/۰۰۰۱۷۰۲۳۸x_5)}{۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱-۰/۰۰۰۰۸۴۹۷۳۵}\right]^p$$

$$s.t.\quad \sum_{i=1}^{5}x_i=1$$

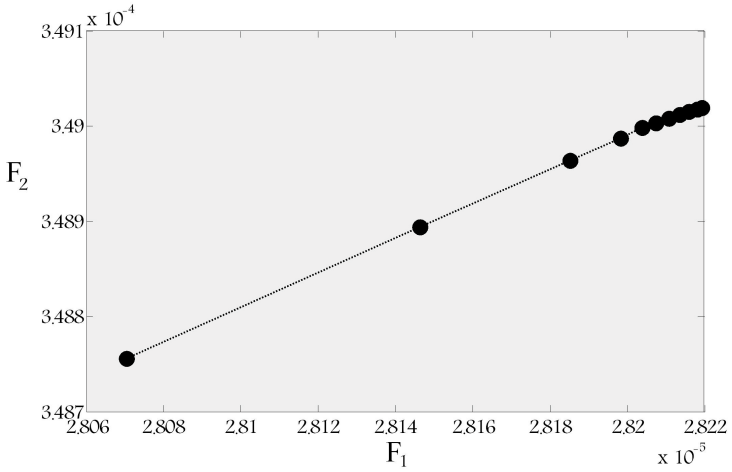
$$x_i\geq ۰\quad \forall i=۱,۲,\ldots,۵$$

مدل (P6) با استفاده از نرم افزار Lingo ۸/۰ حل شده است. شکل (۱) نتایج روش WGC را با در نظر گرفتن دو معیار ریسک و بازده و فرض P = 2 نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

همانطور که شکل (۱) نشان می‌دهد، سرمایه‌گذار با افزایش (یا کاهش) ریسک سرمایه‌گذاری خواستار افزایش (یا کاهش) نرخ بازده سرمایه‌گذاری است. حال با توجه به دو معیار متناقض ریسک و بازده باید سطح مطلوبی تعیین شود تا کاهش نسبی ریسک و افزایش نسبی بازده سرمایه‌گذاری را به همراه داشته باشد.



شکل ۱- نتایج مدل WGC بر اساس دو معیار ریسک و بازده درAP ارزی با فرض P = 2

ارزیابی نتایج

۳. بررسی ویژگی‌های نقاط بهینه پارتو[1]

در این بخش با توجه به نتایج حداقل دو معیار، ویژگی‌های مجموعه نقاط بهینه پارتو بررسی می‌شوند. در ابتدا چند متغیر برداری تعریف می‌شوند. بردار X^{j*} بردار بهینه متغیرهای مدل در تکرار zام از حل (بعبارتی بردار جواب بهینه در تکرار zام از حل) و بردار F^{j*} مقادیر بهینه توابع هدف در zامین تکرار حل می‌باشد. W^{j*} نیز بردار اوزان اهمیت اهداف در zامین تکرار حل است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مجموعه نقاط بهینه پارتو غیر مسلط بودن تمامی نقاط بهینه است.

تعریف ۶.[2] جواب X^{i*} بر X^{j*} مسلط است اگر دو شرط زیر همزمان برقرار باشند:

---

1. Pareto optimal points.

۲. پنج تعریف در صفحات قبل توضیح داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۱) جواب X^{i*} روی تمامی اهداف بدتر از جواب X^{j*} نباشد، به عبارت دیگر برای تمام مقادیر k=1,2,...,K، $f_k(x^{i*}) \not\lhd f_k(x^{j*})$

۲) جواب X^{i*} در حداقل یک تابع هدف اکیداً بهتر از جواب X^{j*} باشد، به عبارت دیگر برای حداقل یک مقدار k=1,2,...,K، $f_k(x^{i*}) \lhd f_k(x^{j*})$.

با توجه به نتایج مدل در هر سری از تکرارها همه جواب‌ها غیرمسلط می‌باشند. به عنوان مثال تکرار j = 2 و j = 3 را در نظر بگیرید. نتایج این دو تکرار عبارتند از:

W^{2*} = (0/1, 0/9), X2* = (0, 0, 0/000093, 0/999908, 0),
F^{2*} = (0/0000282182, 0/0003490178)
W^{3*}= (0/2, 0/8), X3*= (0, 0, 0/000172, 0/999828, 0)
F^{3*}= (0/0000282160, 0/0003490151)

با توجه به نتایج فوق با افزایش وزن اهمیت معیار ریسک و کاهش وزن اهمیت معیار بازده و با توجه به بردارهای X^{2*} و X^{3*}، سهمی از ارزهای اول و دوم و پنجم در AP ارزی مشاهده نمی شود و میزان سهم ارز سوم افزایش و ارز چهارم روندی کاهشی داشته است. مقادیر بردارهای F^{2*} و F^{3*} نشان می‌دهند که معیار ریسک به مقدار ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۲۲ واحد بهتر و مقدار نرخ بازده مورد انتظار در این دو تکرار به میزان ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۲۷ واحد بدتر شده است. در این حالت گفته می‌شود که با کاهش مقدار ریسک سرمایه‌گذاری، نرخ بازده مورد انتظار نیز کاهش می‌یابد و برعکس. لذا با توجه به تعریف (۶)، جواب‌های این دو تکرار غیر مسلط می‌باشند.

۴. مقایسه نتایج روش WGCبا فرض P = 2 در مقابل نتایج P = ∞

بر اساس مدل (P2) می‌توان بار دیگر روش WGC را با در نظر گرفتن P = ∞ مورد ارزیابی قرار داد. با توجه به اطلاعات موجود، مدل مین - ماکس وزن‌دار به صورت مدل (P7) بازنویسی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$(P۶)\min w_۱\left[\frac{\begin{array}{l}-۰/۰۰۰۰۱۵۱۰۳۱۴+(۰/۰۰۵۹۷۸۴۱۳x_۱^۲+۵/۰۹۷۵E-۵x_۲^۲+۰/۰۰۶۷۷۷۰۷۵x_۳^۲+۲/۸۲۲۰۹E-۵x_۴^۲+۳/۴۷۰۴۵E-۵x_۵^۲\\-۲/۷۵E-۶x_۱x_۲+۳/۳۳E-۶x_۱x_۳+۲/۳۳E-۶x_۱x_۴+۳/۳۷E-۶x_۱x_۵+۱/۵۶E-۵x_۲x_۳+۱/۳۸E\\-۵x_۲x_۴+۵/۷۸E-۶x_۲x_۵+۲/۷E-۵x_۳x_۴+۱/۵۸E-۵x_۳x_۵+۹/۶۹E-۶x_۴x_۵)\end{array}}{(-۰/۰۰۰۰۱۵۱۰۳۱۴)-(-۰/۰۰۵۹۷۸۴۱۳)}\right]^p$$

$$+w_۱\left[\frac{۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱+(۸/۴۹۷۳۵E-۵x_۱+۰/۰۰۰۲۲۱۱۲x_۲+۰/۰۰۰۳۱۴۸۲x_۳+۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱x_۴+۰/۰۰۰۱۷۰۲۳۸x_۵)}{۰/۰۰۰۳۴۹۰۲۱-۰/۰۰۰۰۸۴۹۷۳۵}\right]^p$$

$$s.t. \quad \sum_{i=۱}^{۵} x_i = ۱$$

$$x_i \geq ۰ \quad \forall i = ۱,۲,\ldots,۵$$

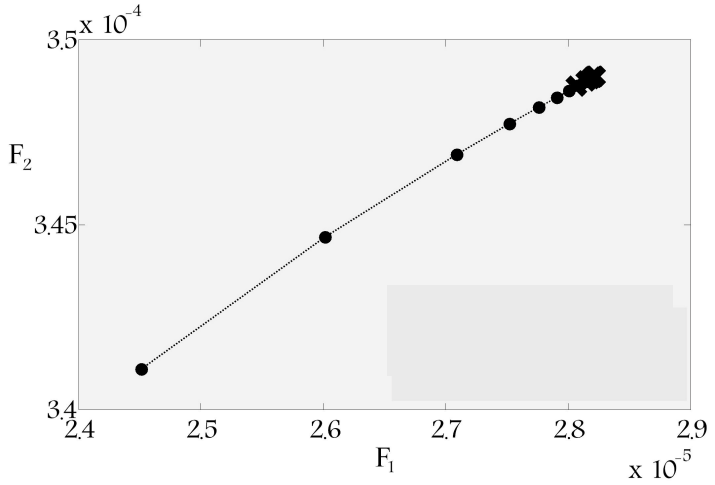
در اینجا تبادلات اهداف ریسک و بازده طی ۱۱ تکرار با اوزان مختلف به اهداف، با استفاده از نرم افزار Lingo ۸، ۰ به دست آمده‌اند. کلیه نتایج به دست آمده شرایط تعریف (۶) را دارند، به نحوی که با کاهش (افزایش) مقادیر هدف اول، کاهش (افزایش) مقادیر هدف دوم به دست می‌آید.

آنچه در مورد نتایج روش مین - ماکس وزن‌دار قابل توجه است، وجود ارز دوم در AP ارزی سرمایه‌گذار است که در روش P = 2 سهمی نداشته است. این موضوع که روش مین - ماکس وزن‌دار ارزهای متنوع‌تری را در سبد ارزی فراهم می‌آورد، خود یکی از معیارهای ارزیابی نتایج از نظر سرمایه‌گذار است. همچنین نتایج دو روش قابل قبول می‌باشند و همپوشانی مناسبی میان آنها مشاهده می‌شود (شکل ۲). در شکل (۲) نقاط بهینه پارتو در روش P = 2 فاصله نزدیکی با نتایج روش مین- ماکس وزن‌دار دارند، بطوری که طول مرز پارتو در روش مین- ماکس وزن‌دار طولانی‌تر از P =2 است و به همین دلیل تنوع نتایج روش مین- ماکس وزن‌دار افزایش یافته است و این معیار ارزیابی نیز سرمایه‌گذار را در اتخاذ تصمیم مناسب یاری خواهد رساند.

برای ارزیابی کلی نتایج روش WGC، با فرض P = 2, ∞ برخی معیارهای ارزیابی بر اساس سه شاخص میانگین، حداقل و حداکثر توابع هدف تعریف شده است (جدول ۴). نتایج جدول (۴) گزینه‌های متفاوت سرمایه‌گذار برای تصمیم‌گیری نهایی را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نتایج مدل WGC بر اساس دو معیار ریسک و بازده با فرض P = 2 و P = ∞

خلاصه اطلاعات مهم جدول (۴) در جدول (۵) نشان داده شده است. بر این اساس کمترین مقدار ریسک سرمایه‌گذاری AP ارزی در تکرار ۱۱ حالت P = ∞ و بیشترین نرخ بازده در تکرار یک حالت P = ∞ می‌باشد. نتایج روش P = ∞ نشان می‌دهد که چنانچه میزان اهمیت معیار ریسک خیلی بالاتر از معیار بازده باشد، می‌توان کمترین مقدار ریسک سرمایه گذاری و چنانچه میزان اهمیت معیار بازده خیلی بالاتر از معیار ریسک باشد، می توان بیشترین مقدار نرخ بازده سرمایه گذاری را انتظار داشت.

جدول ۴- اطلاعات بدست آمده از نتایج روش WGC با فرض P = 2, ∞

تابع هدف		F^{1}*	F^{2}*
معیار		ریسک	نرخ بازده
P = 2	میانگین	۰/۰۰۰۰۲۸۱۸۹۹	۰/۰۰۰۳۴۸۹۷۰۳
	می نیمم	۰/۰۰۰۰۲۸۰۷۰۵	۰/۰۰۰۳۴۸۷۵۶۰
	ماکزیمم	۰/۰۰۰۰۲۸۲۱۹۳	۰/۰۰۰۳۴۹۰۱۹۱
P = ∞	میانگین	۰/۰۰۰۰۲۷۴۰۰۳	۰/۰۰۰۳۴۷۳۸۹۴
	می نیمم	۰/۰۰۰۰۲۴۵۱۲۳	۰/۰۰۰۳۴۱۱۰۱۳
	ماکزیمم	۰/۰۰۰۰۲۸۱۹۹۹	۰/۰۰۰۳۴۸۹۹۰۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- خلاصه اطلاعات جدول (۴)

معیار	P = 2	P = ∞
می نیمم (ریسک)	۰/۰۰۰۰۲۸۰۷۰۵	۰/۰۰۰۰۲٤٥۱۲۳
ماکزیمم (نرخ بازده)	۰/۰۰۰۳٤۹۰۱۹۱	۰/۰۰۰۳٤۸۹۹۰۵

با توجه به میانگین نتایج معیارها در جدول (۴) می‌توان ارزیابی دیگری نیز ارائه نمود. اگر سرمایه‌گذار معیار ریسک را در اولویت تصمیم‌گیری قرار دهد، پیشنهاد می‌شود از نتایج حالت $P = \infty$ و اگر معیار بازده را در اولویت قرار دهد از $P = 2$ استفاده کند.

۵. تطابق نتایج روش WGC با سیاست ارزی ایران

یکی از معیارهای ارزیابی نتایج، میزان مطابقت آنها با اهداف سرمایه‌گذار است. با توجه به سیاست سرمایه‌گذاری ارزی کشور، سرمایه‌گذار تمرکز کمتری بر سرمایه‌گذاری روی دلار آمریکا را در نظر دارد. با توجه به نتایج، سهم دلار در AP ارزی به صفر خواهد رسید و ارزهایی چون پوند، فرانک و یورو در سبد ارزی بانک وجود دارند. در حالت کلی با توجه به نتایج هر دو روش، بیشترین میانگین تعداد ارزها در AP متعلق به ارز یورو و ارزهای پوند و فرانک در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نتایج نشان می‌دهند که در تمام تکرارها تضمینی بر وجود ارزهای یکصد ین ژاپن و دلار آمریکا در AP ارزی نخواهد بود و مهمترین خواسته سرمایه‌گذار برآورده خواهد شد.

۶. مقایسه نتایج روش WGC نسبت به روش ایجاد تابع مطلوبیت

برای تعیین یک سبد مالی بهینه با درجه مشخصی از ریسک و بر اساس رویکرد بازده - ریسک مارکویتس، یک برنامه بهینه‌سازی کوآدراتیک بر اساس ماکزیمم کردن تابع مطلوبیت بازده - ریسک به صورت زیر مدلسازی می‌شود.

$$(P8) \quad \max \quad U(x) = E(\sum_{i=1}^{m} r_i x_i) - \lambda \; Var(\sum_{i=1}^{m} r_i x_i)$$

$$\text{s.t.} \quad x \in E^n, \; \lambda \in [.\,, +\infty]$$

www.SID.ir

Archive of SID

در این مدل λ درجه ناسازگاری (مغایرت) ریسک نهایی است. بریک و دیگران (۲۰۰۴) و اشتیوئر و دیگران (۲۰۰۵) درباره مدل (P8) و کاربرد آن در انتخاب بهینه سبدهای مالی سرمایه‌گذاری مطالعاتی انجام داده‌اند. ارگات و دیگران (۲۰۰۴) نیز از این مدل جهت بهینه‌سازی یک سبد مالی شامل ۴۰ سهام استفاده کرده‌اند. در این تحقیق مدل (P8) با مقادیر متفاوت λ توسط نرم افزار Lingo ۸/۰ بهینه‌سازی شده است. نتایج نشان دهنده وجود تبادل میان اهداف ریسک و بازده است که این تبادل منجر به وجود همه ارزها در سبد ارزی می‌شود. بطور متوسط حدود ۳۵ درصد از سبد ارزی بهینه متعلق به دلار آمریکا است که در مقایسه با نتایج دو روش $P = 2, \infty$ این ارز سهم زیادی را به خود اختصاص داده است. بنابراین روش تابع مطلوبیت علیرغم کارا بودن، نتایج غیر قابل قبولی را نسبت به اهداف سرمایه‌گذار فراهم می‌آورد.

جمع‌بندی و ملاحظات

در این مقاله پس از ارائه تعاریفی از معیارهای ریسک و بازده و بیان خصوصیات یک AP و با استفاده از مدل‌های میانگین – واریانس مارکویتس و روش WGC نسبت به تحلیل پنج ارز عمده موجود در سبد مالی سرمایه گذاری بانک سپه اقدام و نتایج این دو روش با یکدیگر مقایسه گردید. روش WGC یکی از روش‌های معتبر در حل مسائل چند هدفه است که در کاربرد آن از مقادیر ایده‌آل و ضد ایده‌آل استفاده می‌شود. همچنین با استفاده از نتایج بدست آمده و تحلیل آنها سعی شد تا مجموعه‌ای از نقاط بهینه پارتو فراهم آید تا سرمایه گذار بتواند با استفاده از آنها بهترین انتخاب را جهت سرمایه‌گذاری آتی داشته باشد.

همپوشانی نتایج روش‌های $P = 2, \infty$ و طول مرز پارتو آنها نیز مورد تحلیل قرار گرفت. به نظر می‌رسد نتایج روش $P = \infty$ نسبت به روش $P = 2$ مناسب‌تر باشند. در ادامه مشاهده شد که مدل دو معیاره ریسک – بازده مارکویتس نسبت به روش WGC سازگاری کمتری با سیاست ارزی ایران مبنی بر تمرکز کمتر بر دلار آمریکا دارد و مدل WGC می‌تواند سرمایه گذاران ایرانی را جهت اتخاذ تصمیم مناسب یاری دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین ویژگی‌های نقاط بهینه پارتو در مورد نتایج به دست آمده صادق بوده و سرمایه‌گذار با افزایش (یا کاهش) مقدار ریسک، شاهد افزایش (یا کاهش) نرخ بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاری خواهد بود. این نکته نیز حائز اهمیت است که در نتایج به دست آمده، دلار ایالات متحده آمریکا حداقل سهم ارز را به خود اختصاص داده است، بگونه‌ای که این نتایج می توانند روندی مناسب جهت اخذ تصمیم سیاست ارزی ایران نسبت به تمرکز بیشتر روی سایر ارزها و وابستگی کمتر به دلار آمریکا محسوب شوند. همچنین اگر اهمیت وزنی معیار ریسک از نظر سرمایه گذار پایین باشد، نتایج به دست آمده بیشتر بر سیاست ارزی ایران منطبق خواهد بود و به سرمایه‌گذار، سرمایه‌گذاری روی سایر ارزها پیشنهاد می‌شود.

در ادامه روش WGC با روش تابع مطلوبیت پیشنهادی مارکویتس مقایسه و مشاهده شد که وجود درصد زیادی از ارز دلار آمریکا در سبد ارزی بهینه یکی از مهمترین دلایل برتری روش WGC نسبت به روش تابع مطلوبیت است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

بابایی، محمدعلی و حمیدرضا وزبر زنجانی (۱۳۸۵)؛ مدیریت ریسک؛ رویکردی نوین برای ارتقای اثربخشی سازمانها، *ماهنامه تدبیر*، سال هفدهم، شماره ۱۷۰.

راعی، رضا و علی سعیدی، (۱۳۸۳)؛ مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، تهران: انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی.

هال، جان (۲۰۰۲)؛ مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، ترجمه سجاد سیاح و علی صالح آبادی، چاپ اول، تهران: گروه رایانه تدبیرپرداز، ۱۳۸٤.

Arnone, S., Loraschi, A. and Tettamanzi, A. (1993); "A Genetic Approach to Portfolio Selection", *Neural Network World*, 3(6), pp. 597- 604.

Ben Abdelaziz, F., Aouni, B. and El Fayedh, R. (2007); "Multi-objective Stochastic Programming for Portfolio Selection", *European Journal of Operational Research***,** 177(3), pp. 1811–1823.

Benati, S. and Rizzi, R. (2007); "A Mixed Integer Linear Programming Formulation of the Optimal Mean/Value-at-Risk Portfolio Problem", *European Journal of operational Reseach***,** 176(1), pp. 423-434.

Briec, W., Kerstensy, K. and Jokungz, O. (2004); "Mean-variance-skewness Portfolio Performance Gauging: A General Shortage Function and Dual Approach, *Management Science*", 53(1), pp. 135-149.

Chankong, V. and Haimes, Y.Y. (1983); Multiobjectiva Decision Making Theory and Methodology, New york: Elsevier Science Publishing.

Ehrgott, M. Klamroth, K. and Schwehm, C. (2004); "An MCDM Approach to Portfolio Optimization", *European Journal of Operational Research***,** 155(3), pp. 752-770.

Markowitz, H.M. (1952); "Portfolio Selection", *Journal of Finance***,** 7(1), pp. 77-91.

Messac, A. Sukam, C.P. and Melachrinoudis, E. (2000); Aggregate Objective Functions and Pareto Frontiers: Required Relationships and Practical Implications, *Optimization and Engineering*, 1(2), pp. 171-188.

Messac, A. and Ismail-Yahaya, A.I. (2001); Required Relationship Between

www.SID.ir

Archive of SID

Objective Function and Pareto Frontier Orders: Practical Implications", *AIAA Journal*, 39(11), pp. 2168-2174.

Miettinen, K. (1999); Nonlinear Multiobjective Optimization, Boston: Kluwer Academic Publishers.

Roy, A.D. (1952); "Safety First and the Holding of Assets", *Econometrica*, 20(3), pp. 431-449.

Sharma, H.P. Ghosh, D. and Sharma, D.K. (2007); "Credit Union Portfolio Management: An Application of Goal Interval Programming", *Academy of Banking Studies Journal*, 6(1), pp. 39-60.

Sharpe, W. (1964); "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", *The Journal of Finance*, 19(3), pp. 425-442.

Steuer, R.E., Qi, Y. and Hirschberger, M. (2005); "Multiple Objectives in Portfolio Selection", *Journal of Financial Decision Making*, 1(1), pp. 5-20.

Vedarajan, G., Chan, L.C. and Goldberg, D.E. (1997); Investment Portfolio Optimization Using Genetic Algorithms, In Koza, J.R. editor, Late Breaking Papers at the Genetic Programming Conference, pages 255-263, Stanford University, California.

Yu, P.L. (1973); "A Class of Solutions for Group Decision Problems", *Management Science*, 19(8), pp. 936-964.

www.SID.ir