

انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از رویکرد ترکیبی تئوری روابط خاکستری (GRA) و مدل برنامه ریزی خطی (مطالعه موردی: شرکتهای سرمایه گذاری)

دکتر رمضانعلی رویایی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

مهدی بشکوه

دانشجوی دکتری و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

چکیده

انتخاب مجموعه ای از سهام در بازار های مالی، که دارای سود بیشتر و ریسک کمتر می باشند، همیشه مورد توجه سرمایه گذاران بوده است. در مدل های کلاسیک سرمایه گذاری، مسئله ی اصلی، توزیع سرمایه در جهت خرید سهام بوده است. روش های بسیار زیادی برای انتخاب سبد سهام در گذشته پیشنهاد شده است و در این پژوهش برای انتخاب سبدی از سهام در 16 شرکت سرمایه گذاری، از ترکیب دو روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تئوری تحلیل روابط خاکستری استفاده گردید. در تحقیق حاضر، از 16 شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران در سال مالی ۸۹ به عنوان نمونه آماری استفاده شد. نحوه انتخاب این نمونه به صورت قضاوتی بوده است. برای وزن دهی به شاخص ها از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید و با استفاده از روابط خاکستری، و اوزان بدست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی، به رتبه بندی صنایع پرداخته شد. از آنجا که در خرید سبدی از سهام همواره با محدودیت هایی از قبیل بودجه سرمایه گذاری و تعداد سهامی که باید خرید روبرو هستیم، یک مدل جامع خطی نیز برای تخصیص بهینه سهام در نظر گرفته شد. این رویکرد جدید می تواند برای سرمایه گذاران به عنوان ابزاری مفید برای انتخاب سبدی از سهام باشد که بهترین کارایی را دارد.

واژگان کلیدی: بازار سرمایه، سبد سهام، تئوری تحلیل روابط خاکستری^۱ (GRA)، تحلیل سلسله مراتبی^۲ (AHP).

¹ Grey Relational Analysis

² Analytical Hierarchy Process

دستیابی به رشد بلند مدت و مداوم اقتصادی، نیازمند تجهیز و تخصیص بهینه منابع در سطح اقتصاد ملی است و این مهم بدون کمک بازارهای مالی، به ویژه بازار سرمایه گسترده و کارآمد به سهولت امکان پذیر نیست. در یک اقتصاد سالم، وجود سیستم مالی کارآمد در توزیع مناسب سرمایه و منابع مالی نقش اساسی دارد. در بازارهای مالی، افراد و سازمانهایی که کسری منابع مالی دارند، با افراد و سازمانهایی که دارای مازاد منابع مالی هستند، روبه رو می شوند. توجه نمایند که واژه (بازارها) به صورت جمع به کار برده شده است، و این بدان معنی است که بازارهای مالی بسیار متنوع و متعددی وجود دارد که هر کدام دربر گیرنده موسسات و افراد بسیاری است [۲].

اصولاً یکی از اهداف اساسی تجزیه و تحلیل های اقتصادی، پیش بینی صحیح متغیرهای اقتصادی و در نتیجه کمک رسانی به سیاست گذاران در جهت اخذ تصمیمات صحیح و متناسب با مقادیر پیش بینی شده است [۳]. بازارهای مالی از جمله نظامهایی است که با دیگر سیستمها بسیار متفاوت است و علت آن به خاطر مکانیسم و بازخور پیچیده ای است که دارد. اساساً، بازارهای مالی یک محیط نامطمئن هستند که افراد به مبادله و تجارت ریسک مشغول می باشند و اگر بتوان آینده را پیش بینی نمود دیگر ریسکی در کار نخواهد بود یا بسیار کاهش می یابد. در حقیقت در بازارهای مالی ما به دنبال آینده می گردیم که چه اتفاقی خواهد افتاد [۲۵].

پژوهش حاضر ترکیبی از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تئوری خاکستری و برنامه ریزی خطی است، که در تحقیقات گذشته کمتر مورد استفاده قرار گرفته است، یک مدل جامعی را برای انتخاب بهینه سهام معرفی می کنیم. شاخص های مورد نظر برای انتخاب سهام از دیدگاه خبرگان که شامل اساتید دانشگاه، کارگزاران و فعالان بورس استخراج گردید. ساختار تحقیق بدین ترتیب قرار دارد که ابتدا چارچوب نظری تحقیق را بررسی و سپس به تجزیه و تحلیل داده ها می پردازیم.

۲. چارچوب نظری تحقیق

۲.۱. مدل های بهینه سازی سبد سهام

مدل کلاسیک سبد سهام^۳ به صورت تخصیص دارایی های نقدی افراد برای سرمایه گذاری در بازارهای مالی استوار بود

(Gondzio & Grothey, 2007; Ince & Trafalis, 2006; Markowitz & Arnott, 1952; Wu & Chang, 2007).

اولین نقش و سهم عمده در بهینه سازی سبد سهام را مارکوویتز^۴ معرفی نمود که عبارت از فرمول مشهور واریانس مجموعه متغیرهای تصادفی بود. این فرمول، در میان سایر روشها، نشان می دهد که واحد تحلیل برای آحاد سرمایه

³ Portfolio

⁴ Markowitz

گذاران، باید کل پرتفوی، نه یکایک سهام باشد. ریسک یک سهم منفرد را نمی توان بدون در نظر گرفتن کل پرتفوی تعریف کرد. در اینجا ریسک یک سهم برابر با کوواریانس آن سهم با دیگر اجزای پرتفوی است [۲۱].

مدل سنتی سبد سهام را می توان به صورت زیر فورمولیزه کرد [۴]:

$$\begin{aligned} \text{Min} Z : & -\lambda \left(\sum_{i=1}^N X_i E_i \right) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j C_{ij} \\ \text{ST} : & \sum_{i=1}^N X_i = 1 \\ & \lambda, X_i \geq 0 \end{aligned} \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن:

λ = درجه ریسک گریزی سرمایه گذار

E_i = عایدی مورد انتظار طرح i ام

X_i = بخشی از بودجه که در طرح i ام سرمایه گذاری شده است

X_j = بخشی از بودجه که در طرح j ام سرمایه گذاری شده است

$Cov(i, j) = C_{ij}$ = کوواریانس سرمایه گذاری i با سرمایه گذاری j

جیا و دایر^۵ با مطالعه مدل مارکوویتز بدین مسئله پی بردند که ویژگی های این مدل نمی تواند در عمل نیاز سرمایه گذاران را برآورده کند. همچنین، تابع هدف بازده-ریسک (واریانس) نمی تواند به عنوان بهترین ابزار برای اندازه گیری ریسک برای سرمایه داران قرار گیرد. لذا شرایط و محدودیت های دیگری از قبیل، محدودیت ها در خرید و فروش سهام، اندازه (ظرفیت) سبد سهام و غیره نیز باید وارد مدل شود که در این صورت، مدل از حالت خطی به حالت غیر خطی تبدیل می گردد که حل آن نیز بسیار مشکل خواهد بود [۱۴].

در صورتی که طرحهای سرمایه گذاری (سهام) زیاد باشد، با پیچیدگی محاسباتی روبرو می شویم. از این رو، روشهای ابتکاری زیادی برای توسعه و حل مدل فوق ارائه گردیده است. برای مثال لوراشی^۶ و دیگران (۱۹۹۵)، با استفاده از الگوریتم ژنتیک^۷، رولند^۸ (۱۹۹۶) با استفاده از روش جستجوی ممنوعه^۹، تاناکا و گو^{۱۰} (۱۹۹۹) با استفاده از برنامه

⁵ Jia & Dyer

⁶ Loraschi

⁷ Genetic Algorithm

⁸ Rolland

⁹ Tabu Search

¹⁰ Tanaka & Guo

ریزی درجه ^{۱۲} به بسط و توسعه مدل ماکوینز پرداختند. اینویگوجی و رامیک^{۱۲} (۲۰۰۰) با مروری بر روشهای برنامه ریزی خطی، و روشهای احتمالی به مقایسه آنها پرداختند.

۲.۲. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی^{۱۳} یکی از معروف ترین فنون تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰، جهت تخصیص منابع کمیاب و نیز جهت نیازهای برنامه ریزی برای ارتش ابداع گردید. AHP از زمان معرفی اش تا کنون به یکی از پر کاربرد ترین روش های تصمیم گیری چند معیاره MCDM تبدیل شده و جهت حل مسایل بدون ساختار در حوزه های مختلف علایق و نیازهای انسانی، مثل سیاست، اقتصاد و علوم اجتماعی و مدیریت به کار رفته است. این روش امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می دهد و در هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبروست، می تواند مورد استفاده قرار گیرد. AHP تصمیم گیرندگان را قادر می سازد اثرات متقابل و همزمان بسیاری از وضعیت های پیچیده و نامعین را مشخص نمایند. این فرآیند تصمیم گیرندگان را یاری می کند تا اولویت ها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه خود تنظیم نمایند، بنحوی که احساسات و قضاوت های خود را بطور کامل در نظر گیرند (مومنی، ۱۳۸۵).

در حقیقت تحلیل سلسله مراتبی یک روشی در جهت تجزیه نمودن مسائل پیچیده تصمیم گیری با معیارهای مختلف و تبدیل آن به صورت یک درخت سلسله مراتبی، و اولویت بندی تصمیم های گروهی از تصمیم گیرندگان خبره است که سازگاری قضاوت آنها را نیز می سنجد [۱۵]، [۱۷]، [۲۳]، [۲۴]، [۲۶]. فرایند تحلیل سلسله مراتبی دارای اصولی است که در ادامه به آنها اشاره می گردد:

اصل ۱. شرط معکوسی (Reciprocal Condition)

اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $1/n$ خواهد بود.

این اصل باعث می شود مقایسات زوجی DM برای یک ماتریس $n*n$ نیاز به $n(n-1)/2$ مقایسه خواهد داشت.

اصل ۲. همگنی (Homogeneity)

عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل قیاس باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نهایت یا صفر باشد.

اصل ۳. وابستگی (Dependency)

¹¹ Quadratic Programming

¹² Inuiguchi and Ramik

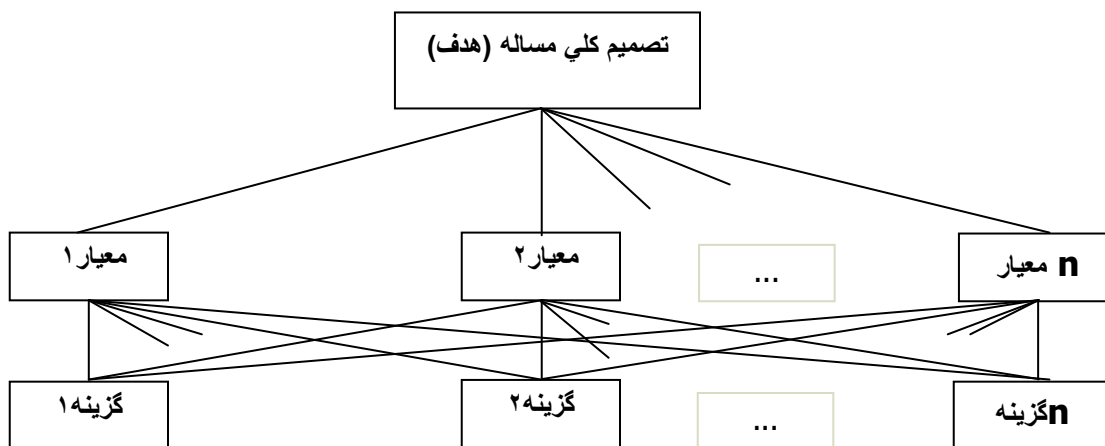
¹³ Analytic Hierarchy Process

هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد.

اصل ۴. انتظارات (Expectation)

هر گاه تغییر در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

هر گاه AHP به عنوان ابزار تصمیم گیری استفاده شود، گروه در آغاز باید یک درخت سلسله مراتب مناسب که بیان کننده مساله تحت مطالعه است را فراهم کند. سلسله مراتب تصمیم درختی است که با توجه به مساله تحت بررسی دارای سطوح متعدد است و عوامل مورد مقایسه و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می دهد. اختصاصاً سطح اول هر درخت بیان کننده هدف تصمیم گیری است. سطح آخر هر درخت بیان کننده گزینه هایی است که با همدیگر مقایسه می شوند و برای انتخاب در رقابت با همدیگر هستند. دیگر سطوح (میانی) نشان دهنده معیارهایی است که ملاک مقایسه گزینه ها هستند.



شکل ۱. نمایی از ساختار سلسله مراتبی

در حقیقت چارچوب فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس ماتریس و بردارهای وزنی محلی ایجاد می گردد که اهمیت نسبی معیارها را مشخص می کند (Dong et al., 2008). رابطه شماره ۲ بیانگر این موضوع است:

$$AW = \lambda_{Max} W$$

رابطه شماره ۲

که در آن A ماتریس مقایسات زوجی، W بردار ویژه، و λ_{Max} بزرگترین مقدار بردار ویژه برای ماتریس A می باشد.

همچنین برای تعیین نرخ سازگاری از روابط زیر استفاده می گردد:

$$C.I = \frac{\text{EMBED Equation. DS} \square T4 \square \square \square - n}{n - 1}$$

رابطه شماره ۳

$$C.R = \frac{C.I}{R.I}$$

رابطه شماره ۴

به طوری که اگر $C.R \leq 0,1$ باشد، نشان از سازگاری تصمیمات افراد خبره است.

۳. تئوری روابط خاکستری^{۱۴}

دنگ^{۱۵} (۱۹۸۲) مفهوم ارتباط خاکستری را که بر اساس تئوری سیستم ها بود بنا نهاد. این روش، همبستگی میان اجزای یک سیستم، و سری های مرجع را مورد کنکاش قرار می دهد [۱۲]. این تئوری برای حل مسائل مبهم و مسائلی که داده های گسسته و اطلاعات ناقص دارد به کار می رود و با استفاده از اطلاعات نسبتاً کم و با تغییر پذیری بسیار در معیارها، خروجی های رضایت بخش و مطلوبی را تولید می کند. تئوری خاکستری، همچون تئوری فازی یک مدل ریاضی اثربخش برای حل مسائل نامشخص و مبهم است. این تئوری در زمینه های بسیاری بکار گرفته شده و در زمینه حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره تحت عنوان تحلیل رابطه ای خاکستری بکار گرفته شده است. تحلیل رابطه ای خاکستری جزئی از تئوری خاکستری است که برای حل مسائلی که از روابط پیچیده ای بین عوامل و متغیرهایشان برخوردارند، مورد استفاده قرار می گیرد. تئوری سیستم های خاکستری الگوریتمی است که روابط غیرقطعی اعضای یک سیستم را با یک عضو مرجع تحلیل نموده و قابلیت استفاده در حل مسائل تصمیم گیری چندمعیاره را داراست.

مراحل تجزیه و تحلیل تئوری خاکستری به صورت زیر است:

۳.۱. محاسبه درجه رتبه خاکستری^{۱۶}:

اگر X_0 سری مرجع با k نهاده (معیار) از X_1, X_2, \dots, X_N باشد، در این صورت خواهیم داشت:

¹⁴ Grey Relational Theory

¹⁵ Deng

¹⁶ Grey Relational Grade

$$X_0 = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(j), \dots, X_0(k)\}$$

$$X_1 = \{X_1(1), X_1(2), \dots, X_1(j), \dots, X_1(k)\}$$

.

.

$$X_i = \{X_0 = \{X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(j), \dots, X_0(k)\}\}$$

.

.

$$X_N = \{X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(j), \dots, X_i(k)\}$$

ضریب رابطه خاکستری^{۱۷} برای تفاوت میان سری های X_i و سری های مرجع X_0 برای k th نهاده از رابطه زیر بدست می آید:

رابطه شماره ۵

$$\gamma_{0i} = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \xi \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \xi \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}$$

که برای سادگی و سهولت در فهم می توان فرمول بالا را به صورت زیر باز نویسی نمود:

$$\gamma_{0i} = \frac{\Delta \min + \xi \Delta \max}{\Delta X_{0i} + \xi \Delta \max}$$

رابطه شماره ۶

به طوری که ΔX_{0i} ارزش قدر مطلق میان X_0 و X_i در نهاده k th است، به طوری که داریم $\Delta X_{0i} = |X_0(k) - X_i(k)|$

و برای $\Delta \max = \max_i \max_j \Delta X_{0i}(k)$ و برای $\Delta \min = \min_i \min_k \Delta X_{0i}$ این روابط برقرار است. همچنین ξ مقدار ضریب تشخیص است که برابر ۰,۵ می باشد. برای محاسبه درجه رتبه روابط خاکستری از فرمول زیر استفاده می کنیم:

$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^k w_j \gamma_{0i}$$

رابطه شماره ۷

¹⁷ Grey Relational Coefficient

که W_j وزن نهاده k_{th} است که می توان به جای آن از $W_j = \frac{1}{k}$ استفاده نمود.

پیش از محاسبه ضریب روابط خاکستری بایستی داده های تحقیق بی مقیاس (نرمالیزه) شوند لذا برای اینکار می توان از دو روش زیر استفاده نمود (Hsia and Wu, 1997):

$$x_1^*(j) = \frac{x_i(j) - \min_j x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)}$$

رابطه شماره ۸

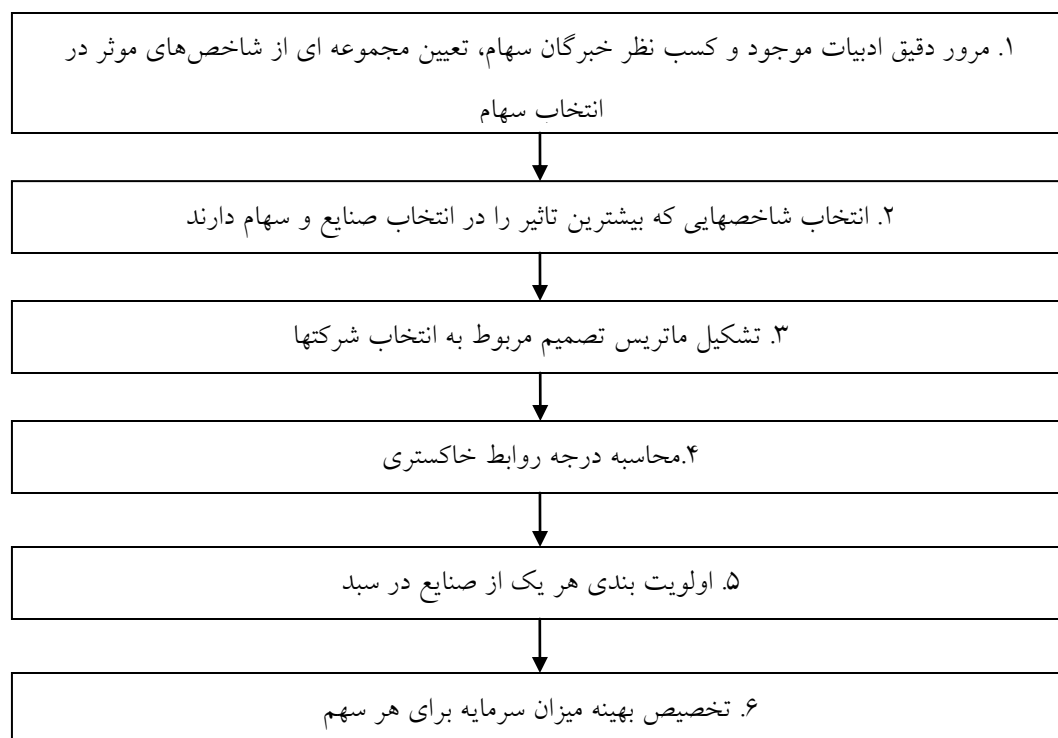
$$x_1^*(j) = \frac{\max_j x_i(j) - x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)}$$

رابطه شماره ۹

که ما از رابطه ۸ در این مقاله استفاده می کنیم.

۴. پیاده سازی مدل و روش تحقیق

روش تحقیق مجموعه ای از قواعد، ابزارها، راه های معتبر و نظام یافته برای بررسی واقعیت ها، کشف مجهولات و دست یابی به راه حل مشکلات است. اتخاذ روش تحقیق علمی تنها راه دست یابی به دستاوردهای قابل قبول و علمی است (خاکی ۱۳۸۳). در این تحقیق پس از مروری بر ادبیات و پژوهش های انجام شده، مجموعه ای از معیارها و شاخص ها جمع آوری گردید. پژوهش حاضر از نظر نوع داده کمی است، از نظر نتیجه کاربردی و از لحاظ هدف توصیفی و اکتشافی می باشد. با توجه به این که در این تحقیق، عملکرد گذشته شرکت ها مورد بررسی قرار می گیرد یا به عبارتی بهتر از اطلاعات تاریخی شرکت ها استفاده می گردد، بنابراین تحقیق از لحاظ طرح تحقیق، پس رویدادی محسوب می شود. شکل ۲ الگوریتم تحقیق حاضر را نشان می دهد.



شکل ۲. مراحل اجرای تحقیق

شاخص هایی که برای ارزیابی انتخاب سهام در نظر گرفته شد، ۱۹ مورد است که بر اساس نظر خبرگان و کارشناسان ارشد مالی و اساتید دانشگاه و همچنین فعالان بوس جمع آوری شده بود. جدول ۱ اوزان شاخص ها را که با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی بدست آمده است نشان می دهد.

جدول ۱. شاخص ها و اوزان اهمیتشان					
اهمیت شاخص	شاخص (C)	ردیف	اهمیت شاخص	شاخص (C)	ردیف
۰/۰۴	سود اقتصادی (EVA)	۱۱	۰/۰۸	قیمت سهم	۱
۰/۰۴	نسبت بتا	۱۲	۰/۰۸	EPS	۲
۰/۰۴	نسبت جاری	۱۳	۰/۰۸	DPS	۳
۰/۰۴	نسبت آنی	۱۴	۰/۰۸	عایدات هر سهم	۴
۰/۰۴	دفعات گردش موجودیها	۱۵	۰/۰۸	مدیریت شرکت*	۵
۰/۰۳	شاخص میانگین موزون	۱۶	۰/۰۸	نسبت سود عملیاتی	۶
۰/۰۴	شایعات بازار*	۱۷	۰/۰۵	تکنولوژی*	۷
۰/۰۳	عوامل بین المللی*	۱۸	۰/۰۷	نسبت قیمت بر درآمد P/E	۸

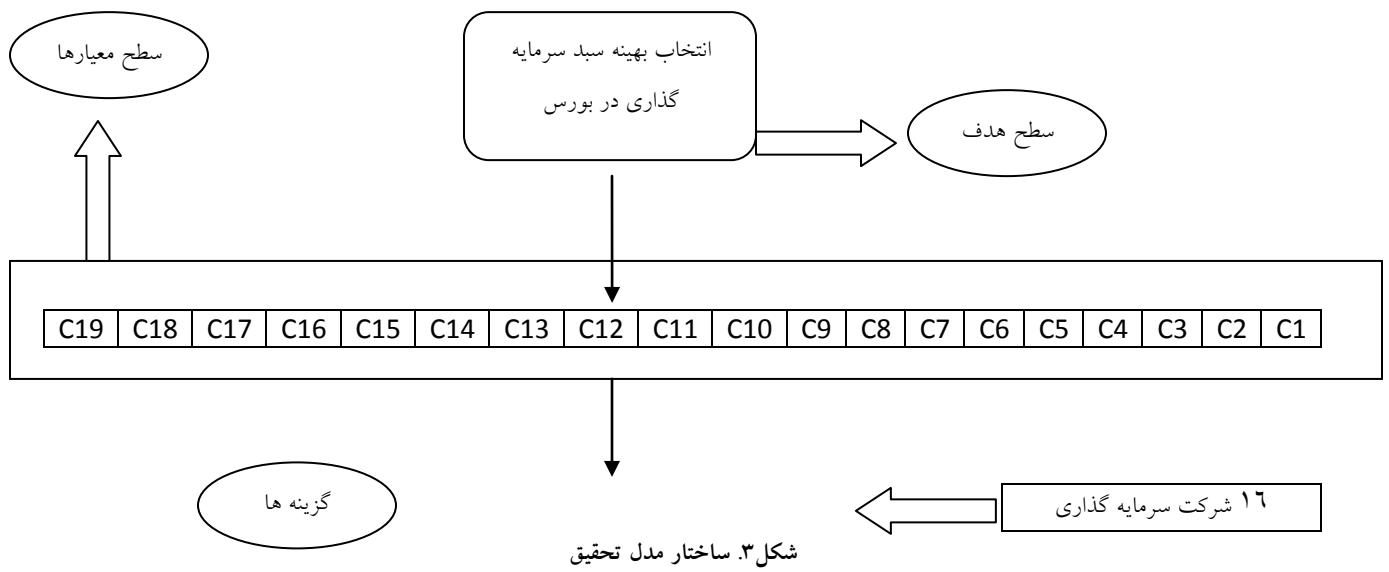
۰/۰۳	سیاست های دولت*	۱۹	۰/۰۴	اندازه شرکت	۹
			۰/۰۳	حجم سرمایه	۱۰

یکی از ویژگی های منحصر به فرد این تحقیق، وجود شاخص های کیفی است که در جدول ۱ با علامت ستاره دار مشخص شده اند. به عنوان مثال یکی از همین شاخص ها، که شایعات بازار است، سهم بسزایی در نواسانات قیمت و عرضه و تقاضای سهام دارد که در تصمیمات سرمایه گذاران اثر بسیار زیادی را می گذارد که این مطلب در تحقیقات گذشته مورد غفلت قرار گرفته است. جدول ۲، صنایع مورد نظر برای سرمایه گذاری را نشان می دهد.

جدول ۲. شرکتهای مورد مطالعه

سرمایه گذاری توسعه آذربایجان (A9)	سرمایه گذاری پتروشیمی ایرانیان (A1)
سرمایه گذاری توسعه خوزستان (A10)	سرمایه گذاری مسکن تهران (A2)
سرمایه گذاری توسعه توس (A11)	سرمایه گذاری آتیه دماوند (A3)
توسعه صنعتی ایران (A12)	سرمایه گذاری اعتبار ایران (A4)
سرمایه گذاری توسعه ملی (A13)	سرمایه گذاری البرز (A5)
سرمایه گذاری توکافولاد (A14)	سرمایه گذاری بانک ملی (A6)
سرمایه گذاری رنا (A15)	سرمایه گذاری بهمن (A7)
سرمایه گذاری ساختمان ایران (A16)	سرمایه گذاری پارس توشه (A8)

شکل ۳ ساختار سلسله مراتبی مدل تحقیق را نیز نشان می دهد.



جدول ۳، ضریب رابطه خاکستری (γ_{0i}) را برای شرکتها نشان می دهد.

جدول ۳. ضرایب رابطه خاکستری γ_{0i}

معيار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
نام شرکت (A1)	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۳۲	۰/۲۳
(A2)	۰/۱۱	۰/۳۷	۰/۷۶	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۵۴	۰/۲۴	۰/۱۰
(A3)	۰/۴۷	۰/۰۱	۰/۳۴	۰/۶۶	۰/۸۶	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۶۸
(A4)	۰/۶۴	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۵۸	۰/۷۸	۰/۲۳	۰/۳۹
(A5)	۰/۲۶	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۴۵	۰/۱۴	۰/۶۴	۰/۳۲	۰/۲۶

(A6)	۰/۹۸	۰/۷۵	۰/۱۶	۰/۷۳	۰/۶۹	۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۸۹
(A7)	۰/۱۹	۰/۷۱	۰/۱۴	۰/۹۵	۰/۴۲	۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۳۵
(A8)	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۷۶	۰/۳۲	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۳۷	۰/۱۵
(A9)	۰/۱۶	۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۶۹	۰/۶۲	۰/۱۳
(A10)	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۱۳	۰/۶۶	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۴۸	۰/۸۶
(A11)	۰/۸۳	۰/۷۳	۰/۶۴	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۶۸
(A12)	۰/۰۸	۰/۶۴	۰/۹۶	۰/۳۸	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۸۸	۰/۱۶
(A13)	۰/۸۵	۰/۱۴	۰/۶۹	۰/۹۷	۰/۷۴	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۶۴
(A14)	۰/۷۲	۰/۸۳	۰/۹۶	۰/۵۴	۰/۴۸	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۳۴
(A15)	۰/۱۸	۰/۷۶	۰/۹۸	۰/۴۳	۰/۲۸	۰/۷۱	۰/۲۷	۰/۴۳
(A16)	۰/۸۶	۰/۱۲	۰/۳۱	۰/۴۹	۰/۲۳	۰/۶۴	۰/۸۵	۰/۳۴

ادامه جدول ۳. ضرایب رابطه خاکستری γ_{0i}

معیار نام شرکت	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
(A1)	۰/۲۶	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۴۵	۰/۱۴	۰/۶۴	۰/۳۲	۰/۲۶
(A2)	۰/۶۲	۰/۱۶	۰/۸۲	۰/۱۴	۰/۶۲	۰/۱۴	۰/۶۲	۰/۷۲
(A3)	۰/۶۶	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۱۳	۰/۶۶	۰/۱۰	۰/۶۸	۰/۳۴
(A4)	۰/۷۶	۰/۵۱	۰/۶۹	۰/۲۴	۰/۸۵	۰/۵۶	۰/۱۷	۰/۶۲
(A5)	۰/۳۸	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۲۱	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۱۶	۰/۶۶
(A6)	۰/۱۳	۰/۸۹	۰/۴۹	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۳۷	۰/۸۵	۰/۷۶
(A7)	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۸۵	۰/۶۲	۰/۸۳	۰/۳۸
(A8)	۰/۹۶	۰/۷۴	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۹۸	۰/۴۸	۰/۰۸	۰/۱۳
(A9)	۰/۶۹	۰/۴۸	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۳۴	۰/۷۴
(A10)	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۱۴	۰/۷۶	۰/۱۴	۰/۶۹	۰/۱۸	۰/۴۸
(A11)	۰/۴۲	۰/۹۱	۰/۶۵	۰/۳۸	۰/۶۱	۰/۴۲	۰/۷۳	۰/۵۱
(A12)	۰/۵۱	۰/۳۸	۰/۷۵	۰/۵۶	۰/۳۲	۰/۴۲	۰/۱۶	۰/۹۱

با

(A13)	۰/۳۱	۰/۹۷	۰/۱۶	۰/۸۵	۰/۶۲	۰/۵۱	۰/۱۴	۰/۱۶
(A14)	۰/۸۹	۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۳۷	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۱۴
(A15)	۰/۱۶	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۸۵	۰/۵۴	۰/۳۸	۰/۶۵
(A16)	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۴۵	۰/۲۱	۰/۶۹	۰/۴۳	۰/۶۴	۰/۶۲

حال

داشتن مقادیر γ_{0i} می توان ضریب رتبه خاکستری را با استفاده از رابطه ۷ محاسبه نمود، که در جدول ۵ نتایج نهایی و رتبه هرکدام از شرکتها مشخص شده است.

جدول ۴. مقادیر درجه رتبه خاکستری شرکتها

شرکت	رتبه	درجه رابطه ی خاکستری
(A6)	۱	۰/۸۸
(A14)	۲	۰/۸۲
(A4)	۳	۰/۷۹
(A10)	۴	۰/۷۷
(A11)	۵	۰/۶۲
(A1)	۶	۰/۶۰
(A2)	۷	۰/۵۸
(A8)	۸	۰/۵۵
(A5)	۹	۰/۵۳
(A3)	۱۰	۰/۴۹
(A7)	۱۱	۰/۴۸
(A12)	۱۲	۰/۴۲
(A16)	۱۳	۰/۳۷
(A15)	۱۴	۰/۳۰
(A13)	۱۵	۰/۲۷
(A9)	۱۶	۰/۱۵

با توجه به مقادیر جدول ۵، چنین می توان نتیجه گیری نمود که سرمایه گذاری بانک ملی، سرمایه گذاری توکا فولاد و سرمایه گذاری اعتبار ایران رتبه های اول تا سوم را کسب نمودند. تا اینجا، به مسئله اصلی تحقیق، که همان رتبه بندی و شناسایی شاخص های سرمایه گذاری است پاسخ داده شده است، است اما در شرایط تصمیم گیری ممکن است با

محدودیت‌هایی همچون بودجه در دسترس برای سرمایه گذاری و یا محدودیت در خرید یک سهم خاص به دلیل عدم عرضه و یا وجود صفهای خرید طولانی و محدودیت‌هایی از این دست مواجه گردیم. لذا برای حل چنین مسئله ای، یک مدل ریاضی را برای تخصیص سهام پیشنهاد می کنیم. برای حل این گونه مسائل یعنی در شرایط وجود محدودیت، با ایجاد یک مدل ریاضی با هدف بیشینه سازی اوزان هر یک از سهام در سبد به منظور افزایش مطلوبیت و با استفاده از ضرایب بدست آمده از درجه رتبه خاکستری به عنوان ضرایب تابع هدف و همچنین تعریف محدودیت‌های احتمالی مساله جدید را با یکی از نرم افزارهای پژوهش عملیاتی همچون *LINGO* یا *QSB* حل نمود.

۴,۱ مدل ریاضی تحقیق

پارامترها و متغیرهای تحقیق به صورت زیر است:

جدول ۵. متغیرهای تحقیق

متغیر پارامتر	تعریف	ردیف	متغیر پارامتر	تعریف	ردیف
X8	سرمایه گذاری پارس توشه (A8)	۱۰	B	بودجه	۱
X9	سرمایه گذاری توسعه آذربایجان (A9)	۱۱	Q	محدودیت در خرید	۲
X10	سرمایه گذاری توسعه خوزستان (A10)	۱۲	X1	سرمایه گذاری پتروشیمی ایرانیان (A1)	۳
X11	سرمایه گذاری توسعه توس (A11)	۱۳	X2	سرمایه گذاری مسکن تهران (A2)	۴
X12	توسعه صنعتی ایران (A12)	۱۴	X3	سرمایه گذاری آتیه دماوند (A3)	۵
X13	سرمایه گذاری توسعه ملی (A13)	۱۵	X4	سرمایه گذاری اعتبار ایران (A4)	۶
X14	سرمایه گذاری توکافولاد (A14)	۱۶	X5	سرمایه گذاری البرز (A5)	۷
X15	سرمایه گذاری رنا (A15)	۱۷	X6	سرمایه گذاری بانک ملی (A6)	۸
X16	سرمایه گذاری ساختمان ایران (A16)	۱۸	X7	سرمایه گذاری بهمن (A7)	۹

مدل ریاضی تحقیق به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{MaxZ} : & .60x_1 + .58x_2 + .49x_3 + \\ & .79x_4 + .53x_5 + .88x_6 + .48x_7 + \\ & .55x_8 + .15x_9 + .77x_{10} + .62x_{11} + \\ & .42x_{12} + .27x_{13} + .82x_{14} + .30x_{15} + \\ & .37x_{16} \end{aligned}$$

st :

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{16} = B$$

$$x_1 \leq Q_1$$

$$x_2 \leq Q_2$$

.

.

.

$$x_{16} \leq Q_{16}$$

.

.

.

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16} \geq 0, \text{int}$$

با حل مدل فوق می توان میزان تخصیص سرمایه و حداکثر مطلوبیتی را که مورد انتظار است، بدست آورد.

۵. نتیجه گیری

از دهه ی ۱۹۵۰، انتخاب بهینه سبد سهام مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. مدل مارکویتز با اینکه یک ابتکار جدید در حل چنین مسائلی بود، اما راه حل آن نتوانست حتی برای مسائل کوچک نیز مناسب باشد. لذا تحقیقات زیادی برای توسعه و بهبود مدل او انجام گرفت. بسیاری از مدل‌های ارائه شده، تنها معیارهای کمی را برای انتخاب سهام در نظر گرفته بودند، در صورتی که بسیاری از فاکتورها همانند مدیریت شرکت، شایعات بازار و غیره تاثیر بسیار زیادی بر شرایط بازار سهام می گذارند. لذا این تحقیق با به کارگیری ترکیبی از دو روش AHP و تئوری خاکستری و طراحی یک مدل برنامه ریزی خطی و همچنین در نظر گرفتن شرایط عدم اطمینان و وارد نمودن متغیرهای کیفی از قبیل شایعات بازار و مدیریت شرکت، گامی در جهت بهبود مسائل مرتبط با انتخاب سهام برداشته است. در حقیقت پژوهش حاضر یک استراتژی و تکنیک جدیدی را برای انتخاب سبد سهام به کار گرفته است.

هدف اصلی این مقاله، به کارگیری روشی نوین در جهت انتخاب بهترین صنعت برای سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار بود. مدل پژوهش حاضر، شامل ۱۹ معیار اساسی بود که از طریق خبرگان و اساتید دانشگاه و کارگزاران بورسی

بدست آمد. پس از استخراج شاخص های تاثیر گذار در بورس، اوزان هر یک از شاخص ها با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی^{۱۸} بدست آمد. سپس برای انتخاب بهترین صنعت در سبد سرمایه گذاری، و به دلیل عدم قطعیت در بازارهای مالی، و همچنین کاهش عدم اطمینان، از تئوری خاکستری استفاده شد. همچنین با وجود یک سری محدودیت ها از قبیل بودجه ای که برای سرمایه گذاری لازم است و تعداد سهامی که بایستی خریداری گردد، یک مدل ریاضی برای حل این مشکل پیشنهاد گردید.

برای تحقیقات آتی پیشنهاد می گردد:

۱. با اضافه نمودن سهام های هر صنعت در تحقیق فوق، مدل تحقیق را بسط و توسعه دهند.
۲. از آنجا که در روش AHP استفالال سطوح مطرح است و هیچ گونه وابستگی و ارتباطی بین معیارها نیست، ولی در واقعیت چنین نیست، و میان عوامل ارتباط وجود دارد، پیشنهاد می گردد از روش فرایند تحلیل شبکه (^{۱۹}ANP) استفاده گردد و نتایج را با تحقیق فوق سنجید.
۳. با افزایش تعداد صنایع و همچنین سهام های مربوط به آنان، می توان پایایی تحقیق حاضر را افزایش داد.

منابع

۱. خاکی غلامرضا، (۱۳۸۳). "روش تحقیق با رویکردی به پایان نامه نویسی". تهران. نشر بازتاب.
۲. رییس زاده، محمد رضا، محسنی، ابراهیم، عبداللهی، امید (۱۳۹۱) "بررسی ارتباط بین Q توبین و معیار سود تقسیمی هر سهم DPS در ارزیابی عملکرد شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران وامکان جایگزینی آن". نشریه تحقیقات حسابداری و حسابرسی، شماره ۱۴
۳. شریفی سلیم، علیرضا (۱۳۸۸). "ارائه مدلی بمنظور انتخاب سبد سهام در بازار بورس و اوراق بهادار بوسیله تصمیم گیری چند معیاره (مطالعه موردی: ۵۰ شرکت برتر)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
۴. شعری، صابر، نادری، محمد مهدی (۱۳۹۲) "بررسی ارتباط عوامل کلان اقتصادی و ریسک اعتباری شرکتهای". نشریه تحقیقات حسابداری و حسابرسی، شماره ۱۷

¹⁸ Paired comparison matrix

¹⁹ Analytical Network Process

۵. ۳. طیبی، سید کمیل، ناصر موحدنیا، معصومه کاظمینی (۱۳۸۷)، "به کار گیری شبکه های مصنوعی در پیش بینی متغیرهای اقتصادی و مقایسه ی آن با روش های اقتصاد سنجی: پیش بینی روند نرخ ارز در ایران"، مجله علمی و پژوهشی شریف، شماره ۴۳، صص ۹۹-۱۰۴.

۶. عالم تبریز، اکبر، افشاری، محمد علی، ملکی، محمد حسن، سیاهکالی مرادی، جواد، محمدی، جواد، (۱۳۸۹). "انتخاب بهینه سبد سهام با استفاده از مدل شبکه عصبی - مصنوعی، اریما و مدل مارکوویتز در بورس اوراق بهادار تهران"، اولین کنفرانس سالانه مدیریت، نوآوری و کارآفرینی، شیراز.

۷. عباسی، ابراهیم، علیدوست اقدم، محمد (۱۳۹۲) "تاثیر متغیرهای بنیادی بر بازده سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران" نشریه تحقیقات حسابداری و حسابرسی، شماره ۱۷

۸. مومنی، منصور (۱۳۸۵). مبحث نوین در تحقیق در عملیات. انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران.

۷. Deng, J.L., (1982). Control problems of grey system. *Systems and Control letters* 1, 288-294.

۸. Deng, J.L., (1988). Properties of relational space for grey system. In: Deng, J.L. (Ed.), *Essential Topics on Grey System—Theory and Applications*. China Ocean, Beijing, pp. 1-13.

۹. Dong, Y., Xu, Y., Li, H., Dai, M., 2008. A comparative study of the numerical scales and the prioritization methods in AHP. *European Journal of Operational Research* 186, 229-242.

۱۰. Gondzio, J., & Grothey, A. (2007). Solving non-linear portfolio optimization problems with the primal-dual interior point method. *European Journal of Operational Research*, 181(3), 1019-1029.

۱۱. H. Tanaka, P. Guo, I.B. Turksen (2000). Portfolio selection based on fuzzy probabilities and possibility distributions, *Fuzzy Sets and Systems* 111 (3) 387-397.

۱۲. Hsia, K.H., Wu, J.H., (1997). A study on the data preprocessing in Grey relational analysis. *Journal of Chinese Grey System* 1, 47-53.

۱۳. Huang, S.J., Chiu, N.H., Chen, L.W., (2008). Integration of the Grey relational analysis with genetic algorithm for software effort estimation. *European Journal of Operational Research* 188, 898-909.

- 1ϵ. Ince, H., & Trafalis, T. B. (2006). Kernel methods for short-term portfolio management. *Expert Systems with Applications*, 30, 535–542.
- 1Ϟ. Jia, J., & Dyer, J. S. (1996). A standard measure of risk and risk-value models. *Management Science*, 42(12), 1691–1705.
- 1ϟ. Lee, M., Pham, H., Zhang, X., (1999). A methodology for priority setting with application to software development process. *European Journal of Operational Research* 118, 375–389.
- 1Ϡ. Loraschi, A., Tettamanzi, A., Tomassini, M., Svizzero, C., Scientifico, C., & Verda, P. (1995). Distributed genetic algorithms with an application to portfolio selection. In D. W. Pearson, N. C. Steele, & R. F. Albrecht (Eds.), *Proceedings of the international conference on artificial neural networks and genetic algorithms (ICANNGA95)* (pp. 384–387). Berlin: Springer-Verlag.
19. Macharis, C., Springael, J., Brucker, K.D., Verbeke, A., 2004. Promethee and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis: Strengthening Promethee with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research* 153, 307–317.
- 1ϡ. M. Inuiguchi, T. Tanino, (2000). Portfolio selection under independent possibilistic information, *Fuzzy Sets and Systems* 115 (1) 83–92.
- ϣ. Markowitz, H. M., & Arnott, R. D. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7(7), 77–91.
20. Markowitz, H.M. *Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets*, Basil Blackwell Ltd. Oxford (1987).
- 2ϣ. Miller, Merton H.(1999) the history of finance *The Journal of Portfolio Management*
- 2Ϟ. Rolland, E. (1996). A tabu search method for constrained real-number search: Applications to portfolio selection. Columbus: Ohio State University, Department of Accounting & Management Information Systems.
- 2ϟ. Saaty, T.L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill Publications.

2Δ Saaty, T.L., (1994). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces* 24 (6), 19–43.

2ϵ Tang Yu, Fujun Xu, Xuhui Wan and Yan-Qing Zhang (2002); " Web-based Fuzzy Neural Networks for Stock Prediction", Second international workshop on Intelligent systems design and application Dynamic Publishers, Inc. Atlanta, GA, USA .

2ν Tung, S.L., Tang, S.L., (1998). A comparison of the Saaty's AHP and modified AHP for right and left eigenvector inconsistency. *European Journal of Operational Research* 106, 123–128.

2λ Wu, M.-C., & Chang, W.-J. (2007). A short-term capacity trading method for semiconductor fabs with partnership. *Expert Systems with Applications*, 33(2), 476–483.

Selection of optimal portfolio in stock market with a hybrid approach of grey relationship analysis (GRA) and linear Linear programming model

Ramezan ali roeyaei PHD

Mahdi beshkooch

Abstract

Investors are always considering selecting a set of stocks in financial markets, which have more profit and less risk. In classical model of investment, the main issue was distributing capital for stuck buying. There are so many methods were proposed to select stocks and in this paper, for selecting four (4) stocks in different industries, we combined analytical hierarchy process (AHP) and Grey theory. In this, the four industries in the field of machinery and equipment, insurance, pharmaceutical and investment companies was used as the sample. Also samples were selected by judgmental. For weighting the attributes, AHP was applied and then, by Grey theory, and the achieved weights by AHP, the industries were prioritized. This new approach can be useful to investors as a means for selecting a basket of stocks that has the best performance.

Keywords: Stock markets, portfolio, gray relation analysis (GRA), Analytical Hierarchy Process (AHP).