

مسئله انتخاب سبد سهام با رویکرد بنیادین و حذف همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی

امیرعباس نجفی*^۱ و سید مطلب منصوری^۲

^۱ استادیار دانشکده مهندس صنایع - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تهران

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشگاه پیام نور مرکز تهران شمال - تهران

(تاریخ دریافت ۹۱/۸/۷، تاریخ دریافت روایت اصلاح‌شده ۹۱/۴/۱۹، تاریخ تصویب ۹۲/۷/۸)

چکیده

هدف از این مقاله ارائه رویکردی مناسب در مواجهه با مسئله انتخاب سبد سهام با استفاده از رویکرد بنیادین با در نظر گرفتن همبستگی بین معیارهای ارزیابی است. در این پژوهش با استفاده از مقایسات زوجی، شرکت‌های مغلوب حذف و همبستگی بین نسبت‌های مالی به عنوان شاخص‌های ارزیابی با استفاده از فرآیند گرام-اشمیت در جبر خطی، حذف یا کاهش داده می‌شود و در نهایت از رویکرد *DEA* با استفاده از مدل *MSBM* سهام برتر معرفی می‌شود. برای بیان کارایی رویکرد توسعه داده شده، از داده‌های ۲۰۲ شرکت فعال در ۲۲ گروه صنعت موجود در بورس اوراق بهادار تهران در فاصله زمانی سال‌های ۸۸-۸۹ استفاده شده و در دو حالت وجود و نبود همپوشانی بین مدل‌ها، سبد سهامی معرفی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که سبد حاصل از اجرای این رویکرد، نسبت به بازده دو مدل *CCR*، *BCC* و بازار بهتر عمل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب سبد سهام، تحلیل پوششی داده‌ها، نسبت‌های مالی، همبستگی، فرآیند گرام-اشمیت

مقدمه

اغلب روش‌های حل مسئله، انتخاب سبد سهام از مدل مارکوویتز یا روش‌هایی بوده که در آن ریسک به شکل انحراف منفی بازده پیش‌بینی شده، تعریف می‌شود [۱]؛ بنابراین در انتخاب سبد سهام مارکوویتز از نسبت‌های مالی استفاده نمی‌شود. علاوه بر این، حذف مؤثر همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی در نسبت‌های مالی به وسیله روش تحلیل پوششی داده‌ها برای اولین بار در این تحقیق ارائه می‌شود. داده‌های استفاده شده در این تحقیق، قطعی است و در صورتی که داده‌های غیر قطعی استفاده شود، باید از مدل‌هایی استفاده کرد که توانایی مواجهه با داده‌های غیر قطعی را داشته باشند. سهرابی و نالچگیر مدلی را برای مواجهه با داده‌های کیفی ارائه داده‌اند [۲].

برای بررسی کارایی استفاده کرده‌اند. پاتاری و همکاران به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که می‌توان با استفاده از معیارهای ارزش‌گذاری شامل قیمت سهام و ارزش بازار شرکت به عنوان ورودی و عوامل سود ناخالص، استهلاک و سود قبل از بهره، مالیات و استهلاک به عنوان خروجی‌های مدل *DEA* به یک شاخص واحد متشکل از اندیکاتور مومنتوم و شاخص‌های ارزش‌گذاری دست یافت [۷]. ایکینز و استنسل نشان دادند که پرتفوی تشکیل شده با استفاده از شبکه‌های عصبی و بر اساس مجموعه‌ای از نسبت‌های مالی می‌تواند به بازدهی بیشتری نسبت به شاخص داو-جونز دست یابد [۸]. وارتنگتن در پژوهشی، به مقایسه عملکرد ۳۰ شرکت تولیدکننده طلا با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها پرداخت. نتایج پژوهش او نشان می‌دهد، نسبت‌های ساده منجر به رتبه‌بندی و مقایسه کارایی شرکت‌ها نشده و باید از روش ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه استفاده کرد [۹]. لام و تی، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، مجموعه فضای امکان تولید مختص صندوق‌های سرمایه‌گذاری و نه سهام را برای تعیین یک نوع مناسب بازده نسبت به مقیاس در پورتفوی متشکل از صندوق‌های

اغلب روش‌های حل مسئله، انتخاب سبد سهام از مدل مارکوویتز یا روش‌هایی بوده که در آن ریسک به شکل انحراف منفی بازده پیش‌بینی شده، تعریف می‌شود [۱]؛ بنابراین در انتخاب سبد سهام مارکوویتز از نسبت‌های مالی استفاده نمی‌شود. علاوه بر این، حذف مؤثر همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی در نسبت‌های مالی به وسیله روش تحلیل پوششی داده‌ها برای اولین بار در این تحقیق ارائه می‌شود. داده‌های استفاده شده در این تحقیق، قطعی است و در صورتی که داده‌های غیر قطعی استفاده شود، باید از مدل‌هایی استفاده کرد که توانایی مواجهه با داده‌های غیر قطعی را داشته باشند. سهرابی و نالچگیر مدلی را برای مواجهه با داده‌های کیفی ارائه داده‌اند [۲].

پیشینه تحقیق

ایده استفاده از *DEA* در تحلیل صورت‌های مالی برای اولین بار توسط اسمیت ارائه شد [۳] و پس از آن محققان در زمینه‌های مختلفی چون صنایع دفاعی [۴]، صنعت بانکداری در ترکیه [۵]، ارزیابی عملکرد منابع انسانی بانک‌ها در ایران [۶] از مدل‌های مختلفی از *DEA*

برای تعیین اهمیت آن‌ها از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده کرده‌اند. علاوه بر این، رویکرد مورد اشاره در حیطه تصمیم‌گیری، چندمعیاره است [۱۷]. برندا در حوزه ریسک و بازده مارکویتری با در نظر گرفتن تنوع‌بخشی سبد سهام، آزمایش کارآیی جدیدی با استفاده از مدل‌های DEA معرفی کرده است تا از این طریق فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری شناسایی شود [۱۸].

با وجود اشاره امیری و همکاران به وجود همبستگی، راه مؤثری برای حذف همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی ارائه نشده است. بیان و لی [۱۴] و بیان [۱۹] این نقص عمده یعنی همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی را در ارزیابی عملکرد شهرهای مختلف چین مورد بررسی قرار داده‌اند؛ ولی چنانکه نشان خواهیم داد رویکرد پیشنهادی آن‌ها در زمینه همبستگی بین نسبت‌های مالی ناکارآ است. در بخش دوم، فرآیند گرام-اشمیت و رویکرد پیشنهادی ارائه می‌شود. در بخش سوم، انتخاب مدل و در بخش چهارم روش‌شناسی تحقیق گفته می‌شود و در بخش پنجم تحلیل نتایج و در بخش ششم نتیجه و پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده ارائه خواهد شد.

فرآیند گرام-اشمیت

در ریاضیات به ویژه جبر خطی و آنالیز عددی، فرآیند گرام-اشمیت روشی برای به دست آوردن بردارهای متعامد از یک مجموعه بردارهای پایه در یک فضای اقلیدوسی است [۳۵]. اهمیت موضوع در آن است که با داشتن یک سری متغیر وابسته می‌توان بردارهایی از متغیرهای پایه‌ای تشکیل داد که از نظر آماری همبستگی بسیار کمتری به یکدیگر داشته باشند. در این صورت انحرافات ناشی از همبستگی بین داده‌ها در برآورد ارزیابی کارآیی به وسیله روش DEA برطرف خواهد شد. در ادامه به شرح فرآیند گرام-اشمیت می‌پردازیم:

فرض کنید که $T = [x_1, x_2, \dots, x_s]$ یک پایه برای زیر فضای W از یک فضای اقلیدوسی باشد، در این صورت مجموعه بردارهای متعامدی که از فرآیند گرام-اشمیت به دست می‌آید را به اختصار، متغیرهای اشمیت می‌نامیم و با Z نشان می‌دهیم. توجه داریم که اعضای مجموعه T که متغیرهای برداری ما هستند، با توجه به پایه‌ای بودن T مستقل خطی هستند.

سرمایه‌گذاری بررسی کرده‌اند [۱۰]. خواجوی و همکاران به بررسی ۲۶۷ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران در فاصله زمانی ۱۳۸۴-۱۳۸۶ پرداخته‌اند و از رویکرد BCC ورودی محور با ۴ متغیر ورودی و ۷ متغیر خروجی استفاده کرده‌اند و ۳۲ شرکت را دارای کارآیی نسبی و ۲۳۵ شرکت را ناکارآ تشخیص داده‌اند. ورودی‌های این تحقیق شامل نسبت کل بدهی‌ها به حقوق صاحبان سهام، بهای تمام شده کالای فروش رفته، دارایی‌های ثابت و دارایی‌های جاری بوده و متغیرهای خروجی شامل حاشیه سود خالص، گردش موجودی‌ها، گردش دارایی‌ها، نسبت جاری، نسبت آنی بوده است [۱۱]؛ انتخاب این نسبت‌ها در تحقیق خواجوی و همکاران بر اساس کارهای انجام شده توسط مالهوترا و مالهوترا [۱۲] و وارتینگتون بوده است [۹]. اطلاعات خبرگان در مورد انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های یک مدل در هر صنعتی بر اساس سال‌ها تجربه و مطالعه به دست آمده است. بنابراین جوو و ویتالایک مدل وزنی محدود شده متغیرها برای در نظر گرفتن نظرات خبرگان را توسعه داده‌اند [۱۳]. استفاده از نظرات خبرگان در جایی که بین داده‌ها همبستگی وجود دارد، بسیار مشکل یا تقریباً غیر ممکن است؛ چرا که به راحتی نمی‌توان اوزان را تعیین کرد [۱۴]. ادیریزینگه و زانگ درباره انتخاب داده‌های ورودی مدل‌های ارزیابی سهام شرکت‌ها با استفاده از رویکرد در نظر گرفتن نظرات خبرگان، به این نتایج دست پیدا کرده‌اند:

چشم‌اندازهای رشد و سوددهی شرکت‌ها اغلب باید به عنوان خروجی‌های مورد نظر در ارزیابی کارآیی در نظر گرفته شوند، عواملی همچون بهره‌برداری از دارایی‌ها، نقدینگی و اهرم‌ها به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شوند. در مقابل عوامل ارزیابی قیمت سهام در بازار با میزان موفقیت انتظاری یا درک‌شده از سهام سروکار دارد و به این موفقیت‌ها عکس‌العمل نشان می‌دهد. بنابراین این عوامل باید به عنوان خروجی مدل دیده شوند [۱۵].

گاگانیس و همکاران به بررسی رابطه کارآیی عملکرد واقعی شرکت‌های فعال در صنعت بیمه با بازده سهام خود در بورس پرداخته‌اند و نتیجه گرفته‌اند که بین کارآیی شرکت‌ها و بازده سهام رابطه مستقیم و مثبتی وجود دارد. [۱۶]. امیری و همکاران در انتخاب سبد سهام با رویکرد بنیادین با توجه به وجود همبستگی بین نسبت‌های مالی

بردار گرام-اشمیت Z_1, Z_2, \dots, Z_p متعامد تبدیل کرد به نحوی که [۱۴]:

$$z_j = 0 \quad (j = s+1, s+2, \dots, p) \quad (۸)$$

برای به دست آوردن مؤثرتر متغیرهای اشمیت با هدف کاهش داده‌های اضافی وانگ و همکارانش، روش ماکزیمم واریانس را بر پایه متغیرهای اشمیت ارائه کرده‌اند و بیان و لی در ارزیابی عملکرد شهرهای چین از آن بهره جسته‌اند [۱۴ و ۱۹]. در این روش، به گونه‌ای عمل می‌شود که متغیر Z_1 اولین و بیشترین مقدار واریانس، Z_2 دومین بیشترین واریانس و... را اختیار کند. با این حال رویکرد مورد اشاره طبق رابطه (۸) در زمینه حذف بردارهای وابسته خطی در نسبت‌های مالی موفق عمل نمی‌کند. این موضوع به وسیله مثال زیر اثبات می‌شود. رویکرد ذکر شده با ۹ نسبت مالی ورودی و ۴ نسبت مالی خروجی برای ۹ شرکت بورسی منتهی به سال مالی ۱۳۸۸ بررسی شده و داده‌های ورودی در جدول (۱) و داده‌های خروجی در جدول (۲) آمده است. جدول (۳) ۱۰ بردار ستونی اول رویکرد "بیان و لی" را نشان می‌دهد. در رویکرد مورد اشاره باید ۹ بردار غیر صفر و برابر بردارهای پایه تشکیل شود و دیگر بردارها برابر صفر باشد. جدول (۳) نشان می‌دهد در رویکرد بیان و لی ۸ بردار پایه غیر صفر، بردار نهم با مقادیر صفر و دیگر بردارها، با مقادیر غیر صفر تشکیل شده است. استفاده از رویکرد ماکزیمم واریانس باعث حذف بسیاری از نسبت‌های مالی مهم مثل ROE یا حاشیه سود خالص و عملیاتی، در ارزیابی‌ها و جایگزینی این نسبت‌ها با نسبت‌های کم اهمیت‌تری مثل شاخص گردش موجودی‌ها یا نسبت نقدینگی می‌شود.

گام اول: ابتدا یکی از بردارها یا متغیرها را برابر Z_1 ، اولین متغیر اشمیت در نظر می‌گیریم:

$$Z_1 = X_1 \quad (۱)$$

گام دوم: برای ساختن Z_2 در پی یک ترکیب خطی از Z_1 هستیم که بر Z_1 عمود باشد:

$$Z_2 = \lambda_1 Z_1 + \lambda_2 X_2 \quad (۲)$$

چون Z_2 بر Z_1 عمود است، بنابراین حاصلضرب داخلی Z_1 ، Z_2 باید صفر شود:

$$Z_2 \cdot Z_1 = (\lambda_1 Z_1 + \lambda_2 X_2) \cdot Z_1 = \lambda_1 (Z_1 \cdot Z_1) + \lambda_2 (X_2 \cdot Z_1) = 0 \quad (۳)$$

چون $Z_1 \neq 0$ بنابراین:

$$\lambda_1 = -\lambda_2 \frac{X_2 Z_1}{Z_1 Z_1} \quad (۴)$$

اگر در این رابطه λ_2 را برابر بردار واحد بگیریم، در این صورت داریم:

$$Z_2 = X_2 - \frac{X_2 Z_1}{Z_1 Z_1} Z_1 \quad (۵)$$

حال برای ساختن Z_3 یک ترکیب خطی از Z_1 ، Z_2 ، X_3 می‌یابیم. نتیجه نهایی خواهد شد:

$$Z_3 = X_3 - \frac{X_3 Z_1}{Z_1 Z_1} Z_1 - \frac{X_3 Z_2}{Z_2 Z_2} Z_2 \quad (۶)$$

ادامه این فرآیند به تولید همه متغیرهای اشمیت می‌انجامد. در حالت کلی برای فرآیند گرام-اشمیت این رابطه کلی را خواهیم داشت:

$$Z_s = X_s - \sum_{k=1}^{s-1} \frac{X_s Z_k}{Z_k Z_k} Z_k \quad (۷)$$

یک نتیجه مهم که از فرآیند گرام-اشمیت می‌توان گرفت این است که یک مجموعه داده تصادفی با p متغیر اصلی X_1, X_2, \dots, X_p با بعد s که $s \leq p$ را می‌توان به p

جدول ۱: داده‌های ورودی

نماد بورسی شرکت	حاشیه سود خالص	نرخ بازده حقوق صاحبان سهام	نرخ بازده دارایی	سود هر سهم
فاسمین	0.277	0.677	0.248	1043
فملی	0.431	0.472	0.32	1592
کگل	0.515	0.45	0.165	1615
کچاد	0.41	0.362	0.237	1040
کاما	0.263	0.266	0.192	1047
کبافق	0.096	0.079	0.054	672
کروی	0.135	0.235	0.091	164
کطیس	0.299	0.233	0.096	562
فرآور	0.257	0.603	0.219	852

جدول ۲: داده‌های خروجی

نرخ گردش موجودی	گردش مطالبات دریافتی	گردش کل دارایی‌ها	نسبت جاری	نسبت آنی	نسبت بدهی بلند مدت به حقوق صاحبان سهام	اهرم مالی	نسبت دارایی به بدهی	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	نماد شرکت
3.50	4.71	0.90	1.14	0.67	0.25	2.73	1.58	1.73	فاسمین
5.68	4.88	0.74	1.70	1.21	0.08	1.48	3.10	0.48	فملی
1.99	3.25	0.32	0.48	0.20	0.21	2.73	1.58	1.73	کگل
3.29	1.95	0.58	1.78	1.22	0.05	1.53	2.90	0.53	کچاد
2.22	2.98	0.73	2.57	1.24	0.04	1.39	3.59	0.39	کاما
0.84	2.41	0.57	3.99	1.10	0.12	1.46	3.17	0.46	کیافتی
3.28	6.31	0.68	0.89	0.49	0.25	2.59	1.63	1.59	کروی
12.90	0.95	0.32	0.77	0.73	0.17	2.43	1.70	1.43	کطبس
2.40	20.86	0.85	0.81	0.24	0.06	2.75	1.57	1.75	فرآور

جدول ۳: ۱۰ بردار اول در روش ماکزیمم واریانس "بیان و لی"

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	نماد شرکت
-0.204	-0.107	0	-0.043	0.155	1.617	-0.09	-0.47	-0.437	-0.086	-0.01	فاسمین
0	0	0	0.061	-0.324	0.216	-1.062	1.525	0.497	0.25	0.017	فملی
-0.095	-0.05	0	0.043	0.097	-0.285	0.236	0.152	-0.506	-0.159	2.514	کگل
0.262	0.138	0	0.285	0.075	-0.075	0.576	-0.361	0.813	1.737	-0.352	کچاد
-0.546	-0.287	0	-0.263	0.491	-0.343	0.197	0.906	0.52	0.227	-0.537	کاما
-0.058	-0.031	0	0.031	-0.276	-0.047	1.307	0.654	-0.937	-0.876	-0.786	کیافتی
0.175	0.092	0	0.214	0.254	-0.531	-0.871	-0.512	-0.826	-1.091	-0.769	کروی
-0.407	-0.214	0	-0.243	-0.277	-0.432	-0.378	-0.932	-1.018	1.198	-0.205	کطبس
-0.189	-0.099	0	-0.087	-0.195	-0.12	0.084	-0.962	1.894	-1.201	0.129	فرآور

رویکرد پیشنهادی

روش گرام-اشمیت محدودیت‌هایی دارد. گیراود و لانگو به بررسی جنبه محاسباتی متعامدسازی با روش گرام-اشمیت پرداخته‌اند. با توجه به این نکته که این روش یک الگوریتم تکرار شونده است، دقت محاسبات اهمیت فراوانی در متعامدسازی دارد. تأثیر این عامل به حدی است که در تکرارهای زیاد، به از دست رفتن تعامد و گاهی در مواردی به از دست رفتن استقلال خطی می‌انجامد [۲۰]. رویکرد پیشنهادی این پژوهش شامل مراحل است که در ادامه به آن اشاره می‌شود:

گام اول

ابتدا با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی، گزینه‌های مغلوب را حذف می‌کنیم. شرکت مغلوب، شرکتی است که

همه ورودی‌های آن بیشتر و خروجی‌های آن کمتر از شرکت غالب باشد. چنین شرکتی علاوه بر ریسک بیشتر، سودآوری کمتری هم نسبت به گزینه غالب دارد. اگر داده‌های ورودی و خروجی به صورت عامل‌های خارجی انتخاب شوند و تعداد متغیرهای ارزیابی زیاد باشد، تحلیل پوششی داده‌ها قدرت تشخیص خود را در ارزیابی کارایی واحدها از دست می‌دهد [۲۱]. برای اطمینان از این موضوع که DEA با چنین حالتی روبه‌رو نمی‌شود، بنکر و چارنز پیشنهاد داده‌اند که تعداد مناسب DMUها حداقل باید ۳ برابر تعداد کل متغیرهای ورودی و خروجی باشد [۲۲]. در همین زمینه دیسون و همکارانش حداقل تعداد DMUها را دو برابر حاصلضرب متغیرهای ورودی در متغیرهای خروجی می‌دانند [۲۳]. با حذف گزینه‌های مغلوب، با وجود کاهش گزینه‌های تصمیم‌گیری از ۱۶۲ به

[۲۴]. گاهی بنا به ضرورت، لازم است محورهای مختصات تغییر داده شود. این موضوع در تبدیلات ریاضی مرسوم است. در این صورت باید دید که این تغییرات در ارزیابی کارایی مدل‌های مختلف چه تأثیری خواهند گذاشت؟ در زمینه تغییرات در داده‌ها با فرض بررسی روی داده‌های ورودی، دو نوع تبدیل اهمیت فراوانی در مقابل دیگر تبدیلات دارد:

$$x_{ij} \quad \text{to} \quad X = \alpha x_{ij} \quad (9)$$

$$x_{ij} \quad \text{to} \quad X = \alpha + x_{ij} \quad (10)$$

اگر تبدیل (۹) را در نظر بگیریم و این تبدیل به تغییر نکردن در نتایج نهایی مدل بیانجامد، در این صورت این مدل را یک مدل تغییرناپذیر در واحد می‌خوانیم. اگر نتایج نهایی از تبدیل (۱۰) تغییر نپذیرد، این مدل را یک مدل تغییرناپذیر از تبدیل می‌نامیم [۲۵]. با توجه به تبدیلات داده‌ای همزمان در ورودی‌ها و خروجی‌های تحقیق، مدل انتخابی باید هر دو تغییرناپذیری را داشته باشد. پاستور ثابت کرده است که مدل CCR بدون دو ویژگی ذکر شده، مدل BCC ورودی محور نسبت به خروجی‌های مدل تغییرناپذیر از تبدیل و تغییرناپذیر در واحد است [۲۶].

اولین مدل الحاقی توسط چارنز و همکاران توسعه پیدا کرد و تابع هدف آن به صورت کمینه کردن مجموع متغیرهای کمکی ارائه شد. یکی از ویژگی‌های مهم مدل‌های الحاقی، توانایی این مدل‌ها در مواجهه با اعداد منفی است و از این نقطه نظر است که متغیرهای ورودی و خروجی، آزاد در علامت هستند. این مدل‌ها همچنین هر دو خاصیت تغییرناپذیری را دارند، ولی از آنجا که معیاری برای میزان ناکارایی ارائه نمی‌دهند، نمی‌توانند در رتبه‌بندی DMUها مؤثر واقع شوند [۲۷]. تن، نوع دیگری از حرکت برای دستیابی به کارایی ۱۰۰ درصدی برای واحدهای ناکارآ را پیشنهاد می‌دهد، به این صورت که به طور همزمان، هم ورودی‌ها کاهش یابد و هم خروجی‌های واحد ناکارآمد افزایش یابد و برخلاف مدل‌های الحاقی، معیاری برای اندازه کارآمدی معرفی می‌کند که جبران این کاستی به وسیله مدل‌های مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM) به از دست رفتن خاصیت مهم تغییرناپذیری می‌انجامد [۲۸]. برای مواجهه با داده‌های منفی با داشتن معیاری برای رتبه‌بندی و نقشه راهی برای بهبود واحدهای ناکارآ، پورتلا و همکاران مدلی

۶۵ شرکت، تعداد گزینه‌های تصمیم‌گیری همچنان دارای حداقل معیارهای لازم ذکر شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد در این حالت، مرز کارآ و امتیازات در دو مدل پوششی CCR و BCC و MSBM تغییر نمی‌کند. هدف اصلی از حذف گزینه‌های مغلوب، کاهش انباشت خطا در مواجهه با تبدیلات داده‌ای و متعامدسازی در فرآیند گرام-اشمیت است.

گام دوم

امتیاز حاصل از شاخص‌ها را به صورت نزولی از نظر مجموع قدرمطلق همبستگی بین یک شاخص با دیگر شاخص‌ها مرتب می‌کنیم و شاخصی که کمترین مجموع قدرمطلق همبستگی با سایر شاخص‌ها را دارد، به عنوان بردار اول در فرآیند گرام-اشمیت انتخاب می‌کنیم.

شاخص دوم که دومین حاصل جمع قدرمطلق همبستگی کمینه با سایر شاخص‌ها را دارد، به عنوان دومین بردار فرآیند گرام-اشمیت انتخاب می‌کنیم. این رویه را، هم برای بردارهای ورودی و هم برای بردارهای خروجی تا به دست آوردن همه متغیرهای گرام-اشمیت ادامه می‌دهیم. متغیرهای به دست آمده که حالا نسبت به یکدیگر متعامدند و ضریب همبستگی بین آنها به شدت کاهش یافته، به عنوان ورودی‌ها و خروجی‌های مدل MSBM قرار می‌دهیم. برای راحتی کار از این به بعد نتایج حاصل از ارزیابی با این روش را MSBM-MC می‌نامیم که M به معنی مینیمم و C به معنی همبستگی و MSBM مدل اصلاحی DEA بر اساس متغیرهای کمکی است. پس از ارزیابی اولیه شرکت‌ها با MSBM-MC شرکت‌هایی که امتیاز کارایی معادل ۱ را به دست آورده‌اند، به عنوان دسته قطعی سبد سهام معرفی می‌شوند.

انتخاب مدل

در مدل‌های ارائه شده به وسیله چارنز، کوپر و رودز و دیگر مدل‌های توسعه‌یافته بعد از CCR تا سال ۱۹۹۱ همه داده‌های ورودی و خروجی واحدهای مورد ارزیابی باید نامنفی بودند. این محدودیت در داده‌های ورودی و خروجی هر DMU توسط چارنز و رودز برداشته شد، ولی یک محدودیت همچنان باقی ماند و آن اینکه هر DMU باید حداقل یک ورودی و خروجی نامنفی داشته باشد.

$$R_{r0} = \max_j \{y_{rj}\} - y_{r0}, r = 1, \dots, s \quad (12)$$

R_{i0} میزان امکان بهبود در ورودی مدل و عبارت است از:

$$R_{i0} = x_{i0} - \min_j \{x_{ij}\}, i = 1, \dots, m \quad (13)$$

Y بردار خروجی‌های مدل X بردار ورودی‌های مدل
 S_r^+, S_i^- متغیرهای کمکی θ امتیاز کارایی
 W_i, V_r اوزان تعیین شده از سوی فرد خبره برای لحاظ کردن اهمیت هر یک از شاخص‌ها در صورت لزوم.

روش‌شناسی تحقیق

در این پژوهش اطلاعات مالی از دو صورت سود و زیان حسابرسی شده شرکت‌ها استخراج شده است. شرکت‌های مورد ارزیابی، اغلب شرکت‌های تولیدی در گروه صنعت‌های مختلف بوده‌اند. با توجه به رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، شرکت‌هایی برای ارزیابی انتخاب شده‌اند که توانایی مقایسه آن‌ها با این روش امکان‌پذیر بوده است. بنابراین شرکت‌های انتخابی شامل ۲۰۲ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۸۸ هجری شمسی بوده است. در این پژوهش، شرکت‌های سرمایه‌گذاری و مؤسسات مالی و اعتباری، بانک‌ها و نهادهای مالی و پولی، بیمه و نیز انبوه‌سازی و مستغلات، پیمانکاری و خدماتی با توجه به ماهیت فعالیتشان مستثنی شده‌اند. علاوه بر این، شرکت‌هایی با حقوق صاحبان سهام منفی، حاشیه سود خالص و ناخالص منفی از دایره بررسی در این تحقیق مستثنی شده‌اند. از بین شرکت‌های مورد بررسی، ۲۵ شرکت، سود خالص منفی داشته‌اند. یک شرکت با توجه به منفی بودن نسبت آنی، که نشان‌دهنده وضعیت بسیار بد نقدینگی بوده نیز نادیده گرفته شده است. علاوه بر این، شرکت‌هایی که در فاصله زمانی ۲۴ خرداد الی ۳۱ خرداد ۱۳۸۹ معامله نشده‌اند، با توجه به نبود اطلاعات قیمتی، حذف شده‌اند. تعداد این شرکت‌ها ۱۴ مورد بوده است؛ بر این اساس از ۲۰۲ شرکت حدود ۴۰ شرکت در بررسی اولیه حذف شده‌اند. انتخاب داده‌های ورودی و خروجی بر اساس کارهای ادیریزینگه و زانگ [۱۵] و [۲۱]، مالهورترا و مالهورترا [۱۲] و وارتینگتون [۹]، باربی و همکاران [۳۲] به همراه تغییراتی بوده است. برای مثال نسبت قیمت به سود هر سهم، اگر چه در مقالات ذکر شده جزو خروجی‌های مدل دسته‌بندی شده، ولی مقادیر بالای آن

برای محدوده مسافت (RDM) را ارائه داده‌اند [۲۹]. مدل RDM ارائه شده ۳ خاصیت بسیار مهم دارد:

- معیاری برای میزان ناکارایی ارائه می‌دهد.
- این مدل تغییرناپذیری از تبدیل (T.I) است.
- این مدل تغییرناپذیری در واحد (U.I) است.

با وجود داشتن مزایای اشاره شده، کاستی‌هایی نیز دارد. نویسندگان اشاره می‌کنند که اگرچه مدل الحاقی ذکرشده معیاری برای سنجش ناکارایی دارد و می‌تواند با داده‌های منفی بدون تغییری در اصل داده‌ها مواجه شود، با این وجود نمی‌تواند همه منابع ناکارایی را در خود داشته باشد؛ چرا که در تابع هدف ارائه‌شده، متغیرهای کمکی انعکاس نیافته‌اند، پس رتبه‌بندی واحدها بر مبنای معیار کارایی ارائه‌شده، که همه انواع ناکارایی را در بر ندارد، به انحراف در نتایج رتبه‌بندی می‌انجامد. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر نمایان خواهد شد که متغیرهای کمکی مقادیر بزرگی را اختیار کنند. شارپ و همکاران، مدل مبتنی بر متغیرهای کمکی را بر اساس ایده مدل جهتی (RDM) توسعه بخشیده‌اند که به MSBM موسوم است و همزمان می‌تواند با داده‌های منفی در خروجی و ورودی به طور مستقیم مواجه شود. شایان ذکر است در مدل SBM در حالتی که متغیرهای ورودی یا خروجی، اعداد منفی داشته باشند، امکان اینکه تابع هدف منفی شود، وجود خواهد داشت. مدل SBM اصلاح شده متغیرهای کمکی خاصیت تغییرناپذیری از تبدیل و تغییرناپذیری در واحد را دارد و نقص مدل RDM را برطرف می‌کند [۳۰]. مدل MSBM با توجه به ویژگی‌های ذکرشده به عنوان مدل این تحقیق انتخاب می‌شود [۳۱]:

$$\text{Min} \quad \theta = t - \sum_{i=1}^m \frac{w_i s_i^-}{R_{i0}} \quad (11)$$

s.t.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - s_r^+ &= t Y_{r0}; r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + s_i^- &= t X_{i0}; i = 1, \dots, m \\ \sum_{r=1}^s \frac{v_r s_r^+}{R_{r0}} + t &= 1; \\ \sum_{i=1}^m w_i &= 1, \sum_{r=1}^s v_r = 1, \sum_{j=1}^n \lambda_j = t \\ t, \lambda_j, w_i, v_r, s_r^+, s_i^- &\geq 0; \forall j = \\ 1, \dots, n, \forall r &= 1, \dots, s \forall i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

R_{i0} میزان امکان بهبود در خروجی مدل و عبارت است از:

نسبت به میانگین و واریانس جامعه از پیش اطلاع و یا تخمینی داشته باشیم. با فرض اینکه بازده کل جامعه شرکت‌های بورس در مقطع سه ماهه از ابتدای تیر ۸۹ الی ۳۱ شهریور ۸۹ برابر بازده نقدی و قیمت و معادل ۲۹/۲ درصد باشد، آزمایش کولموگروف-اسمیرنوف فرض نرمال بودن بازده ۶۵ شرکت برتر را رد می‌کند.

جدول ۴: همبستگی بین داده‌های خروجی قبل از رویکرد

شاخص	پیشنهادی					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	1	0.78	0.49	0.53	0.21	-0.38
۲	0.78	1	0.56	0.61	0.39	-0.51
۳	0.49	0.56	1	0.92	0.24	-0.29
۴	0.53	0.61	0.92	1	0.30	-0.29
۵	0.21	0.39	0.24	0.30	1	0.43
۶	-0.38	-0.51	-0.29	-0.29	0.43	1

جدول ۵: همبستگی بین داده‌های خروجی بعد از رویکرد

شاخص	پیشنهادی					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	1	-0.40	-0.48	0.11	-0.37	-0.43
۲	-0.40	1	-0.05	0.01	-0.04	-0.04
۳	-0.48	-0.05	1	0.01	-0.04	-0.05
۴	0.11	0.01	0.01	1	0.01	0.01
۵	-0.37	-0.04	-0.04	0.01	1	-0.04
۶	-0.43	-0.04	-0.05	-0.04	-0.04	1

جدول ۶: همبستگی بین داده‌های ورودی قبل از رویکرد

شاخص	پیشنهادی				
	۱	۲	۳	۴	۵
۱	1	0.850	0.371	0.399	0.424
۲	0.850	1	0.459	0.345	0.349
۳	0.371	0.459	1	0.359	0.328
۴	0.399	0.345	0.359	1	0.967
۵	0.424	0.349	0.328	0.967	1

جدول ۷: همبستگی بین داده‌های ورودی بعد از رویکرد

شاخص	پیشنهادی				
	۱	۲	۳	۴	۵
۱	1	-0.443	-0.261	-0.288	-0.013
۲	-0.44	1	-0.287	-0.317	-0.015
۳	-0.26	-0.287	1	-0.186	-0.009
۴	-0.29	-0.317	-0.186	1	-0.010
۵	-0.01	-0.015	-0.009	-0.010	1

نامناسب است و بر این اساس، معکوس آن در خروجی استفاده می‌شود. این موضوع برای نسبت قیمت سهام به ارزش دفتری هر سهم در خروجی مدل و برای نسبت جاری و آئی در ورودی مدل نیز صادق است. نسبت‌های نقدینگی میزان توانایی شرکت در مواجهه با بدهی‌ها را نمایش می‌دهند. می‌دانیم که هر چه این نسبت‌ها بیشتر باشند، بهتر است؛ اما طبیعی است که اگر بخواهیم از این نسبت‌ها در ورودی مدل استفاده کنیم با رویکرد کاهش ورودی در DEA در تناقض خواهد بود. بنابراین معکوس این نسبت‌ها را برای ورودی مدل در نظر گرفته‌ایم. در یک جمع‌بندی، در این تحقیق معکوس نسبت جاری، معکوس نسبت آئی، نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، نسبت دارایی به حقوق صاحبان سهام، نسبت بدهی به دارایی را در ورودی مدل و سود هر سهم (EPS)، بازده حقوق صاحبان سهام (ROE)، حاشیه سود عملیاتی، حاشیه سود خالص، سود هر سهم به قیمت سهم، ارزش دفتری هر سهم به قیمت هر سهم را در خروجی مدل مورد نظر وارد کرده‌ایم.

بررسی نتایج

این تحقیق نشان می‌دهد استفاده از رویکرد مورد اشاره باعث کاهش چشمگیر همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی می‌شود. جداول ۴ الی ۷، همبستگی بین شاخص‌ها را قبل و بعد از رویکرد پیشنهادی نشان می‌دهد. برای نمونه همبستگی بین شاخص ROE و حاشیه سود عملیاتی از ۰/۹۱۶ به ۰/۰۱۲ و ضریب همبستگی شاخص ROE با EPS در این تحقیق با ضریب همبستگی ۰/۷۷۵ به ۰/۰۴۲ رسیده است. نتایج رتبه‌بندی و امتیازات با استفاده از سه روش در جدول (۸) آمده است. با توجه به این موضوع که پرتفوی تشکیل شده در سه روش با یکدیگر همپوشانی دارند، باید زمینه بررسی آماری را به گونه‌ای فراهم کرد که اثر همپوشانی بین سه مدل حذف شود. بنابراین بررسی آماری را محدود به شرکت‌هایی کرده‌ایم که فقط در یکی از سه مدل انتخاب می‌شوند. برای بررسی فرض نرمال بودن جامعه ۶۵ شرکت اولیه برتر که از مقایسات زوجی به دست آمد، از آزمایش lilliefors و Kolmogrov-Smirnov در سطح معناداری $\alpha=0.05$ استفاده کرده‌ایم. آزمون Kolmogrov-Smirnov زمانی استفاده می‌شود که

جدول ۸: بازده سهام‌های انتخاب شده و امتیازات هر یک از مدل‌ها

نرخ بازده	MSBM-MC	BCC	CCR	نماد شرکت	نرخ بازده	MSBM-MC	BCC	CCR	نماد شرکت
0.16	1	0.889	0.831	شمال	0.079	1	1	1	شخارک
0.117	1	0.568	0.567	ششرق	0.217	1	1	1	سهرمز
0.34	1	0.426	0.42	سرود	0.009	1	1	1	سقاین
0.403	1	0.844	0.834	ستران	0.08	1	1	1	سدشت
0.738	1	0.585	0.492	سیها	-0.144	1	1	1	شبهرن
0.482	1	0.838	0.837	سپهان	0.92	1	1	1	کاذر
0.04	1	0.886	0.872	ساریل	0.177	1	1	1	شاملا
0.184	1	0.829	0.644	خلنت	0.087	1	1	1	فروس
0.781	1	0.568	0.482	فتقش	0.042	1	1	1	غمارگ
0.314	1	0.912	0.532	کاما	0.196	1	1	0.608	ساروم
0.139	1	0.83	0.624	کچاد	0.437	1	1	0.997	لابسا
0.437	1	0.647	0.618	کفرا	0.656	1	1	0.908	خبهمن
0.001	1	0.597	0.437	لسرما	0.254	1	1	0.692	بکام
0.375	1	0.664	0.558	کپشیر	0.314	1	1	0.646	شگل
-0.053	1	0.877	0.674	فجر	0.26	1	0.678	0.621	شپنا
0.283	1	0.837	0.679	فاما	0.135	1	0.701	0.625	شیراز
0.184	1	0.789	0.729	شکلر	0.365	1	0.63	0.605	داسوه
0.466	1	0.782	0.642	خنصیر	0.389	1	0.516	0.505	دالبر
0.77	1	0.711	0.678	خزامیا	0.346	1	0.845	0.819	دسینا
1.002	1	0.71	0.653	پسهند	1.172	1	0.67	0.368	فچام
0.267	1	0.798	0.784	کخاک	0.65	1	0.503	0.5	درازک
0.236	1	0.886	0.83	بکاب	0.291	1	0.659	0.652	دزهرای
0.587	1	0.63	0.537	کچینی	0.085	1	0.685	0.678	دفارا
0.505	1	0.724	0.613	کسعدی	0.092	1	0.863	0.78	سکرما
0.158	1	0.855	0.673	شیران	0.502	1	0.636	0.634	سفار
					0.002	1	0.797	0.688	سصفها

جدول ۹: نتایج آزمون‌های آماری

نتیجه	مقدار بحرانی ($\alpha=0.05$)	آماره مشاهده شده	فرض مقابل	فرض صفر آزمون
فرض صفر رد می‌گردد.	9	6	$\theta_{BCC} \geq \theta_{CCR}$	$\theta_{BCC} = \theta_{CCR}$
	7	6	$\theta_{BCC} \neq \theta_{CCR}$	
فرض صفر رد می‌گردد.	1.65	2.42286	$\theta_{MSBM_MC} \geq \theta_{CCR}$	$\theta_{MSBM_MC} = \theta_{CCR}$
	1.96	2.42286	$\theta_{MSBM_MC} \neq \theta_{CCR}$	
دلیلی بر رد فرض صفر وجود ندارد.	1.65	0.38839	$\theta_{MSBM_MC} \geq \theta_{BCC}$	$\theta_{MSBM_MC} = \theta_{BCC}$
	1.96	0.38839	$\theta_{MSBM_MC} \neq \theta_{CCR}$	

جدول ۱۰: پارامترهای آماری مدل‌های CCR, BCC, MSBM-MC در حالت نبود همپوشانی

مدل	میانگین	انحراف معیار	بیشینه	کمینه	میانه
MSBM-MC	0.356954811	0.278698	1.172	-0.0527	0.3136
CCR	0.162939667	0.301759	0.92	-0.1438	0.0803
BCC	0.37142	0.182398	0.6562	0.1964	0.3136

جدول ۱۱: پارامترهای آماری مدل‌های CCR, BCC, MSBM-MC در حالت همپوشانی

مدل	میانگین	انحراف معیار	بیشینه	کمینه	میانه
MSBM-MC	0.3241	0.280808	1.172	-0.1438	0.267198
CCR	0.163	0.302	0.920	-0.144	0.080
BCC	0.2374	0.277524	0.92	-0.1438	0.1866

برای بررسی برابری میانه‌های هر دو روش با یکدیگر از آزمون من-ویتی استفاده کرده‌ایم. در جایی که تعداد نمونه‌ها به تعداد کافی بزرگ بوده، از قدر مطلق توزیع نرمال استاندارد برای تخمین آمار بهره گرفته شده است [۳۶]. جدول (۹) نشان می‌دهد که عملکرد دو روش BC، MSBM_MC از نظر آماری بهتر از عملکرد CCR است و این یعنی بازده مناسب‌تری از روش CCR به دست داده‌اند. با این وجود، بین عملکرد دو روش MSBM_MC و BCC تفاوت معناداری دیده نمی‌شود. با وجود نبود تفاوت آماری بین دو رویکرد مورد اشاره، رویکرد MSBM_MC به رویکرد BCC نیز ترجیح داده می‌شود؛ چرا که رویکرد BCC در انتخاب سبد سهام تنوع کافی برای کاهش ریسک مجموعه سهام را ندارد. جدول (۱۰) پارامترهای آماری بازده هر یک از سه رویکرد در حالتی که بین سه رویکرد همپوشانی وجود ندارد را نمایش می‌دهد. در صورتی که همپوشانی بین سه رویکرد نیز در نظر گرفته شود، با توجه به عملکرد پایین روش CCR، عملکرد BCC نیز به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. جدول (۱۱) پارامترهای آماری در حالت وجود همپوشانی بین سه رویکرد را نشان می‌دهد. طی مدت یادشده، میانگین بازده نقدی و قیمت بازار ۲۹/۲ درصد بوده است که در مقایسه سه رویکرد، با توجه به جداول (۱۰) و (۱۱) درخواهیم یافت که فقط در رویکرد MSBM_MC در هر دو حالت وجود همپوشانی و نبود همپوشانی بازده کسب‌شده از بازده بازار بیشتر بوده است. علاوه بر این، روش ارائه‌شده در انتخاب سبد سهام، گزینه‌های بیشتری از دو مدل CCR و BCC با در نظر

از آزمایش Lilliefors نیز زمانی استفاده می‌شود که هیچ پیش فرضی در مورد میانگین و واریانس داده‌ها نداشته باشیم. این آزمون نیز فرض نرمال بودن بازده ۶۵ شرکت انتخاب شده به وسیله آزمون مقایسات زوجی را در سطح معناداری $\alpha=0.05$ رد می‌کند. بررسی چولگی توزیع مربوط به بازده ۶۵ شرکت برتر، نشان می‌دهد بازده مربوط به ۶۵ شرکت چولگی مثبت دارد. با رد شدن فرض نرمال بودن بازده ۶۵ شرکت اصلی، دیگر نمی‌توان از آنالیز واریانس (ANOVA) برای بررسی فرض برابری جوامع (سه رویکرد) استفاده کرد. بنابراین از آزمون ناپارامتری Kruskal-Wallis برای بررسی سه رویکرد CCR، MSBM-MC، BCC استفاده می‌کنیم. فرض صفر آزمون به این صورت است که در سطح معناداری ۵ درصد، میانه‌های سه روش با یکدیگر برابر است:

$$H_0 : \theta_{CCR} = \theta_{BCC} = \theta_{MSBM-MC}$$

حداقل بین میانه‌های دو روش از سه روش اختلاف H_1 : معناداری وجود دارد

در این آزمون تعداد شرکت‌های روش MSBM_MC، ۳۷، تعداد شرکت‌های روش CCR، ۹ و BCC، ۵ شرکت است. محاسبات آماری نشان می‌دهد که در سطح معناداری ۵ درصد فرض صفر آزمون رد می‌شود. بنابراین عملکرد سه روش یکسان نیست و در سطح معناداری ۵ درصد بین عملکرد سه رویکرد تفاوت معناداری وجود دارد. با رد شدن فرض صفر برای تشخیص رویکرد بهتر، از بین سه روش به مقایسات زوجی و آزمون آماری ناپارامتری بین هر رویکرد با دیگر رویکردها می‌پردازیم.

در مواردی که چند هم‌خطی بین داده‌ها وجود داشته باشد، همچنانکه در مورد نسبت‌های مالی وجود دارد، به طور کامل از این طریق امکان‌پذیر نبوده، ولی کاهش چشمگیری را می‌توان انتظار داشت. در این تحقیق، رویکرد ارائه‌شده محدود به شرکت‌هایی شده است که از نظر داده‌های ورودی و خروجی، کم و بیش شبیه یکدیگر هستند. برای اکثر شرکت‌های تولیدی و نه خدماتی، ورودی‌هایی نظیر اهرم‌های مالی و نسبت‌های نقدینگی به یکدیگر نزدیک هستند. اما این موضوع در مورد مؤسسات بانکی، مالی و اعتباری یا بیمه‌ای صدق نمی‌کند؛ چرا که ساختار مالی این شرکت‌ها با شرکت‌های تولیدی متفاوت است. بررسی رویکرد ارائه‌شده در شرکت‌های غیرتولیدی مثل بیمه‌ها، بانک‌ها، لیزینگ‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذاری، می‌تواند یکی از زمینه‌های تحقیقات بعدی باشد. وجود همبستگی بین شرکت‌های سرمایه‌گذاری و هلدینگ‌ها نیز می‌تواند به تغییر در نتایج رتبه‌بندی کارآیی این شرکت‌ها بیانجامد. به عبارت دیگر بررسی امکان حذف همبستگی بین گزینه‌های تصمیم‌گیری و نه شاخص‌های ارزیابی، می‌تواند زمینه مطالعاتی دیگری باشد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر Yiwen Bian که بارها از راهنمایی‌های بی‌دریغشان بهره برده‌ایم و این اثر به نوعی نشأت گرفته از کارهای ایشان بوده صمیمانه قدردانی می‌نماییم.

گرفتن متغیرهای کمکی در اختیار می‌گذارد که این موضوع در تشکیل سبد سهامی با تنوع بیشتر و ریسک کمتر از دید بنیادین، می‌تواند مفید واقع شود. با توجه به فعالیت نزدیک به ۴۰۰ شرکت در بورس تهران در دو تابلوی اصلی و فرعی، بنا به معیار گوردون و تانگ برای کاهش ریسک غیر سیستماتیک پورتفو تا ۹۸ درصد، تعداد شرکت‌های موجود در سبد سهام باید حداقل ۴۵ شرکت و برای کاهش تا سطح ۹۹ درصد، ۸۰ شرکت باشد [۳۴].

نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای تحقیقات بعدی

این تحقیق نشان می‌دهد حذف یا کاهش همبستگی بین شاخص‌ها در DEA و استفاده از ماتریس مقایسات زوجی به تشخیص هر چه بهتر سبد سهام با رویکرد بنیادین می‌انجامد. رویکرد پیشنهادی در انتخاب سبد سهام، گزینه‌های بیشتری از دو مدل CCR و BCC با در نظر گرفتن متغیرهای کمکی، در اختیار می‌گذارد که این موضوع در تشکیل سبد سهامی با تنوع بیشتر و ریسک کمتر از دید بنیادین، می‌تواند مفید واقع شود. این پژوهش نشان می‌دهد تعداد شرکت‌های کارآ در دو مدل BCC و MSBM قبل از حذف همبستگی، مشابه بوده ولی با حذف همبستگی، شرکت‌هایی که در مدل MSBM-MC کارآ تشخیص داده می‌شود، بیشتر از زمانی خواهد بود که همبستگی وجود دارد. در این پژوهش نشان داده شد که رویکرد پیشنهادی می‌تواند بازده بیشتری از میانگین بازار عاید کند. حذف همبستگی

مراجع

- 1- Dia, M. (2009). "A portfolio Selection Methodology Based on Data Envelopment Analysis." *J. of Information Systems and Operational Research*, Vol. 47, No. 1, PP. 71-79.
- 2- Sohrabi, B. and Nalchigar, S. (2010). "A new DEA model for finding most efficient DMU with imprecise data." *Journal of Industrial Engineering (Tehran University)*, Vol. 44, No. 1, PP. 63-73.
- 3- Smith, P. (1990). "Data envelopment analysis applied to financial statements." *Omega, The International Journal of Management Science*, Vol. 18, No. 2, 131-138.
- 4- Bowlin, W. (1999). "An analysis of the financial performance defense business segment using data envelopment analysis." *J. of Accounting and Public Policy*, Vol. 18, No. 4, PP. 287-310.
- 5- Oral, M. and Yolalan, R. (1990). "An empirical study on measuring operating efficiency and profitability of bank branches." *European Journal of Operational Research*, Vol. 46, No. 3, PP. 282-294.

- 6- Ghaderi, S. F., Azadeh, M., Mirjalali, M. and Sheikhalishahi, M. (2010). "Assessment Human Resources of Banks Using DEA and Fuzzy DEA Approaches." *Journal of Industrial Engineering (Tehran University)*, Vol. 44, No. 2, PP. 105-242.
- 7- Patari, E., Leivo, T. and Honkapuro, S. (2012). "Enhancement of equity portfolio performance using data envelopment analysis." *European J. of Operational Research*. Vol. 220, No. 3, PP. 786-797.
- 8- Eakins, S. G. and Stansell, S. R. (2003). "Can value-based stock selection criteria yield superior risk-adjusted returns: an application of neural networks." *International Review of Financial Analysis*, Vol. 12, No. 1, pp. 83-97.
- 9- Worthington, A.C. (1998). "The Application of Mathematical Programming Techniques to Financial Statement Analysis: Australian Gold Production and Exploration." *Australian J. of Management*, Vol. 23 No. 1, PP. 97-114.
- 10- Lamb, J.D. and Tee, K. H. (2012). "Data envelopment analysis models of investment funds." *European J. of Operational Research*, Vol. 216, No. 3, PP. 687-696.
- 11- Khajavi, S., Salimifard, A. and Rabiee, M. (2010). "Data Envelopment Analysis Technique: A complementary Method for Traditional Analysis of Financial Ratios." *J. of the Iranian accounting and auditing review*, Vol. 17, NO. 60, PP. 41-56.
- 12- Malhotra D.K. and Malhotra R. (2008). "Analyzing Financial Statements Using Data Envelopment Analysis." *Commercial Lending Review*, Vol. 23, No. 5, PP. 25-61.
- 13- Joro, T. and Viitala, E. J. (2004). "Weight-restricted DEA in action: From expert opinions to mathematical models." *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 55, PP. 814-821.
- 14- Bian, Y. and Li, S. (2011). "Ranking decision making units with large set of highly correlated performance indicators: A method based on Gram-Schmidt process." *J. of Expert Systems with Applications*, Vol. 38, PP.10518-10523.
- 15- Edirisinghe, N. C. P. and Zhang, X. (2007). "Generalized DEA model of fundamental analysis and its application to portfolio optimization." *J. of Banking and Finance*, Vol. 3, No. 1, PP. 3311-3335.
- 16- Gaganis, C., Hasan, I. and Pasiouras, F. (2013). "Efficiency and stock returns: evidence from the insurance Industry", Published Online in *J. of Productivity Analysis*, DOI 10.1007/s11123-013-0347-x.
- 17- Amiri, M., Shariat Panahi, M., Banakar, Mohammadhadi. (2010). "Portfolio Selection with Use of Multiple Criteria Decision Making." *J. of securities Exchange*, Vol. 3, No. 11, PP. 5-24.
- 18- Branda, M. (2013). "Diversification-consistent data envelopment analysis with general deviation measures." *European J. of Operational Research*, Vol. 226, No. 3, PP. 626-635.
- 19- Bian, Y. (2011). "A Gram-Schmidt process based approach for improving DEA discrimination in the presence of large dimensionality of data set." *J. of Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 3, PP. 3793-3799
- 20- Giraud, L. and Lango, J. (2005). "The loss of orthogonality in the Gram-Schmidt orthogonalization Process." *J. of Computers and Mathematics with Applications*, Vol. 50, No. 7, PP. 1069-1075.
- 21- Edirisinghe, N. C. P. and Zang, X. (2010). "Input/output selection in DEA under expert information, with application to financial markets." *European J. of Operational Research*, Vol. 207, No. 3, PP. 1669-1678.
- 22- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper. (1989). "An Introduction to Data Envelopment Analysis with Some of its Models and Their Uses." *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*. Vol. 5. PP.125-163.

- 23- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S. and Shale, E.A. (2001). "Pitfalls and protocols in DEA." *European J. of Operational Research*, Vol. 132, No. 2, PP. 245–259.
- 24- Pastor, J. T. (1996). "Translation invariance in data envelopment analysis: A generalization." *Annals of Operations Research*, Vol. 66, No. 2, PP. 93–102.
- 25- Cooper, W. W. and Seiford, L. M. (2009). "Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on." *European J. of Operational Research*, Vol. 192, No. 1, PP. 1-17.
- 26- Pastor, J. T. Lovell, C. A. K. (1999). "Radial DEA models without inputs or without outputs." *European J. of Operational Research*, Vol. 118, No. 1, PP. 46-51.
- 27- Emrouznejad, A., Parker, B. R. and Tavares, G. (2008). "Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA." *The International J. of Public Sector Decision-Making*, Vol. 42, No. 3, PP. 151-157.
- 28- Briec, W. (1999). "Holder distance function and measurement of technical efficiency." *J. of Productivity Analysis*, Vol. 11, No. 2, PP. 111–131.
- 29- Portela, S.MCA and Thanassoulis, E. S. G. (2004). "Negative data in DEA: a directional distance function approach applied to bank branches." *J. of the Operational Research Society*, Vol. 55, No. 10, PP. 1111–21.
- 30- Sharp, J. A. and Liu, W. B. (2007). "A modified slacks-based measure model for data envelopment analysis with natural negative outputs and inputs." *J. of Operational Research Society*, Vol. 57, No. 11, PP. 1–6.
- 31- Emrouznejad, A., Anouze, A. L. and Thanassoulis, E. (2010). "A semi-oriented radial measure for measuring the efficiency of decision making units with negative data- using DEA." *European J. of Operational Research*, Vol. 200, No. 1, PP. 297–304.
- 32- William, C.B., Jin-Gil, J. and Sandip, M. (2008). "Relations between portfolio returns and market multiples." *Global Finance Journal*, Vol. 19, No. 1, PP. 1–10.
- 33- Gordon, Y. N. T. (2004). "How efficient is naive portfolio diversification? An educational note." *Omega, The International J. of Management*, Vol. 32, No. 2, PP. 155 – 160.
- 34- Strang, G. (1988). *Linear Algebra and its application*. 3rd. Ed. Harcourt Brace Jovanovich Pub. P.167.
- 35- Shaskin, D. (2000). *Handbook of parametric and non-parametric statistical procedures*. 2nd. Ed. Chapman & Hall/CRC Pub., New York.

واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1- Data Envelopment Analysis (DEA)
- 2- Modified Slack-Based Model (MSBM)
- 3- Analytic Network Process (ANP)
- 4- Decision Making Unit (DMU)
- 5- Gram-Schmidt Process
- 6- Slack-Based Model (SBM)
- 7- Modified Slack-Based Model with Minimum Correlation (MSBM-MC)
- 8- Range Directional Measure (RDM)
- 9- Translation Invariance (T.I)
- 10- Unit Invariance (U.I)
- 11- Lilliefors Test
- 12-Kruskal-Wallis Test