رویکرد دو مرحله ای ریاضی در بهینه سازی سبد سهام

*سعید خدامرادی[1]

محمد ترابی گودرزی[2]

محمد ابراهیم راعی عزآبادی[3]

رویکرد دو مرحله ای ریاضی در بهینه سازی سبد سهام

چکیده

فرآیند انتخاب سبد سهام یکی از مسائلی است که مورد توجه محققین زیادی بوده است. معیارهای مختلف دخیل در این فرآیند طی زمان دچار تغییر و تحول شده و این وضعیت استفاده از ابزار مناسب پشتیبانی تصمیمات سرمایه گذاری را ضروری می سازد. در این مقاله با استفاده از مدل ریاضی چند مرحله ای روش جدیدی برای حل مساله انتخاب سهام با عنایت به عملیاتی ساختن رویکرد تحلیل بنیادی ارائه می شود. ابتدا با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی اولویت عوامل موثر در انتخاب صنایع را تعیین می کنیم و سپس با حل یک مدل برنامه ریزی خطی، اوزان هر یک از صنایع با توجه به محدودیت های متعارف و خروجی رویکرد تحلیل سلسله مراتبی بدست می آید. در نهایت اوزان مربوط به سهام موجود در هر صنعت با بکارگیری مدل برنامه ریزی آرمانی مشخص می شود. در این مقاله به منظور اطمینان از اعتبار مدل ارائه شده با استفاده از اطلاعات واقعی به آزمون آن پرداخته ایم. نتایج نشان می دهد که مدل ارائه شده می تواند منجر به انتخاب سبد سهام با بازدهی بالاتر شود.

کلمات کلیدی

تحلیل بنیادی، انتخاب سبد سهام، تحلیل سلسله مراتبی، برنامه ریزی خطی آرمانی، مدل

[1] استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه شاهد(نویسنده مسئول) ایمیل: saeed379@yahoo.com همراه: 09123175284- ایران، تهران، دانشگاه شاهد.

[2] کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی دانشگاه شاهد ایمیل: mohammad.torabi61@gmail.com

[3] دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی دانشگاه شاهدایمیل: meraei68@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

تصمیم گیرندگان حوزه سرمایه گذاری اغلب ناگزیر به انتخاب از میان گزینه های مختلف می باشند. پیشنهادات گوناگونی در خصوص انجام فعالیتی به دست آنها می رسد و آنها بایستی به قدر کافی با اصول مقایسه گزینه های مختلف از نظر سودآوری آشنا باشند تا بتوانند بهترین گزینه را انتخاب نمایند(سن جو، شی زوا و دیگران،1378).

تنوع روشهای سرمایه گذاری و پیچیدگی تصمیم های مزبور در چند دهه اخیر افزایش چشم گیری داشته است. این رشد گسترده، نیاز فزاینده ای به مدلهای فراگیر و یکپارچه ایجاد نمود که برای پاسخگویی به این نیاز، مدل سازی مالی از پیوند رویکرد مالی و برنامه ریزی ریاضی به وجود آمده است. این مدلها از پیشرفت های برنامه ریزی ریاضی و مباحث مالی به موازات هم استفاده می نمایند. سرمایه گذاری در چارچوب سبد سهام، در پرتو اندیشه های مارکویتز و شارپ روند تکاملی پیموده و کاربرد برنامه ریزی ریاضی، دقت سرمایه گذاری در سبد سهام را افزایش داده است(آذر، عادل و معماریانی، عزیز ا...، 1376).

بازار سرمایه کشور ما از کارایی لازم برخوردار نیست و برای کسب بازده منطقی نمی توان فقط به اطلاعات موجود اکتفا کرد. بنابراین با توجه به گزینه های فراوان پیش رو و نیز عدم کارایی بازار، نیاز است مدلی طراحی گردد که برای حداکثر سازی بازده و حداقل کردن ریسک سبد سهام موثر واقع شود.

تحقیقات و مطالعات بسیاری که در حوزه تعیین سبد سهام بهینه و استفاده از مدلهای مدرن و در تعامل با یکدیگر انجام گرفته، نشان از اهمیت این موضوع دارد که چگونه می توان با مدیریت صحیح سبد سهام، نسبت به تشکیل پربازده ترین سبد سهام اقدام کرد. در چند دهه اخیر اساس تئوریهای مالی (فرضیه بازار کارا، عقلایی بودن سرمایه گذار و ضریب بتا) از جانب صاحبنظران کنونی مورد تردید واقع شده است. به عبارت دیگر مدلهای موجود در انتخاب سبد سهام بهینه، از اعتبار کافی برخوردار نمی باشند(عباس نژاد، علی اکبر،1380). بنابراین ضرورت دارد مدلی طراحی گردد که نسبت به مدل های انتخاب سبد سهام بهینه قبلی دارای اعتبار بوده و در شرایط عدم اطمینان موجود، سرمایه گذاران را در انتخاب سبد بهینه سهام یاری رساند.

رویکرد تحلیل بنیادی[1] به عنوان یکی از رویکردهای معتبر در برنامه ریزی سبد سهام شامل چندین مرحله مرتبط به هم و دارای ساختار می باشد. ارتباطات بین شاخص های مختلف در مراحل این رویکرد نشان دهنده پیچیدگی موجود در تحلیل های سرمایه گذاری است. کارشناسان و متخصصین سرمایه گذاری معتقد به تحلیل بنیادی معمولا بررسی وضعیت سهام را به صورت مرحله انجام می دهند. ابتدا متغیرهای مربوط به فضای کسب و کار یا محیط کلان مربوط به سهم را بر حسب صنعت معین و تجزیه تحلیل می کنند. سپس تحلیل مرحله بعد بر حسب وضعیت صنعت انجام و نتایج حاصله به صورت مفروضات به تحلیل شرکت یا سهم انتقال می یابد. در وضعیت ترکیبی که چندین شرکت یا سهم مورد بررسی قرار می گیرد یکی از نیازمندی های اصلی رتبه بندی یاتعیین وزن و اهمیت هر صنعت، سپس تعیین وزن یا اهمیت سهام موجود در هر صنعت به منظور سرمایه گذاری می باشد. از آنجا که چنین روشی طی سالیان متمادی مورد استفاده جامعه حرفه ای قرار می گیرد بنابراین فرصت و ظرفیت مناسبی برای استفاده از روش های کمی خصوصا چند معیاره وجود دارد.

[1] Fundamental Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس توضیحات و نکات فوق چگونه می توان با توجه به شرایط محیطی حاکم بر بورس تهران و ویژگی های مربوط به صنایع و شرکت های پذیرفته شده در آن و همچنین ترجیحات سرمایه گذاران، ساز و کاری مناسب به منظور انتخاب سبد سهام با بیشترین بازده طراحی نمود؟

پاسخ به سوال فوق منجر به طراحی یک مدل چند مرحله ای ریاضی برای انتخاب بهینه سبد سهام می شود. در ادامه و در بخش دوم به مرور پیشینه تحقیق می پردازیم. بخش سوم مدل دو مرحله ای شامل مواردی همچون تعریف مساله، متغیرهای تصمیم، محدودیت ها،پارامترها وکلیه فرضیات و قراردادهای مربوط به آن می شود. بخش چهارم به روش حل و تجزیه و تحلیل پاسخ ها اختصاص یافته و در نهایت نتیجه گیری و پیشنهادات ارائه می شود.

2- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

پیش بینی ناپذیری موجود در بازدهی سهام منجر به ارائه مدلی توسط مارکویتز[1] شد که با تنوع بخشی[2] ریسک ناشی از سرمایه گذاری را حداقل می کند. این کار در سال 1952 یک نوآوری قابل توجه در نظریات علمی سرمایه گذاری پدید آورد. مشکلات محاسباتی در حل مدل مارکویتز، شارپ[3] را بر آن داشت تا شاخص جدیدی به منظور پیش بینی نرخ بازدهی سهام پیشنهاد کند. این شاخص بتا نامیده شد و درجه حساسیت نرخ بازده سهام به تغییرات در شاخص بورس را اندازه گیری می کند. البته او اعتقاد داشت که شاخص بورس می تواند به طور مناسب وضعیت اقتصادی هر کشور را تبیین کند. نتایج تحقیقات شارپ و دو تن از محققین پارادایمی در حوزه سرمایه گذاری تحت عنوان مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای[4] پدید آورد(راعی، رضا، تلنگی، احمد، 1383). استیو راس(1976) فرضیه بازار کارا که مدل CAPM بر اساس آن شکل گرفته بود را رد کرد. او ادعا کرد که بیش از یک فاکتور در تغییرات قیمت سهام موثر است. بر این اساس دو سهم که ریسک و بازده مشابه دارند نمی توانند در قیمت های متفاوت فروخته شوند(Farrel, James. L, 1997). بنا بر نظریه آربیتراژ، فرصتی حاصل می شود که از قانون وجود یک قیمت تخطی شده باشد و چنین فرصتی معمولادر بیش از یک بازار مبادلاتی ایجاد می شود(Bodie, Zuiand, et al, 1996).

چارنز و کوپر[5](1955) مقاله ای در خصوص برنامه ریزی آرمانی[6] منتشر کردند. تابع هدف مدل ریاضی موجود در مقاله آنها، کمینه نمودن مجموع قدر مطلق انحرافات از مقاصد مشخص بود. اولویت اهداف یا مقاصد نیز می تواند توسط تصمیم گیرنده تعیین شود و همچنین اهداف می توانند دارای مقیاس های متفاوت اندازه گیری باشد(اصغر پور، محمد جواد،1383).

لی و لرو[7] (1973) با الهام از چارنز و کوپر یک مدل GP برای انتخاب سبد بهینه سهام ارائه کردند که تقریبا تمامی محدودیت های متعارف در یک مساله سرمایه گذاری را در خود جای می دهد(Lee, Sang, M. & Lerro. A. J, 1973). لی و چیسر[8](1980) با اضافه کردن مفهوم اولویت بندی اهداف و چند محدودیت جدید به توسعه مدل لی و لر پرداختند. همزمان مدل های بسیاری با نگاه احتمالی و تصادفی در صدد توسعه مدل های فوق ایجاد شد (Lee. Sang M. and Chesser Dalton. L., 1980).

---

[1] Markowitz
[2] Diversification
[3] Sharp
[4] CAPM
[5] Charnes & Cooper
[6] Goal Programming (GP)
[7] Lee & Lerro
[8] Lee & Chesser

Archive of SID

www.SID.ir

برخی از محققین در سال های اخیر مفروضات اساسی مدل های مالی موجود تا آن زمان را زیر سوال برده و آنها را منطبق با جهان واقع نمی دانند(Xidonas, Panos, 2012). از دیدگاه آنان حضور متغیرها و شاخص های فراوان، محدودیت مدل های جامع در برنامه ریزی سبد سهام را عیان ساخته و نوعی نگاه تجزیه ای و چند بخشی اما در قالبی مرتبط و سلسله مراتبی را ضروری می سازد.

ساعتی[۱] و دیگران(1980)، با استفاده از مدل تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی[۲] و با در نظر گرفتن معیارهای مؤثر در انتخاب سبد سهام، اقدام به ارائه مدلی جهت رتبه بندی و انتخاب سهام کردند(Saaty, Thomas L, 1980). بهمنی[۳] و دیگران(1985)، با اتکا بر مدل ساعتی به توسعه الگوی آنان در استفاده از مدل AHP در انتخاب سبد سهام اقدام کردند. آنها سه دسته از عوامل تاثیرگذار جدید شامل خصوصیات سرمایه گذار، ویژگی های سرمایه گذاری و خصوصیات سرمایه گذاری های جایگزین را به عنوان معیار در انتخاب سبد سهام وارد کردند(Bahmani, Nick, 1985). جی. اشنایدر[۴] و دیگران(1992)، در پژوهشی به تخصیص ثروت با استفاده از GP پرداخته اند. آنها در این پژوهش، یک یک مدل GP را جهت تخصیص ثروت سرمایه گذار ارائه دادند(J. Schniderjans. Mark, 1992). مزیانی[۵] (2003)، در تحقیقی به ارزیابی محدودیت ها و موانع جریانات سرمایه بین المللی با استفاده از روش AHP پرداخت. او در این تحقیق با استفاده از روش AHP اثبات کرد که چگونه می توان یک سبد بهینه سهام سرمایه ای تشکیل داد بطوریکه جریانات سرمایه ای، کمترین تأثیر را در آن داشته باشند(Meziani, Seddik, 2003). ونگرن[۶] و دیگران(2007)، در تحقیقی با استفاده از روش AHP به انتخاب بهترین استراتژی از میان استراتژی های موجود در یک صنعت پرداختند. (vengren, Kalle, 2007).

تلاش های تحقیقاتی چندی در ترکیب روش های چند معیاره در خصوص موضوعات مختلف انجام شده است. راماناتان[۷] وگانش[۸] (1995) با استفاده از الگوی ترکیبی AHP و GP اقدام به تخصیص منابع انرژی برای مصارف مختلف نمودند. این دو محقق با در نظر گرفتن نه معیار کمی و سه معیار کیفی و با استفاده از روش AHP منابع انرژی را اولویت بندی نمودند. در نهایت با استفاده از GP، سهم هر یک از منابع در تأمین انرژی بخشهای مختلف خانگی، تعیین گردید(R. Ramanathan& L. S. Ganesh, 1995). جیانیکاس[۹] و دیگران(1995)، از مدل ترکیبی GP و AHP در تخصیص تجهیزات اداری به کارکنان یک دانشگاه استفاده کردند(Giannikos, Ioannis, 1995) . همچنین قدسی پور و ابراین[۱۰](2001) یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری به منظور حل مساله انتخاب عرضه کنندگان در فرآیند برون سپاری با استفاده از ترکیب GP و AHP ارائه کردند(Ghodsypour, S. H. & O.Brien, C, 2001). سبی و بایراکتار[۱۱](2003) به توسعه مدل قدسی پور و ابراین در خصوص انتخاب عرضه کنندگان در حوزه تولید مواد غذایی پرداختند(Cebi, Ferhan & Bayraktar, Demet , 2003) . وانگ[۱۲] و دیگران(2004) تحقیق مشابهی با استفاده از یک

[1]Saaty
[2] Analytical Hierarchy Process(AHP)
[3]Bahmani
[4]J. Schniderjans
[5]Meziani
[6]vengren
[7]Ramanathan
[8]Ganesh
[9]Giannikos
[10]Ghodsypour & O.Brien
[11] Cebi & Bayraktar
[12] Wang

Archive of SID

www.SID.ir

الگوریتم ترکیبی GP وAHP انجام دادند(Wang , Ge, H, 2004). نایدو و گویندراجولو[1](2007) از این الگوریتم ترکیبی به منظور انتخاب یک نرم افزار معماری استفاده کردند(Naidu, M.M. & Govindarajulu, P, 2007).

پارا[2] و دیگران(2001)، در پژوهشی به انتخاب یک پرتفوی بهینه برای یک سرمایه گذار خصوصی با استفاده از سه معیار بازده، ریسک و نقدشوندگی پرداختند. آنها برای این منظور از GP و برنامه ریزی فازی استفاده نمودند (Parra, M. Arenas, 2001).

چنگ[3](2005)، در پژوهشی به بهینه سازی پرتفوی با استفاده از رویکرد GP پرداخت. او در این پژوهش برای حل مساله بهینه سازی پرتفوی در T دوره، T+2 محدودیت کمکی، 2T محدودیت علامت کمکی و 2T متغیر پیوسته اضافی تعریف نمود(Chang, Ching-Ter, 2005). رودریگز[4] و دیگران(2011)، در پژوهشی به بررسی و آزمایش نسخه های جدیدی از دو روش موثر در حل مسائل چند هدفه پرداختند. هدف آنان از انجام این پژوهش این بود تا تصمیم گیرنده را در دستیابی به راه حلی کارا در مسائل انتخاب پرتفوی قادر سازند(Rodríguez, Rafael, 2011).

جباری(1379)، با استفاده از AHP به رتبه بندی صنایع ایران بر اساس شاخص های منتخب اقتصادی پرداخت. صنایع مورد مطالعه شامل 7دسته بوده و 9 شاخص مهم اقتصادی نیز در این تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است(جباری، فرخ، 1379). دلبری(1380)، در تحقیقی با عنوان " بررسی معیارهای موثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی" به اولویت بندی شرکت ها و سهام موجود در یک صنعت پرداخت(دلبری، مهدی، 1380). ابزری و دیگران(1381)، در پژوهشی با عنوان " کاربرد مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)در تعیین معیارهای مؤثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران"،معیارهای موثر بر انتخاب سهام را با استفاده از روش AHP اولویت بندی نمودند. به عقیده آنان نحوه انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار، یکی از مسائل مهم سرمایه گذاران در این گونه بازارهاست. اگر سرمایه گذار در انتخاب سهام به طور منطقی تصمیم گیری نماید، می تواند به بازدهی بیش از میانگین بازار دست یابد(ابزری، مهدی، سامتی، مرتضی و دلبری، مهدی، 1381).

هادوی نژاد (1383)،در تحقیقی با استفاده از رویکرد MADM به شناسایی عوامل موثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت. تحقیق او فقط محدود به شرکت های سیمان بود(هادوی نژاد،مصطفی،1383). ابزری و دیگران(1384)، در پژوهشی به بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی پرداخته و در پایان یک مدل کاربردی ارائه دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که نتایج این تحقیق می‌تواند برای شرکت‌های سرمایه‌گذاری، مدیران عالی، مدیران مالی، تحلیل‌گران اوراق بهادار، بانک‌ها و بانکداران، مؤسسات بیمه، پژوهشگران این رشته و به‌طورکلی سرمایه‌گذاران کاربرد مؤثر داشته باشد(ابزری، مهدی،کتابی، سعیده وعباسی، عباس، 1384).

خلیلی عراقی(1385)، در پژوهشی سعی کرده است جهت انتخاب بهینه بدره سهام از GP -که یکی از مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره است- مدد گرفته شود. به منظور انتخاب بهینه، از میان شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس معیارهایی که اهم آن نقدشوندگی سهام شرکت است، چند شرکت انتخاب و اطلاعات مورد نیاز مربوط به هر سهم محاسبه شد. سپس با توجه به داده‌ها و آرمانهای سرمایه‌گذار، با استفاده از مدل لGP موجبات کمک به اتخاذ تصمیم فراهم گردید(خلیلی عراقی، مریم،1385).

[1] Naidu & Govindarajulu
[2] Parra
[3] Chang
[4] Rodriguez

Archive of SID

www.SID.ir

همانگونه که ملاحظه کردید، تلاش های زیادی به منظور استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره به صورت ترکیبی یا منفرد در حل مسائل مختلف انجام شده است. علی رغم بکارگیری این روش ها در حل مساله سبد سهام به نظرمی رسد باید تلاشی دیگر در راستای عملیاتی کردن رویکرد تحلیل بنیادی با اتکا بر روش های چند معیاره ترکیبی انجام شود. با توجه به خلا موجود، این تحقیق در چنین مسیری گام بر می دارد.

3- مدل پژوهش و روش اجرای آن

3-1- تعریف مساله

الف) فضای کلان حاکم بر عملیات کسب و کار یک شرکت یا سهم حاوی متغیرهای متعددی است. این متغیرها به صورت ساختاری تاثیرات خود را در صنعت مربوطه به صورت همزمان یا با تاخیر وارد می کنند. وضعیت این متغیرها و پویایی های آنها باعث تبدیل هر یک به عامل ریسک خواهد شد.

ب) صنعت عبارت است از شرکت هایی که محصولات نسبتا مشابه تولید می کند، فلذا از حیث فضای کلان کسب و کار و وضعیت رقابت دارای سرنوشت تقریبا یکسان هستند. به عبارت دیگر، تغییرات متغیرهای فضای کلان مربوط به یک صنعت به صورت نسبتا یکسانی بر شرکت های موجود در آن صنعت اثر می گذارد.

ج) اصلی ترین ریسک های حاکم بر وضعیت یک صنعت عبارت از ریسک نقدینگی، بازار، تجاری و سیاسی هستند. این ریسک ها می توانند به عنوان معیارهای اصلی یا عوامل کیفی در تعیین اولویت صنایع در پرتفوی پیشنهادی مورد استفاده قرار گیرند.

د) معیارهای کمی در انتخاب سهم هر صنعت سبد سهام شامل انحراف معیار درصد تغییرات شاخص ها، حاشیه سود متوسط هر صنعت، میانگین بازده انتظاری آن و حدود بالایی و پایینی میزان سرمایه گذاری در آن صنعت می باشد.

ه) وزن های تعیین شده به ازای هر صنعت به عنوان محدودیت در مرحله انتخاب کمیت هر سهم موجود در آن صنعت باید وارد شود.

و) پس از تعیین وزن هر صنعت در سبد سهام باید نوع و کمیت هر سهم انتخابی از آن صنعت را بدست بیاوریم. مجموع وزن سهام انتخابی در یک صنعت نباید فراتر از وزن همان صنعت باشد.

ز) در مرحله تعیین وزن هر سهم، دو دسته محدودیت های هدفی و سیستمی از دیدگاه سرمایه گذار مطرح خواهد شد.

ح) در بخش محدودیت های سیستمی، وزن هر صنعت در سبد سهام باید لحاظ شود. همچنین حداکثر میانگین نسبت قیمت بر درآمد کل سبد سهام از مولفه های اساسی در تعیین ترکیب سبد سهام خواهد بود.

ط) در بخش محدودیت های هدفی، شاخص یتا یا کمیت ریسک سیستماتیک، بازده واقعی هر سهم، نرخ بازده سرمایه گذاری، ریسک غیر سیستماتیک و نسبت اهرمی از اهمیت برخوردارند.

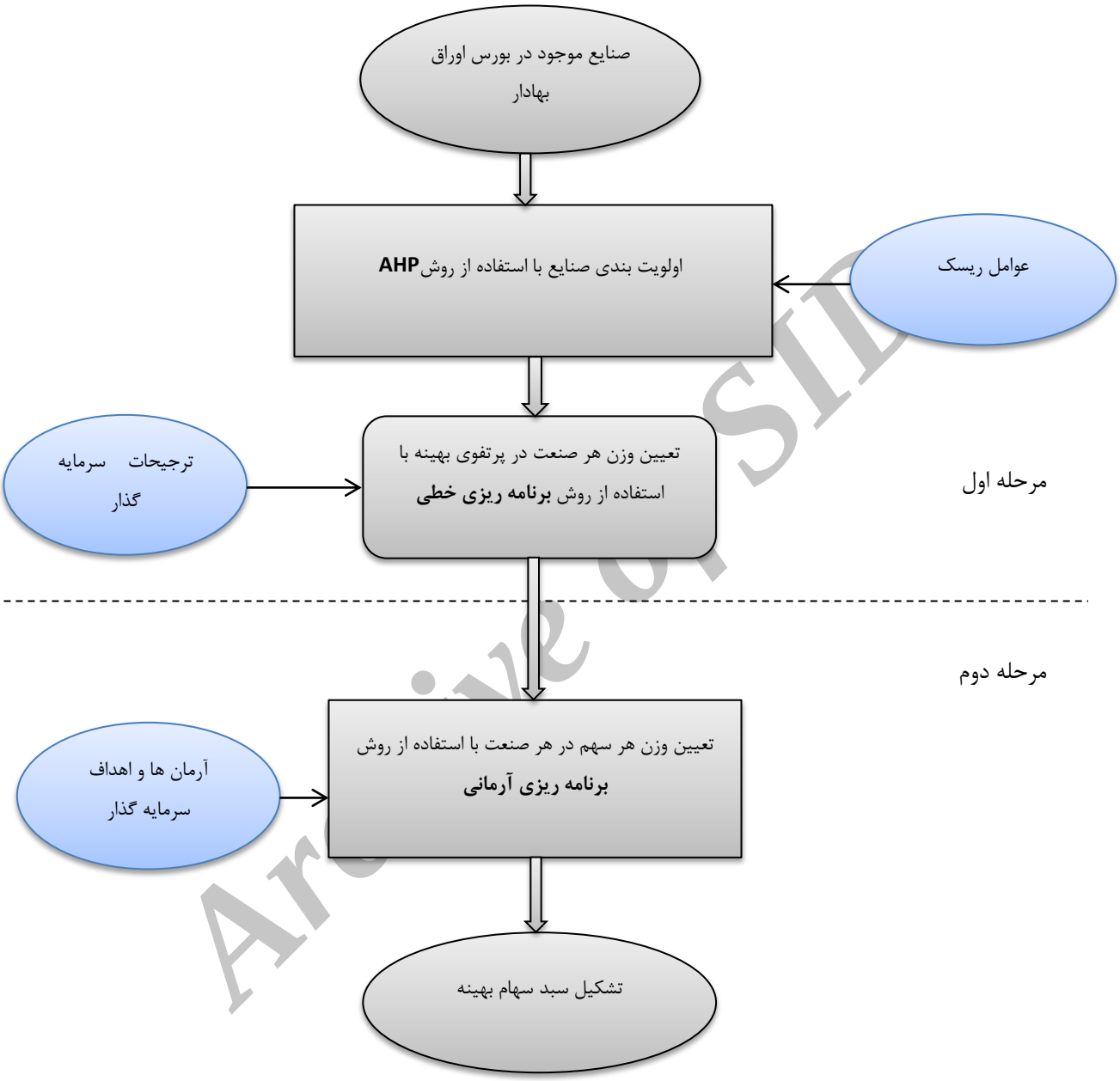
3-2- چارچوب شماتیک مدل دو مرحله ای

همانگونه که در شکل زیر ملاحظه می کنید، فرآیند سرمایه گذاری بر حسب روش تحلیل بنیادی با رویکرد کمی شامل یک سلسله مراتب دو مرحله ای می باشد. بر اساس منطق موجود در الگوهای سلسله مراتبی، تصمیمات اتخاذ شده یا

Archive of SID

www.SID.ir

مقادیر بهینه متغیرهای تصمیم در مرحله اول به عنوان محدودیت های تصمیم گیری در حل مدل مرحله دوم وارد خواهند شد.



شکل1: رویکرد دو مرحله ای

3-3- صورت بندی مدل ریاضی

متغیرهای تصمیم پیشنهادی به شرح زیر می باشد:

X_i: وزن صنعت iام در سبد سهام پیشنهادی

X_{ij} : وزن سهم jام از صنعت iام در سبد سهام پیشنهادی

www.SID.ir

مدل ریاضی پیشنهادی برای مرحله اول به صورت زیر می باشد:

$$Max\ Z = \sum_{i=1}^{m} W_i X_i$$

Subject to:

- میانگین انحراف معیار درصد تغییرات شاخص صنایع

$$\sum_{i=1}^{m} v_i X_i \leq V$$

- حداقل بازدهی

$$\sum_{i=1}^{m} r_i X_i \geq R$$

- حداقل حاشیه سود

$$\sum m_i X_i \geq M$$

- میزان سرمایه گذاری

$$\sum_{i=1}^{m} X_i = 1$$

- حداقل سرمایه گذاری در هر صنعت

$$X_i \geq L_i \qquad i = 1,2,\dots,m$$

$$X_i \geq 0$$

مدل ریاضی پیشنهادی برای مرحله دوم به شرح زیر می باشد:

Archive of SID

www.SID.ir

$$Min\ Z = \sum_{i=1}^{m} P_i(d_i^+ + d_i^-)$$

Subject to:

- ریسک سیستماتیک

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}X_{ij} + d_1^- - d_1^+ = B$$

- بازده واقعی سهام

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} r_{ij}X_{ij} + d_2^- - d_2^+ = R$$

- نرخ بازده سرمایه گذاری

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} m_{ij}X_{ij} + d_3^- - d_3^+ = M$$

- ریسک غیر سیستماتیک

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} \delta_{ij}X_{ij} + d_4^- - d_4^+ = \sigma$$

- نسبت اهرمی

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} l_{ij}X_{ij} + d_5^- - d_5^+ = L$$

- محدودیت انتخاب سهام با توجه به حجم صنعت در پرتفوی

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \le U_i \qquad i = 1,2,\dots,m$$

- متوسط نسبت P/E

$$\sum_{j=1}^{n} p_{ij}^e X_{ij} \le P_i^E \qquad i = 1,2,\dots,\mathrm{m}$$

$$X_{ij}, d_i^-, d_i^+ \ge 0$$

پارامترهای استفاده در دو مدل فوق عبارت اند از:

Archive of SID

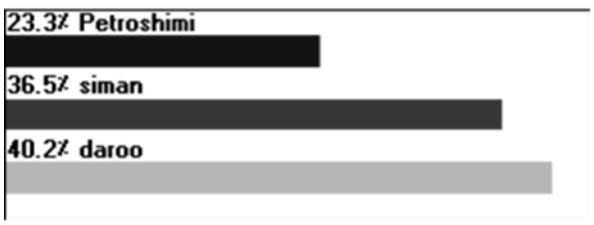
www.SID.ir

اولویت صنعت i	W_i
انحراف معیار درصد تغییرات شاخصها	v_i
میانگین حاشیه سود خالص صنعت i	r_i
میانگین حسابی بازده صنعت i	m_i
حد پایین سرمایه گذاری در صنعت i	L_i
میانگین ضرایب بتای سهم i از صنعت j	b_{ij}
میانگین بازده های واقعی سهم i از صنعت j	r_{ij}
میانگین نرخ بازده سرمایه گذاری سهم i از صنعت j	m_{ij}
میانگین ریسک غیر سیستماتیک سهم i از صنعت j	δ_{ij}
میانگین نسبت اهرمی سهم i از صنعت j	l_{ij}
حد بالای سرمایه گذاری	U_i

4- نتایج پژوهش

4-1- نتایج حاصل از اجرای مدل مرحله اول

به منظور اجرای مدل، بازه زمانی 1384 تا 1387 مد نظر قرار گرفته و اطلاعات مورد نیاز نیز از سایت های رسمی سازمان بورس اوراق بهادار جمع آوری شده است. صنایع پتروشیمی، سیمان و دارو به دلیل حجم معاملات، همگن بودن نسبی صنایع از حیث اطلاعات پایه سهام و دسترسی به اطلاعات معاملاتی انتخاب شده اند. همچنین در صنعت پتروشیمی شرکت های پتروشیمی آبادان، اراک، اصفهان و خارک، در صنعت سیمان شرکت های سیمان تهران، سپاهان و شمال و در صنعت دارو شرکت های کیمیدارو، لقمان و جابر ابن حیان انتخاب شده اند. ابتدا پرسش نامه تحلیل سلسله مراتبی بر اساس ریسک های چهارگانه مورد نظر به عنوان معیار تهیه و به حدود 12 نفر از کارشناسان و متخصصین در امور سرمایه گذاری در چند شرکت سرمایه گذاری فعال در بورس تهران ارائه شد. پس از جمع آوری و تحلیل توسط نرم افزار Expert Choice، اولویت های هر یک از صنایع استخراج شد که در شکل شماره 2 نتایج این اولویت بندی را ملاحظه می فرمایید.



Archive of SID

www.SID.ir

شکل2: نتایج اولویت بندی صنایع

وزن های بدست آمده نشان دهنده اولویت ها(W_i) هستند که در مدل مرحله اول به عنوان ضریب وارد می شود. در تمامی جداول نرخ سازگاری کمتر از 0/1 بوده است. همچنین اطلاعات مربوط به ضرایب فنی در محدودیت های مدل با استفاده از اطلاعات مدارک و مستندات رسمی سازمان بورس جمع آوری و پردازش شده اند. همچنین اطلاعات مربوط به مقادیر سمت راست هر یک از پنج محدودیت را در جدول زیر ملاحظه می کنید.

جدول1: مقادیر سمت راست

محدودیت	1	2	3	4	5
میانگین b_i	0/73	0/39	0/015	1	0/1

پس از ورود پارامترها به مدل و اجرای آن در نرم افزار Lingo، سهم بهینه هر یک از صنایع مورد نظر به شرح زیر بدست آمده است.

جدول2: نتایج حل مدل مرحله اول

صنعت	پتروشیمی	سیمان	دارو
مقدار بهینه	0/10	0/46	0/44

4-2- نتایج حاصل از اجرای مدل مرحله دوم

مدل اصلی حاوی پنج محدودیت آرمانی و دو محدودیت سیستمی است. اولویت یا جرائم انحرافات هر یک از محدودیت های هدفی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی بر اساس نظرات کارشناسان سرمایه گذاری مشخص شده است. در جدول زیر این ضرایب ارائه شده اند.

جدول3: ضرایب مربوط به اولویت ها یا جرائم آرمان ها در تابع هدف

آرمان	1	2	3	4	5
وزن انحراف	0/436	0/249	0/141	0/092	0/082

نرخ سازگاری حدود 0/09 بدست آمده است. سپس اطلاعات در مورد دفعات و نرخ معاملاتی در طول دوره مطالعه جمع آوری و پردازش شد. محدودیت اول اشاره به ریسک سیستماتیک یا بتا دارد. محدودیت دوم به حاشیه سود خالص هر صنعت بر می گردد. برای محاسبه بازدهی از روش میانگین حسابی استفاده می کنیم. به این معنی که بازده های سهام هر یک از شرکت ها را در طول دوره به تفکیک محاسبه کرده، سپس از آن میانگین می گیریم. در اینجا نیز اطلاعات مربوط به بازده هر سهم محاسبه و در نهایت با یکدیگر تجمیع می شود. همچنین ممکن است بازده واقعی سرمایه گذاری در شرکت ها بر اساس صورت های مالی اظهار شده محاسبه و به صورت میانگین در محدودیت سوم مدل وارد شود. ریسک غیر سیستماتیک را به صورت انحراف معیار در سودهای حاصله از عملکرد تک تک شرکت ها بدست می آوریم. نسبت اهرمی هر سهم یا شرکت با استفاده از اطلاعات صورت های مالی محاسبه می شود. در

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیت ششم، حد بالایی سرمایه گذاری در هر صنعت که از نتایج پاسخ بهینه مدل مرحله اول می باشد به ازای هر صنعت در سمت راست محدودیت ها اعمال می شود. نسبت قیمت به درآمد نیز نشانگر دید بلندمدت و ریسک های موجود برای آن می باشد. بنابراین این نسبت به صورت میانگین برای هر یک از شرکت ها محاسبه و به عنوان مقدار سمت راست در مدل مرحله دوم وارد می شود.

پس از اجرای مدل در نرم افزار Lingo، خلاصه نتایج بدست آمده به صورت زیر می باشد.

جدول4: نتایج بدست آمده از حل مرحله دوم مدل

شرکت	پتروشیمی آبادان	پتروشیمی اراک	پتروشیمی اصفهان	پتروشیمی خارک	سیمان تهران	سیمان سپاهان	سیمان شمال	کیمیدارو	دارویی لقمان	جابر ابن حیان	جمع
مقدار	0	0	0	0/1	0/12	0/12	0/22	0/34	0	0/1	1

با توجه به جدول فوق و اطلاعات وارده به مدل، میزان سرمایه گذاری در سهام هر یک از شرکت ها بدست می آید. از بین متغیرهای انحراف از آرمان فقط متغیر D_4^+ بزرگتر از صفر شده و این بدان معناست که سایر آرمان ها به نحو احسن برآورده شده اند.

4-3- اعتباریابی مدل

به سه شکل این اعتباریابی انجام شده است. ابتدا به تحلیل حساسیت پارامترهای کنترلی وزن انحرافات در مدل مرحله دوم اقدام کرده ایم. این کار مبتنی بر نظریه بهینه سازی نیرومند یا باثبات[1] انجام شده که طی آن با اجرای پنج سناریوی مختلف بر روی مقادیر اوزان انحراف و حل مدل تغییرات اندکی در پاسخ ها ایجاد شده است. این خود نقطه قوتی در مدل ارائه شده به شمار می رود.در حالت دوم، برای آزمون مدل با توجه به اطلاعات سهام دهگانه در همان بازه زمانی از الگوی مارکویتز استفاده کرده ایم. برنامه ای در نرم افزارMATLAB نوشته و اجرا شد. خروجی به صورت جدول زیر است.

جدول5: نتایج بدست آمده از حل به روش مارکویتز

شرکت	پتروشیمی آبادان	پتروشیمی اراک	پتروشیمی اصفهان	پتروشیمی خارک	سیمان تهران	سیمان سپاهان	سیمان شمال	کیمیدارو	دارویی لقمان	جابر ابن حیان	جمع
مقدار	0/11	0/07	0	0/1	0/18	0/22	0/11	0/1	0/05	0/07	1

همچنین میانگین بازدهی و بتای وزنی سبد سهام حاصله از روش پیشنهادی این مقاله و روش مارکویتز در جدول زیر آمده است.

جدول6: مقایسه نتایج مدل پیشنهادی و روش مارکویتز

مدل	پیشنهادی	مارکویتز
میانگین وزنی بازده	٪22/35	٪23/94

[1] Robust Optimization

Archive of SID

www.SID.ir

بتای وزنی	0/9668	1/206221
بتا به بازده	0/04	0/05

همانطور که ملاحظه می کنید، نتایج مدل پیشنهادی ریسک کمتری در مقایسه با بازده کسب شده ایجاد می کند و همچنین نتایج تقریبا نزدیکی با روش مارکویتز دارد.

در حالت سوم به منظور تعیین اعتبار مدل، اطلاعات سبد سهام یک شرکت سرمایه گذاری بورسی واقعی دارنده سهام دهگانه این تحقیق طی سال مالی منتهی به 1387/6/31 مورد بررسی قرار گرفت. با فرض اینکه سبد سهام شرکت حاوی همین تعداد سهم باشد، درصد هر سهم از کل سبد سهام محاسبه شد. به عبارت دیگر فرض کردیم در سال مالی مورد نظر شرکت مزبور فقط امکان سرمایه گذاری در آن ده سهم را داشته باشد. اطلاعات مقایسه ای در جدول زیر ارائه شده است.

جدول8: نتایج مقایسه با یک مورد واقعی

شرکت	اوزان سرمایه گذاری		بازده یکساله سهم	میانگین وزنی بازده	
	مورد واقعی	مدل پیشنهادی		مورد واقعی	مدل پیشنهادی
پتروشیمی آبادان	0/01	0	-11/15	-0/1115	0
پتروشیمی اراک	0/27	0	-34/87	-0/4149	0
پتروشیمی اصفهان	0/17	0	-0/82	-0/1394	0
پتروشیمی خارک	0/03	0/10	85/74	2/5722	8/57
سیمان تهران	0/34	0/12	37/55	12/767	4/51
سیمان سپاهان	0/08	0/12	47/53	3/8024	5/70
سیمان شمال	0/09	0/22	7/4	0/666	1/63
کیمیدارو	0	0/34	8/13	0	2/76
لقمان	0/01	0	19/37	0/1937	0
دارو سازی جابر ابن حیان	0	0/10	-8/22	0	-0/82
جمع	1	1	-------	**10/3355**	**22/35**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول بالا نشان می دهد چنانچه با استفاده از مدل طی سال مورد نظر نسبت به تشکیل پرتفوی اقدام می شد، سرمایه گذار می توانست 22/35 درصد بازده کسب نماید. مشاهده می شود استفاده از مدل می توانسته بازدهی سرمایه گذاری را 116٪ افزایش دهد.

5- نتیجه گیری و بحث

همانگونه که ملاحظه کردید، مدلی مبتنی بر ترکیبی از روش های چند معیاره و چند هدفه برای حل مساله سبد سهام ارائه شد. در این تحقیق سعی کردیم با رویکردی عملیاتی روش تحلیل بنیادی را بکار بگیریم. طی دو مرحله ابتدا تعیین وزن هر صنعت، سپس تعیین وزن هر سهم در همان صنعت با استفاده از این مدل عملیاتی شد. در نهایت با استفاده از سه حالت گوناگون به اعتباریابی مدل اقدام نمودیم. نتایج نشان دهنده مطلوبیت رویکرد دو مرحله ای پیشنهادی در حل مساله سبد سهام می باشد.

همانطور که دیدیم سه صنعت نسبتا مشابه از حیث ویژگی ها و ماهیت فعالیت برای تحلیل و اجرای مدل انتخاب شد.همچنین باید به وضعیت محیط کلان در دوره مورد نظر نیز توجه داشته باشید.با توجه به دوره زمانی داده ها ،نتایج استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی نشان دهنده گرایش متخصصان به صنایع دارای سهام برخوردار از بازده واقعی بیشتر و دارای کمترین نوسانات شاخص صنایع می باشد.این سه صنعت و وزن انتخابی هر یک بر حسب مدل مرحله اول بیشترین سود نقدی را در عین اجتناب از ریسک سیستماتیک به سرمایه گذاران پیشنهاد می کند.نتیجه حل مدل مرحله اول بر اساس ترجیحات سرمایه گذاران بهترین پیشنهاد است و به عنوان محدودیت وارد مرحله دوم می شوند.از آنجا که اولویت بندی انحرافات هدفی در مدل مرحله دوم نیز توسط همان کارشناسان انجام شده بیشترین وزن انحرافات به دو آرمان ریستک سیستماتیک و بازدهی واقعی سهام تخصیص یافته و این نشان دهنده واقع گرائی روش دو مرحله ای می باشد.چنین چیزی ضمن ایجاد اتصال منطقی بین دو مرحله ویژگی اصلی روش تحلیل بنیادی در حل مساله را حفظ می کند.پس از حل مدل مرحله دوم کمیت هر سهم در صنایع انتخابی مرحله اول بدست می آید.میزان سهام حاصله سبب حداکثر سازی بازدهی سبد سهام خواهد شد.بنا براین می توان گفت که صنایع و سهامی برگزیده شده اند که کمترین ریسک و بیشترین بازدهی ممکن را نصیب سرمایه گذار نموده اند.در مرحله اعتباریابی این ادعا اثبات شده است.

عدم کارائی موجود در بازار اوراق بهادار کشورمان قابلیت روش های متکی به داده های تاریخی را زیر سوال برده و استفاده از آنها را با ابهام روبرو ساخته است.در بیشتر منابع موجود در ادبیات علمی این تحقیق روش هائی به منظور حل بخشی از مساله تحلیل بنیادی ارائه شده در حالیکه ما در صدد دستیابی به روشی هستیم که بطور جامع بتواند آن را پوشش دهد.البته این تحقیق می تواند نقطه شروعی در این مسیر تلقی شود در عین حالیکه این ادعا در مقایسه با منابع موجود کاملا اثبات شده و در مورد خاص خود نیز از کارائی برخوردار می باشد.

مطالعه حاضر خالی از اشکال و کاستی ها نمی باشد. برای تکمیل و تداوم این تحقیق پیشنهادات کاربردی زیر ارائه می شود:

- در حوزه کاربردی می توان بنای ایجاد یک ساز و کار پشتیبانی تصمیم گیری که امکان جمع آوری و پردازش داده های ورودی به مدل در هر مرحله را به صورتی سیستماتیک و سهل تر فراهم نماید، پایه ریزی کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

- همچنین کارشناسان سرمایه گذاری با انتخاب صنایع و سهم های دیگر مدل را در معرض آزمون اجرا قرار داده و از آن استفاده کنند.

همچنین از لحاظ نظری و توسعه تئوریک موارد زیر پیشنهاد می شود:

- تبدیل مدل به یک مدل چند مرحله ای یا چند دوره ای که به صورت پویا مساله را حل کند؛
- استفاده از شیوه جدیدتر نظیر تحلیل شبکه ای در مدل مرحله اول به منظور اولویت بندی صنایع؛
- طراحی مدلی که امکان انتخاب صنعت و سهم را به طور همزمان داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

Mathematical Two-Stage Approach in Portfolio Optimization

Saeed Khodamoradi

Mohammad Torabi Goodarzi

Mohammad Ebrahim Raei Ezabadi

Abstract

The process of portfolio selection is a subject that many researchers focus on it. Different criteria that affect this process change during the time and this situation make it important use suitable investment decisions support tool. In this paper, by using a multi-stage mathematical model, a new method is provided for solving stock selection problem according to fundamental analysis approach. First, we determine the priority of factors affecting industries selection by using analytical hierarchy process and then by solving a linear programming model, the weights of each industry is determined according to the common constraints and output of analytical hierarchy process approach. Finally, by using goal programming model, the weights of stock in each industry is determined. In this paper, in order to validating the presented model, we test it by real data. The results show that the presented model can lead to select a portfolio with higher return.

Keywords

Fundamental Analysis, Portfolio Selection, Analytical Hierarchy Process, Goal Linear Programming, Model

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

1. آذر، عادل و معماریانی، عزیز ا...(1376)، برنامه ریزی شولا تکنیکی نوین برای برنامه ریزان، نشریه علمی دانشگاه شاهد، شماره 9 و 10.

2. ابزری، مهدی، سامتی، مرتضی و دلبری، مهدی(1381)، کاربرد مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در تعیین معیارهای مؤثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران، مجله برنامه و بودجه، شماره 77: 3-28.

3. ابزری، مهدی،کتابی، سعیده وعباسی، عباس(1384) ، بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش های برنامه ریزی خطی و ارائه یک مدل کاربردی، مجله جامعه شناسی و علوم اجتماعی، دوره بیست و دوم، شماره دوم: 17-1.

4. اصغر پور، محمد جواد(1383)، تصمیم گیری چند معیاره، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

5. جباری، فرخ(1379)، رتبه بندی صنایع ایران بر اساس شاخص های منتخب اقتصادی از روش AHP، پایان نامه کارشناسی ارشد: دانشگاه تهران.

6. خلیلی عراقی، مریم(1385)، انتخاب بدره بهینه سهام با استفاده از برنامه ریزی آرمانی، مجله پژوهشنامه اقتصادی، شماره20، 214-193.

7. دلبری، مهدی(1380)، بررسی معیارهای موثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان.

8. راعی، رضا، تلنگی، احمد(1383)، مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته، چاپ اول ، تهران: انتشارات سمت.

9. سن جو، شی زوا؛ فوشی می، تامی اُ و فوجی تا، سی ایچی(1378)، تحلیل بهره وری و سود آوری، ترجمه سید عباس جوادی، چاپ اول، تهران، انتشارات نوادر.

10. عباس نژاد، علی اکبر(1380)، ارزیابی مالی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، دانشگاه امام صادق.

11. هادوی نژاد،مصطفی(1383)، شناسایی عوامل موثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران(محدود به شرکت های سیمان) با استفاده از رویکرد MADM، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه امام صادق(ع).

12. Bahmani, Nick & Yamoah David & BasseerPotkin&RezvaniFarahmand(1985), Using The AHP To Select Investment In A Heterogenous Environment, Montclair State College.

13. Bodie, Zuiand & Kane, Alex & Marcuse Alan. J (1996), Investments, 3d. Ed, IRWIN.

14. Cebi, Ferhan & Bayraktar, Demet(2003), An Integrated Approach for Supplier Selection, Logestics Information Management, Vol. 16, No. 6.

15. Farrel ,James. L (1997), Portfolio Selection: Theory and Application, 2th. Ed, Mc Grow – Hill, p: 91.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Chang, Ching-Ter(2005), A modified goal programming approach for the mean-absolute deviation portfolio optimization model, Applied Mathematics and Computation, Volume 171, Issue 1, 1 December 2005, Pages 567–572.

17. Ghodsypour, S. H. & O.Brien, C(2001), A decision support system for supplier selection using an integrated analytical hierarchy process and linear programming, International journal of production economics.

18. Giannikos, Ioannis , El-Darzi, Elia & Lees, Patrick(1995), An Integer Goal Programming Model to Allocate Offices to Staff in an Academic Institution, Journal of the Operational Research Society, Vol. 46, No. 6.

19. J. Schniderjans. Mark & S. Zorn. Thomas & R. Johnson .Robert (1992), Allocating Total Wealth: A Goal Programming Approach, University of Nebraska – Lincoln & Creighton University.

20. Lee. Sang M. and Chesser Dalton. L. (1980), Goal Programming for Portfolio Selection, the Journal of Portfolio Management.

21. Lee, Sang, M. & Lerro. A. J. (1973), Optimizing the Portfolio Selection for Mutual Funds, The journal of Finance.

22. Naidu, M.M. & Govindarajulu, P.(2007), An Integrated Approach of Analytical Hierarchy Process Model and Goal Programming Model (AHP-GP Model) for Selection of Software Architecture, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 7, No. 10.

23. Parra, M. Arenas, Terol, A. Bilbao &Uría, M.V. Rodríguez(2001), A fuzzy goal programming approach to portfolio selection, European Journal of Operational Research, Volume 133, Issue 2, Pages 287–297.

24. R. Ramanathan& L. S. Ganesh(1995), Energy Resource Allocation Incorporating Qualitative And Quantitative Criteria: An Integrated Model Using Goal Programming And AHP, Socio-Economic Planning Sciences, Volume 29, Issue 3.

25. Rodríguez, Rafael, Luque, Mariano & González, Mercedes(2011), Portfolio selection in the Spanish stock market by interactive multiobjective programming, SPRINGER LINK, Volume 19, Issue 1, pp 213-231.

26. Saaty, Thomas L.; Rogers, Paul C.; Pell, Ricardo (1980), Portfolio Selection Through AHP, Journal of Portfolio Management, Spring80, Vol. 6 Issue 3, p18-23.

27. Meziani, Seddik (2003), Assessing the Effect of Investment Barriers on International Capital Flows Using an Expert – System, the Multinational Business Review, and Volume 11, No 2.

28. vengren, Kalle , Korpela, Jukka , Tuominen ,Markku , Sierila, Pentti(2007), AHP-based expert analysis of forest industry strategies, International Journal of Industrial and Systems Engineering - Vol. 2, pp. 375 – 392.

29. Wang , Ge, H. Huang, Samuel, P. Dismukes, John(2004), Pruduct-Driven Supply Chain Selection Using Integrated Multi-Criteria Decision-Making Mothodology, International Journal Production Economics, No. 91.

30. Xidonas, Panos, et al(2012). Multicriteria portfolio management. Springer New York.

Archive of SID

www.SID.ir