

مقایسه رویکردهای تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری خرید و فروش سهام

دکتر صفر فضلی *

صالح منصوری **

چکیده

تصمیم‌گیری جوهره مدیریت است و مدیر کسی است که هر لحظه تصمیم می‌گیرد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری می‌باشند که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف این تحقیق، مقایسه روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و سنجش توان آنها در قیاس با یکدیگر در یک مطالعه میدانی است. بستر این پژوهش با شناسایی شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری در خصوص خرید و فروش سهام از جانب

* استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی Fazli@ikiu.ac.ir

** کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی saleh.mansouri@gmail.com

سرمایه‌گذاران بورس و ثبت اطلاعات خرید و فروش سهام آنان در یک بازه زمانی یک ساله فراهم شده است. سپس با استفاده از روش‌های ذکر شده، این شاخص‌ها مورد رتبه‌بندی قرار گرفته‌اند که نتایج تحقیق حاکی از آن است که تفاوت معناداری در اولویت بندی صورت گرفته توسط دو رویکرد وجود ندارد و تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به فرایند تحلیل سلسله مراتبی از توانمندی بالاتری در اولویت بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد برخوردار است.

واژگان کلیدی: فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل پوششی داده‌ها، رتبه‌بندی، بورس.

مقدمه

تصمیم‌گیری جوهره مدیریت است بطوری که افرادی چون سایمون و دراگر، مدیریت را مترادف با تصمیم‌گیری می‌دانند. در آغاز به دلیل نگرش خاص دیدگاه کلاسیک در مدیریت، تصمیم‌گیری تنها حق مدیر دانسته می‌شد. اما از دهه ۱۹۵۰ به بعد تحقیقاتی در زمینه جنبه‌های رفتاری، ماهیت تصمیم، نظریه‌ها و فرآیند تصمیم انجام گرفت که این نگرش را دگرگون ساخت. از سوی دیگر مباحث آمار، ریاضی و مدل‌های کمی نیز به عنوان ابزار مفیدی برای اتخاذ تصمیم مطرح گردید (باقریان، ۱۳۸۰). مدل‌های بهینه‌سازی از دوران نهضت صنعتی در جهان و به خصوص از زمان جنگ دوم جهانی همواره مورد توجه ریاضی‌دانان و دست‌اندرکاران صنعت بوده است. اما توجه محققین در دهه‌های اخیر، معطوف به مدل‌های چند معیاره برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده گردیده است. محققین زیادی مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه را مورد بررسی قرار داده‌اند. بطور کلی در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره به جای استفاده از یک معیار سنجش می‌توان از چندین معیار سنجش استفاده کرد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. مطابق نظر وی، AHP اساساً یک نظریه عمومی سنجش است که براساس پاره‌ای از اصول روانشناسی و ریاضی بنا شده و توانایی حل مسایل پیچیده در زمینه‌های مختلف کمی و کیفی را دارد. قابلیت بالای این روش در حل و بررسی مسایل

گوناگون باعث شده تا در زمینه‌های مختلفی مانند سیاست و برنامه‌ریزی شهری، تخصیص منابع، رتبه‌بندی انتخاب‌ها، پیش‌بینی و بطور کلی در امر تصمیم‌گیری به میزان زیادی از آن استفاده شود (قدسی‌پور، ۱۳۸۶).

از سوی دیگر تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان ابزار مهمی برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری و بهبود عملکرد عملیات تولیدی و خدماتی شناخته شده است. این روش بطور گسترده‌ای در ارزیابی عملکرد سازمان‌های تولیدی و خدماتی بکار می‌رود. تحلیل پوششی داده‌ها مجموعه‌ای از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی است که با نگرش نهاده‌ای - ستاده‌ای به واحدهای تصمیم‌گیری، آنها را مورد ارزیابی نسبی قرار می‌دهد (موتمنی، ۱۳۸۱).

در تعریف دیگری تحلیل پوششی داده‌ها یک روش تحلیلی بهره‌وری چند معیاره برای اندازه‌گیری کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری همگن بیان شده است (تالوری، ۲۰۰۰). در این صورت رابطه کارایی با معیارهای چندگانه ورودی و خروجی به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموع موزون خروجی‌ها}}{\text{مجموع موزون ورودی‌ها}}$$

این تعریف کارایی برای نخستین بار توسط فارل ارائه شد و با نام مرز کارایی فارل^۱ شناخته می‌شود. با استفاده از روابط ریاضی، مرز کارا تعیین و بر اساس ملاک دور افتادگی واحد تصمیم‌گیرنده از مرز یاد شده، کارایی آن اندازه‌گیری می‌شود (مهرگان، ۱۳۸۳).

روش‌های AHP و DEA هر یک از فنون جدید و مهم تصمیم‌گیری می‌باشند که دارای کاربردهای فراوانی در علم مدیریت هستند. از محورهای جدید در تحقیقات علم مدیریت، بررسی توان فنون تصمیم‌گیری در مقایسه با یکدیگر است که در این تحقیق توان این دو روش در رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری در خصوص خرید و فروش سهام با یکدیگر مقایسه شده است. پس از این مقدمه و در

بخش دوم، چارچوب نظری و ادبیات موضوع بیان می‌شود و سپس در بخش سوم مدل مفهومی و روش تحقیق و در بخش چهارم یافته‌های تحقیق و در پایان نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

چارچوب نظری

تاکنون پژوهش‌های مختلفی با استفاده از روش‌های DEA و AHP در زمینه‌های گوناگون صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به سنجش عملکرد و کارایی و رتبه‌بندی مدارس، دانشگاه‌ها، ادارات، نیروهای نظامی، تیم‌های ورزشی و... اشاره کرد. در ادامه به تحقیقاتی که ارتباط ساختاری و محتوایی با موضوع تحقیق دارند اشاره می‌شود.

اوکاوا^۱ و ماسارو^۲ در سال ۱۹۹۹ با استفاده از AHP و DEA به ارزیابی انواع پول‌های الکترونیکی و رتبه‌بندی آنها جهت انتخاب یکی از این نوع پول‌ها پرداختند. پول‌های مورد بررسی عبارت بودند از: Super Cash, VISA Cash, Mondex و J-Debit. این محققین انواع پول‌ها را با توجه به معیارهای سطح امنیت، سطح محافظت شخصی، عملکرد هزینه و مفید بودن اولویت‌بندی نمودند. مطابق نتایج حاصله J-Debit در هر دو روش، برترین نوع پول شناخته شد (هیتوشی و ماسارو، ۱۹۹۹).

همچنین لوزانو^۳ و ویلا^۴ در سال ۲۰۰۷ هدف‌گذاری چندگانه را در تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از AHP مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق دو شیوه جدید برای رویکرد DEA پیشنهاد شده است. اولین روش، یک روش تعاملی چند منظوره است که در آن در هر مرحله از فرآیند، تصمیم‌گیرنده درباره اینکه کدام یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها بهبود یابند و کدام یک لزومی به تغییر ندارند و کدام باید کاهش داده شوند، تصمیم‌گیری می‌کند. اولویت‌های مرتبط با تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌ها با استفاده از AHP محاسبه می‌شوند و تصمیم‌گیرنده می‌تواند ترجیحات خود را برای

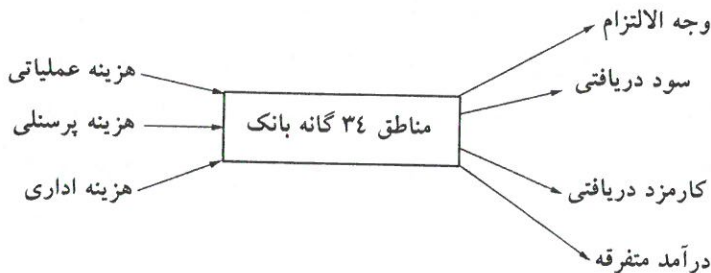
تغییرات در سیستم به روز کند. این فرآیند تا آنجا ادامه می‌یابد که نقطه عملیاتی رضایت بخشی محاسبه شود. روش دوم، روش چند منظوره واژه نگاری^۱ است که در آن تصمیم گیرنده مجموعه‌ای از سطوح اولویت را مشخص می‌کند و با استفاده از AHP عوامل تاثیر گذار بر بهبود ورودی‌ها و خروجی‌ها در هر سطح از اولویت ارائه می‌گردد. رویکرد دوم نیازمند حل کردن مجموعه‌ای از مدل‌ها به ترتیب است و برای هر سطح اولویت یک مدل حل می‌شود. پس از اینکه پایین‌ترین مدل اولویت حل شد، نقطه عملیاتی متقابل به دست می‌آید. در این تحقیق هر دو روش به همراه یک مساله واقعی در زمینه حمل و نقل تشریح شده‌اند (لوزانو و ویلا، ۲۰۰۷).

شکراله خواجوی و همکاران در سال ۱۳۸۴ در تحقیق خود از تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین پرتفوی بهینه از کارآترین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده کردند. در این تحقیق برای تعیین متغیرهای ورودی و خروجی از مطالعات انجام شده به خصوص مطالعه مک‌مولن^۲ در سال ۲۰۰۰ استفاده شده است که در نتیجه، سه متغیر ورودی و چهار متغیر خروجی به شرح جدول ۱ انتخاب شده‌اند.

جدول ۱: ورودی و خروجی‌های مدل DEA برای تعیین پرتفوی بهینه سهام

وزن	علامت اختصاری	طبقه	متغیر
U_1	O_1	خروجی	نرخ بازده یک سال
U_2	O_2	خروجی	نرخ بازده سه سال
U_3	O_3	خروجی	نرخ بازده پنج سال
U_4	O_4	خروجی	درآمد هر سهم EPS
V_1	I_1	ورودی	نسبت قیمت به درآمد
V_2	I_2	ورودی	ضریب بتا (۵ سال)
V_3	I_3	ورودی	ضریب سیگما (۵ سال)

پس از تعیین متغیرهای ورودی و خروجی، الگوی DEA به صورت ورودی محور با بازده به مقیاس ثابت تعیین شده است (خواجه‌وی و همکاران، ۱۳۸۴). نجفی در سال ۱۳۸۴، به سنجش کارایی بانک سپه با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته است. وی ابتدا اولویت درآمدها و هزینه‌های هر یک از مناطق را به وسیله فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه و سپس با استفاده از نسبت آنها، کارایی هر یک از مناطق را برآورد کرده است. در این تحقیق بر اساس رویکرد DEA، ارزش هر کدام از نهاده‌ها و ستاده‌ها، به عنوان وزن آنها در نظر گرفته شده و ارزش کل ستاده‌ها بر قیمت کل نهاده‌ها تقسیم شده است. کارایی منطقه بانکی زام در شکل ۱ نشان داده شده است:



شکل ۱. مدل DEA مورد استفاده جهت سنجش کارایی بانک سپه

در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص کارایی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

طبق شاخص E_j واحدی کاراست که نسبت آن مساوی ۱ باشد. با مقایسه دو رویکرد مختلف و نتایج حاصل از آنها، محقق تفاوت معنی‌داری در اولویت‌بندی صورت گرفته مشاهده نکرده است (نجفی، ۱۳۸۵).

علیرضا جوانمردی در سال ۱۳۸۱ بر اساس تحقیق خود فروشگاه‌های تعاونی بسیجیان را با استفاده از روش AHP/DEA رتبه‌بندی کرده است. در این تحقیق از مفاهیم کارت امتیازی متوازن استفاده و با استفاده از چهار شاخص مالی، مشتری

مداری، فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری، ورودی‌ها و خروجی‌های مدل شناسایی شده است. پس از این مرحله، مدل DEA ساخته شده و برای هر فروشگاه (واحد تصمیم‌گیری)، چهار بار حل شده است. پس از حل مدل‌ها برای هر فروشگاه، چهار عدد کارآیی به دست می‌آید. این عددها هر کدام کارآیی فروشگاه را در ابعاد چهارگانه فوق‌الذکر نشان می‌دهند. برای مقایسه فروشگاه‌ها با یکدیگر محقق از روش AHP استفاده کرده است. محقق در این تحقیق علاوه بر رتبه‌بندی نهایی توانسته است از نتایج DEA و نمرات کارآیی برای تعیین نقاط قوت و ضعف هر یک از فروشگاه‌ها استفاده نماید (جوانمردی، ۱۳۸۱).

عادل آذر در سال ۱۳۷۹ به مطالعه تطبیقی دو رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداخته است. او در مقاله خود به بررسی عملکرد ۴ بیمارستان می‌پردازد و در این میان از تعداد نیروی انسانی تمام وقت، مقدار بودجه و تعداد تخت - روز موجود به عنوان ۳ نهاد و از تعداد مریض - روز بستری شده، تعداد مریض - روز سرپایی، تعداد پرستار آموزش دیده و تعداد پزشک آموزش دیده به عنوان ۴ ستانده بهره‌جسته است. در این تحقیق، روش کار در رتبه‌بندی بیمارستان‌ها، هم با روش DEA و هم با روش AHP کاملاً مشابه است. نکته قابل توجه آن است که روش DEA نشان نمی‌دهد که واحدهای روی مرز کارا نسبت به یکدیگر در چه وضعیتی هستند. ولی در روش AHP به وضوح می‌توان به مقایسه واحدهای کارا نیز پی برد. محقق این خاصیت را نقطه قوت روش AHP بر DEA دانسته است. محقق نتیجه‌گیری کرده است که هر چند اساس روش DEA، داده‌های تاریخی و عینی است و مبنای تحلیل در آن بر فنون سخت در علم مدیریت نهفته است، ولی نتایج آن با روش AHP که از نوع فنون نرم است، کاملاً مشابه است. همچنین روش AHP علاوه بر نتایج مشابه با روش DEA، اطلاعات بیشتری را در اختیار قرار می‌دهد (آذر، ۱۳۷۹).

با توجه به مطالعات صورت گرفته و با مراجعه به مقاله اخیر مشخص است که نظر به اهمیت روش‌های AHP و DEA در تحقیقات مرتبط با مدیریت، مقایسه نتایج به دست آمده از این دو رویکرد، جایگاه ویژه‌ای را دارا می‌باشد. لذا سوالات زیر

برای انجام این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است:

۱- آیا اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها متفاوت است؟ در صورت وجود تفاوت، آیا این تفاوت معنی دار است؟

۲- آیا فنون فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها از توان یکسانی در اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد برخوردارند؟
در این تحقیق فرض بر آن است که تفاوت معناداری در اولویت‌بندی صورت گرفته توسط دو رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی وجود ندارد و فرایند تحلیل سلسله مراتبی نسبت به تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) از توانمندی بالاتری در اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی عملکرد برخوردار است.

روش تحقیق و مدل مفهومی آن

با توجه به اینکه در این تحقیق یکی از دو رویکرد اصلی اندازه‌گیری کارایی بر اساس مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها است، تحقیق مزبور به دنبال جمع‌آوری اطلاعات لازم و مناسب برای استفاده در مدل‌های فوق می‌باشد. بنابراین تحقیق جنبه تحلیلی دارد. در این تحقیق از مطالعات کتابخانه‌ای نیز به منظور اطلاع از سوابق تحقیقات گذشته استفاده شده است.

به منظور جمع‌آوری داده‌های مربوطه در زمینه مولفه‌های مدل، مطالعات به صورت نظری - میدانی صورت گرفته و پس از مشخص شدن ترکیب کلی ورودی‌ها و خروجی‌ها، اطلاعات لازم که همه آنها جنبه کمی دارند، از نمونه تحقیق جمع‌آوری شده است. در این روش شاخص‌های کلیدی عملکرد افراد به عنوان یک واحد تصمیم‌گیری در نظر گرفته شدند که ابتدا با بکارگیری مدل‌های DEA به محاسبه کارایی آنها پرداخته شده است.

در ادامه، روش بکارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفته که در ابتدا جهت تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد، از طریق مصاحبه با خبرگان، درخت تصمیم تدوین و از آنجایی که معیارهای مورد استفاده جهت رتبه‌بندی

شاخص‌های درخت تصمیم به صورت کلامی هستند، جمع آوری داده‌ها از طریق پرسشنامه انجام شده است. پس از انجام این مراحل داده‌های مورد نیاز جهت رتبه‌بندی شاخص‌ها با رویکرد AHP نیز فراهم گردید.

جامعه آماری این پژوهش اشخاص حقیقی هستند که در بورس اوراق بهادار تهران اقدام به خرید و فروش سهام می‌کنند و اطلاعات خرید و فروش سهام آنان در یک بازه زمانی یک ساله ثبت شده است. حجم نمونه بر اساس رابطه زیر تعیین گردید:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \bar{p}(1-\bar{p})}{d^2} = \frac{Z_{\alpha/2}^2 pq}{d^2}$$

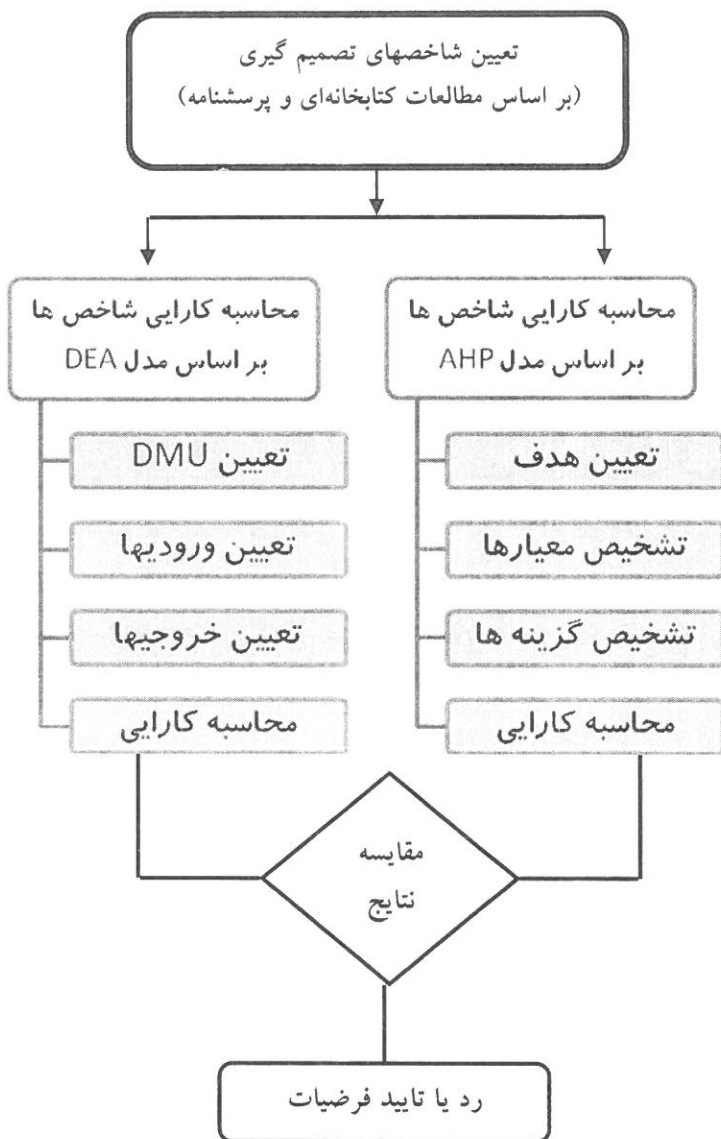
که در آن p برابر با ۰,۵، خطای نمونه گیری (d) برابر ۱۰ درصد و سطح اطمینان $(1-\alpha)$ برابر ۹۵ درصد در نظر گرفته شده است. با توجه به سطح اطمینان، مقدار Z برابر ۱,۹۶ و حجم نمونه برابر ۹۶ به دست می‌آید. در این تحقیق با توجه به محدودیت افراد نمونه مورد نظر پژوهش و روش‌های تحلیلی آن، برای انتخاب سنجیده افراد نمونه از روش نمونه برداری قضاوتی استفاده شده است که در آن، انتخاب برخی افراد یا گروه‌های جامعه بر عهده پژوهشگر است.

از طرف دیگر، چون این تحقیق در بازار بورس تهران انجام شده است، سرمایه‌گذاران در بازار بورس برای انتخاب یک سهم و خریداری آن از روش‌ها و اطلاعات مختلفی استفاده می‌کنند. تعداد این شاخص‌ها زیاد است و نمی‌توان تمامی آنها را به مدل وارد کرد و لازم است با استفاده از روشی علمی تعداد این شاخص‌ها را کاهش داده و تنها مهمترین آنها به عنوان شاخص انتخاب شوند (شباهنگ، ۱۳۷۲). لذا برای شناسایی شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری، از پرسشنامه‌ای با طیف پنج عددی لیکرت استفاده شده است که در آن عدد پنج نشان دهنده تأثیر بسیار زیاد و عدد یک نشان دهنده تأثیر بسیار کم است. سرانجام به منظور آزمون تأثیر عوامل مشخص شده بر تصمیم خریداران سهام از آزمون تی استیودنت و برای رتبه‌بندی فرضیات از آزمون فریدمن استفاده شده است. از طریق این آزمون می‌توان وجود و یا عدم وجود اختلاف بارز میان فراوانی‌های مشهود را بررسی نمود. شاخص آماری

فریدمن را با χ_r^2 نشان داده و به صورت زیر محاسبه می‌شود. در این فرمول n تعداد سطرها (بلوک‌ها)، k تعداد ستون‌ها (رفتارها) و R_j حاصل جمع هر ستون است.

$$\chi_r^2 = \frac{K}{n.k(K+1)} \times \sum R_j - 3n(K+1)$$

همانگونه که در مدل مفهومی تحقیق (شکل ۲) نشان داده شده است، پس از تعیین شاخص‌ها، کارایی آنها بر اساس دو روش AHP و DEA محاسبه شده و نتایج با یکدیگر مقایسه می‌شود. روش محاسبه کارایی نیز بر اساس هر دو روش، در مدل مفهومی بیان شده است.



شکل ۲. مدل مفهومی تحقیق

یافته‌های تحقیق

اگر چه هدف اصلی این تحقیق مقایسه تطبیقی دو رویکرد تصمیم‌گیری است، لیکن این تحقیق دارای چهار یافته می‌باشد. نخستین یافته مربوط به تعیین شاخص‌های کلیدی خرید سهام است. دومین و سومین یافته مربوط به محاسبه کارایی این شاخص‌ها با استفاده از رویکرد DEA و رویکرد AHP است و نهایتاً آخرین یافته مقایسه نتایج این رویکردها می‌باشد.

تعیین شاخص‌های کلیدی

پس از تعیین این شاخص‌ها با استفاده از منابع کتابخانه‌ای، جهت تکمیل اطلاعات و انتخاب شاخص‌های اصلی با متخصصان و افراد صاحب نظر (کارشناسان شرکت‌های سرمایه‌گذاری و کارشناسان بورس، اساتید دانشگاه و ...) مصاحبه‌های عمیق و نیمه عمیق صورت گرفته است. سپس جهت تعیین معنی‌دار بودن ارتباط این شاخص‌ها با انتخاب سهام، آزمون آماری در قالب فرضیات تحقیق انجام شده است. آزمون مورد نظر، آزمون تی استیودنت است که در آن فرض‌های آماری به صورت مقابل صورت‌بندی شده‌اند:

$$H_0: \mu \leq 3$$

$$H_1: \mu > 3$$

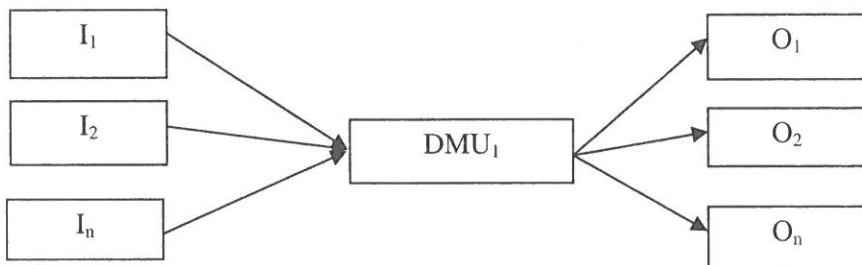
شاخص آماری برای سنجش فرضیات، عدد ۳ تعیین گردید که با توجه به طیف لیکرت استفاده شده در پرسشنامه عدد مناسبی است. مطابق نتایج آزمون‌های آماری، معنی‌دار بودن هفت شاخص تایید و چهار شاخص رد شدند. جدول شماره ۲ این شاخص‌ها را که توسط آزمون فریدمن نیز رتبه‌بندی شده‌اند، نشان می‌دهد که در آن هفت شاخص اول به عنوان شاخص‌های کلیدی انتخاب شدند.

جدول ۲. رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی برای خرید سهام با استفاده از آزمون فریدمن

رتبه	نتیجه آزمون	فرضیات
۱	۷,۴۲۵	میان نوع صنعت و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۲	۷,۲۰۶	میان نسبت P به E و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۳	۷,۰۴۰	میان پیروی از گرایش‌های موجود در خریداران و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۴	۶,۶۳۸	میان سود تقسیمی اعلام شده و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۵	۶,۳۵۶	میان نسبت E به P و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۶	۶,۲۴۷	میان گزارشات ارائه شده از سوی سازمان و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۷	۵,۶۲۰	میان قدرت نقد شوندگی و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۸	۵,۰۳۴	میان روند تغییر قیمت در ماه‌های گذشته و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۹	۴,۸۹۶	میان نوع مالکیت و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۱۰	۴,۸۱۶	میان ترکیب سهامداران عمده شرکت و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد
۱۱	۴,۷۱۸	میان زمان سپری شده از آخرین مجمع و انتخاب سهام توسط خریداران حقیقی تازه‌کار ارتباط معنادار وجود دارد

محاسبه کارایی شاخص‌ها با استفاده از رویکرد DEA

مفهوم کلی رویکرد DEA در شکل ۳ نشان داده شده است. در این رویکرد مبنای محاسبه کارایی، میزان ورودی‌ها (I_i) و خروجی‌های (O_i) هر سیستم است.



شکل ۳. نمای کلی مدل‌های DEA

پس از تایید هفت فرضیه از فرضیات تحقیق و شناسایی شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری، این شاخص‌ها به عنوان واحدهای تصمیم‌گیری مدل DEA در نظر گرفته شده‌اند، جدول ۳ به صورت خلاصه این واحدها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. واحدهای تصمیم‌گیری مدل DEA

نام شاخص	DMU _i
نسبت p به E	DMU ₁
نسبت E به p	DMU ₂
نوع صنعت	DMU ₃
گزارشات ارائه شده سازمان در زمان توقف نماد	DMU ₄
قدرت نقد شوندگی	DMU ₅
سود تقسیمی اعلام شده	DMU ₆
گرایش‌ات موجود در میان خریداران	DMU ₇

برای شناسایی ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA از روش مصاحبه استفاده شده و پس از شناسایی افراد نمونه مورد نظر، اطلاعات خرید و فروش سهام آنها با توجه به شاخص‌های مختلف در یک دوره یک ساله (از تیر ماه ۱۳۸۷ تا تیر ماه ۱۳۸۸) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نهایتاً پس از تجزیه و تحلیل‌های آماری، شاخص‌های مورد نظر انتخاب شدند، جدول ۴ این ورودی‌ها و خروجی‌ها را نشان می‌دهد:

جدول ۴. ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA

خروجی (O _i)		ورودی‌ها (I _i)	
نام شاخص	کد	نام شاخص	کد
درصد سود/زیان ناشی از فروش سهام با در نظر گرفتن تعداد روز نگهداری سهام (سود/زیان کسب شده در یک روز)	O ₁	فاصلهٔ میان قیمت درخواست داده شده با قیمت تابلو در زمان خرید	I ₁
		فاصلهٔ زمانی میان روز ارائه درخواست خرید تا روز اتمام خرید	I ₂
		فاصلهٔ زمانی میان روز ارائه درخواست فروش تا روز اتمام فروش	I ₃

همانطور که ملاحظه می‌شود، مدل‌های DEA دارای سه ورودی و یک خروجی می‌باشند. مقدار عددی این مولفه‌ها در مدل پایه DEA وارد و سپس مدل زیر به ازاء هر واحد تصمیم‌گیری حل گردیده است:

$$\max E_j = \sum_{r=1}^S w_r O_{rj}$$

S.T.

$$\sum_{i=1}^m v_i I_{ij} = 1$$

$$\sum_{r=1}^S w_r O_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i I_{ij} \leq 0$$

$$w_r \geq 0, v_i \geq 0$$

در این مدل s تعداد خروجی‌ها و m تعداد ورودی‌ها، O_{rj} اولویت شاخص زام از نظر خروجی r ام، w_r اولویت معیار خروجی r ام در ماتریس خروجی‌ها، I_{ij} اولویت شاخص زام از نظر ورودی i ام و v_i اولویت معیار ورودی i ام در ماتریس ورودی‌ها است

جهت محاسبه کارایی توسط روش DEA، هفت فرضیهٔ حائز رتبه‌های اول تا

هفتم که در مرحله قبل به تایید رسید، به عنوان واحد تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گرفت. ورودی‌ها و خروجی‌های روش بدین ترتیب به دست آمدند که ورودی اول فاصله قیمت پیشنهادی خریدار را با قیمت تابلو نشان می‌دهد (معمولاً خریداران برای گریز از صف خرید حاضرند با قیمت کمی بالاتر از قیمت تابلو، اقدام به خرید سهام نمایند) این عدد بر حسب درصد تفاوت قیمت‌ها بیان شده است. ورودی دوم نشانگر میانگین تعداد روزهایی است که خریداران برای خرید سهام در صف خرید منتظر مانده‌اند و ورودی سوم نیز بیانگر میانگین تعداد روزهایی است که در هنگام فروش سهام در صف فروش منتظر بوده‌اند. خروجی روش نیز از تقسیم سود کسب شده ناشی از فروش سهام بر تعداد روزهایی که فرد سهم مورد نظر را در اختیار داشته است، به دست آمد. تفاوت اعداد به دست آمده برای هر ورودی و خروجی، ناشی از انتخاب‌های متفاوت افراد بر مبنای شاخص‌های کلیدی عملکرد مختلف (مثلاً انتخاب سهام با توجه به نسبت P به E یا با توجه به گرایشات بازار و ...) می‌باشد. جدول ۵ اطلاعات مربوط به ورودی‌ها و خروجی را نشان می‌دهد:

جدول ۵. جدول اطلاعات مربوط به خروجی و ورودی‌ها

خروجی اول درصد سود کسب شده (بر حسب درصد روز)	ورودی سوم تعداد روز در صف فروش (بر حسب روز)	ورودی دوم تعداد روز در صف خرید (بر حسب روز)	ورودی اول فاصله قیمت پیشنهادی با تابلو (بر حسب درصد)	ورودی‌ها و خروجی مدل DEA شاخص کلیدی (DMU)
۰.۴۹	۱.۲	۲.۵	۰.۱۱	انتخاب سهام با توجه به نسبت P به E
۰.۱۹	۱.۵	۱.۳	۰.۰۹	انتخاب سهام با توجه به گرایشات بازار
۰.۲۲	۰.۷	۱.۲	۰.۰۸	انتخاب سهام با توجه به نوع صنعت
۰.۳۱	۱.۱	۰.۹	۰.۰۵	انتخاب سهام با توجه به نسبت E به P
۰.۱۳	۰.۵	۱.۷	۰.۲۳	انتخاب سهام با توجه به سود اعلام شده
۰.۲۸	۱.۴	۱.۱	۰.۱۷	انتخاب سهام با توجه به قدرت نقد شوندگی
۰.۳۵	۱.۳	۰.۸	۰.۱۴	انتخاب سهام با توجه به گزارشات ارائه شده

به منظور شناخت اهمیت هر کدام از شاخص‌های کلیدی در انتخاب سهام، مدل‌های DEA بر اساس روش اندرسون - پترسون حل شده‌اند تا بتوان آنها را رتبه‌بندی کرد. این روش یکی از روش‌های تعدیل شده مدل پایه‌ای DEA می‌باشد (کوپر، سیفورد و تون، ۲۰۰۷).

جدول ۶ شاخص‌های کلیدی، میزان کارایی و رتبه آنها را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود شاخص "نسبت E به P" رتبه اول و شاخص گرایشات بازار رتبه هفتم را به دست آورده‌اند.

جدول ۶. شاخص‌های کلیدی، میزان کارایی و رتبه‌بندی بر اساس رویکرد DEA

رتبه	میزان کارایی	شاخص کلیدی (DMU)
۲	۱,۳۴	انتخاب سهام با توجه به نسبت P به E
۷	۰,۴۳	انتخاب سهام با توجه به گرایشات بازار
۴	۰,۸۴	انتخاب سهام با توجه به صنعت
۱	۱,۵۸	انتخاب سهام با توجه به نسبت E به P
۶	۰,۶۳	انتخاب سهام با توجه به سود اعلام شده
۵	۰,۷۱	انتخاب سهام با توجه به قدرت نقد شوندگی
۳	۱,۲۷	انتخاب سهام با توجه به گزارشات ارائه شده

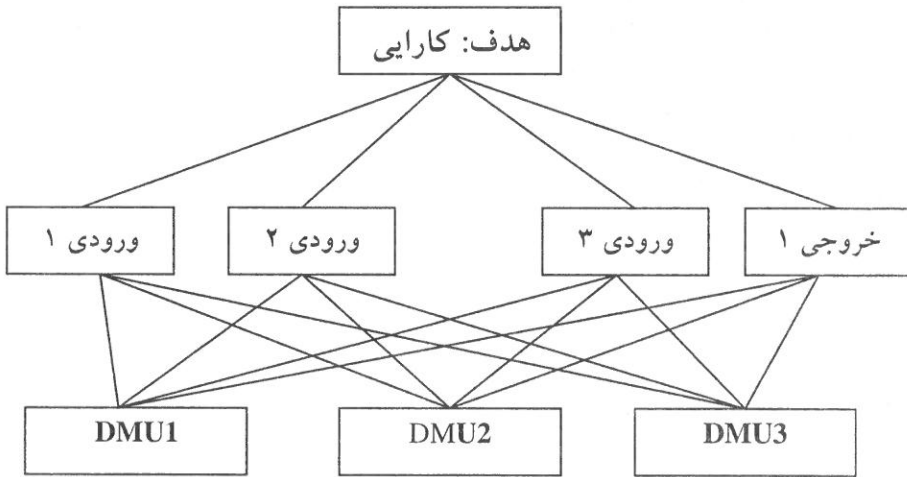
محاسبه کارایی شاخص‌ها با استفاده از رویکرد AHP

رویکرد AHP دارای ۳ گام اصلی است:

(۱) شناختن درخت سلسله مراتبی

(۲) محاسبه وزن‌ها و رتبه‌ها

(۳) محاسبه نرخ سازگاری



شکل ۴. درخت سلسله مراتبی تصمیم رویکرد AHP

شکل ۴ درخت سلسله مراتبی این روش را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، هدف از این روش سنجش کارایی شاخص‌های کلیدی و رتبه‌بندی آنها است. برای این منظور، ورودی‌ها و خروجی‌های به دست آمده در بخش میدانی تحقیق که در DEA استفاده شدند، به عنوان سطح دوم درخت مذکور و شاخص‌های کلیدی (DMU) به عنوان سطح سوم یا گزینه‌های این درخت در نظر گرفته شده‌اند. به منظور انجام مقایسات زوجی سطح سوم از داده‌های موجود (به جای نظرات خبرگان) و برای مقایسات زوجی سطح دوم از نظرات خبرگان به صورت گروهی استفاده شده است. این اطلاعات از طریق نرم‌افزار Expert Choice حل و نهایتاً میزان کارایی و رتبه شاخص‌های کلیدی (DMU) مطابق جدول ۷ به دست آمده‌اند. در این روش نیز شاخص "نسبت E به P" رتبه اول را به دست آورده ولی شاخص "سود اعلام شده" رتبه هفتم را اخذ کرده است.

جدول ۷. شاخص‌های کلیدی، میزان کارایی و رتبه‌بندی بر اساس رویکرد AHP

رتبه	میزان کارایی	شاخص کلیدی (DMU)
۲	۰,۹۷۰	انتخاب سهام با توجه به نسبت P به E
۶	۰,۶۱۵	انتخاب سهام با توجه به گرایش‌های بازار
۴	۰,۷۱۹	انتخاب سهام با توجه به صنعت
۱	۱	انتخاب سهام با توجه به نسبت E به P
۷	۰,۴۶۳	انتخاب سهام با توجه به سود اعلام شده
۵	۰,۶۵۳	انتخاب سهام با توجه به قدرت نقد شوندگی
۳	۰,۸۳۲	انتخاب سهام با توجه به گزارشات ارائه شده

مقایسه نتایج روش‌های AHP و DEA

هدف اصلی این تحقیق، مقایسه رویکردهای DEA و AHP است و یافته اصلی آن تشخیص تفاوت معنی‌دار آنها و تعیین میزان توان این رویکردها است. با مقایسه رتبه‌های شاخص‌های کلیدی در هر یک از رویکردها، ملاحظه می‌شود که فقط مکان رتبه ششم و هفتم در روش AHP تغییر کرده است. جهت بررسی معنی‌دار بودن این مقایسه، از آزمون علامت^۱ استفاده گردید که نتایج نشان می‌دهد با اطمینان ۹۵٪ فرضیه تفاوت نداشتن این رویکردها پذیرفته می‌شود. به منظور محاسبه توان رویکردها از روش ضریب تغییرات استفاده گردید، جدول ۸ میانگین و واریانس نتایج این دو رویکرد را نشان می‌دهد. پس از انجام محاسبات مربوطه، ضریب تغییرات DEA برابر با ۰,۴۰۷ و ضریب تغییرات AHP برابر ۰,۲۴۲ به دست آمده است. با مقایسه این دو عدد مشخص است که رویکرد DEA از توان و قدرت تفکیک بیشتری نسبت به رویکرد AHP برخوردار است.

جدول ۸. جدول محاسبه میانگین و واریانس نتایج AHP و DEA

شاخص	نسبت P به E	انتخاب سهام با توجه به گزارشات بازار	انتخاب سهام با توجه به صنعت	انتخاب سهام با توجه به نسبت E به P	سود اعلام شده	انتخاب سهام با توجه به قدرت نقد شوندگی	انتخاب سهام با توجه به گزارشات ارائه شده	میانگین	واریانس
کارایی DEA	۱,۴۳	۰,۴۳	۰,۸۴	۱,۵۸	۰,۶۳	۰,۷۱	۱,۲۷	۰,۹۷۱	۰,۱۵۶
کارایی AHP	۰,۹۷۰	۰,۶۱۵	۰,۷۱۹	۱	۰,۴۶۳	۰,۶۵۳	۰,۸۳۲	۰,۷۵۰	۰,۰۳۳

بحث و نتیجه گیری

همانطور که در متن مقاله بدان اشاره شد، مقایسه فنون مهم تصمیم گیری از محورهای جدید و شایع در علوم مدیریت است تا از منظر این مقایسات، محدودیت‌ها، توانایی‌ها، قوت و ضعف روش‌های مختلف شناخته و در جهت بهبود آنها تلاش شود. هدف این تحقیق، به کار گرفتن دو روش از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در یک مطالعه میدانی بوده و در این راستا به شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری در خرید سهام پرداخته شده است. در این پژوهش علاوه بر چهار یافته‌ای که در ابتدای بخش چهارم مقاله به آنها اشاره شد، از مقایسه دو روش DEA و AHP نکته حائز اهمیت دیگری نیز استخراج شد که آن، توان بیشتر DEA در مقایسه با AHP در شرایط این تحقیق است. این نتیجه بر خلاف نتیجه حاصله در مقاله "تحلیل پوششی داده‌ها و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مطالعه تطبیقی" به قلم عادل آذر می‌باشد. در نتیجه آن مقاله آمده است: "روش AHP علاوه بر نتایج مشابه با روش DEA، اطلاعات بیشتری را در اختیار قرار می‌دهد. به عنوان مثال در این تحقیق روش DEA بیمارستان‌های ۴ و ۲ را در یک سطح از کارایی قرار داده است ولی با استفاده از روش AHP مشخص شده است که این دو بیمارستان از نظر کارایی در یک سطح نیستند و بیمارستان ۴ بسیار کارا تر از بیمارستان ۲ است." در حالی که این نقیصه در

اینجا به کمک روش اندرسون - پترسون مرتفع شده است و همانگونه که پیشتر ذکر شد، با بهبود صورت گرفته در رتبه‌بندی حاصل از روش DEA، این روش از توان بیشتری در تفکیک شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری در مقایسه با AHP برخوردار است.

امید است نتایج این تحقیق مورد استفاده دو گروه قرار گیرد: نخست افرادی که به نوعی با فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره، به خصوص فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها سروکار دارند و دوم آن دسته از افراد تازه کار در بورس که برای خرید و فروش سهام، به مباحثی همچون تحلیل‌های تکنیکی و بنیادی سهام وارد نمی‌شوند.

پیشنهادهای حاصل از نتایج تحقیق

۱. با توجه به جداول ۶ و ۷ و نتایج مشابهی که از اولویت بندی دو روش DEA و AHP به دست آمده است، کارایی در خریدارانی که از نسبت P به E، شاخص صنعت و گزارشات ارائه شده برای خرید استفاده کرده‌اند به مراتب بیشتر از کسانی بوده است که از دیگر شاخص‌ها استفاده نموده‌اند. لذا پیشنهاد می‌شود خریدارانی که در ابتدای فعالیت خویش هستند از ترکیب این سه نسبت برای خرید استفاده کنند و سهامی که از نظر این سه شاخص وضعیت مناسبی دارد را برای خرید انتخاب کنند.

۲. با توجه به اثبات توان بالاتر رویکرد DEA نسبت به AHP، پیشنهاد می‌گردد از این رویکرد در تصمیم‌گیری‌های مختلف روزمره از جمله خرید و فروش سهام و ... استفاده شود.

۳. پیشنهاد می‌شود به کمک داده‌های این تحقیق، رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها با فرآیند تحلیل شبکه‌ای مقایسه شده و نتایج حاصل با این تحقیق قیاس شود.

۴. همواره درصد قابل توجهی از افراد در هنگام خرید از گرایش‌ات موجود در بازار پیروی می‌کنند. این گرایش‌ات تا حد بسیاری مبتنی بر شایعاتی است که بازارگردانان تعمداً در بازار رواج داده تا به اهداف خود برسند. علیرغم اثبات این موضوع که

خرید سهام بر اساس شنیده‌ها در کل سودی به همراه ندارد، مشاهده می‌شود که همچنان افراد اقدام به خرید بر اساس این موضوع می‌کنند. پرهیز از خرید به این شیوه با توجه به رتبه پایین کارایی آن اکیداً توصیه می‌گردد.

منابع و مآخذ

- آذر، عادل (۱۳۷۹)، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مطالعه تطبیقی، فصلنامه مطالعات مدیریت، شماره ۲۷-۲۸، پاییز و زمستان ۱۳۷۹، صص ۱۲۹-۱۴۶.
- باقریان، محمد (۱۳۸۰)، تصمیم‌گیری حکیمانه: رویکرد جدید به الگوسازی در مدیریت، چاپ اول، تهران: مرکز آموزش مدیریت دولتی.
- جوانمردی، علیرضا (۱۳۸۱)، رتبه‌بندی کامل شعب موسسه تامین اقلام مصرفی بسیجیان با استفاده از AHP/DEA، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: محمدرضا مهرگان، تهران: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- خواجوی، شکراله، علیرضا سلیمی فرد، مسعود ربیعه (۱۳۸۴)، کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در تعیین پرتفوی از کارآترین شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره بیست و دوم، شماره دوم، تابستان ۱۳۸۴.
- شباهنک، رضا (۱۳۷۲)، مدیریت مالی، تهران: مرکز تحقیقات تخصصی حسابداری و حسابرسی سازمان حسابرسی
- قدسی پور، حسن (۱۳۸۶)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳)، مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها)، تهران: مرکز انتشارات دانشگاه تهران.
- موتمنی، علیرضا (۱۳۸۱)، طراحی مدل پویای بهره‌وری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، پایان نامه دوره دکتری مدیریت (گرایش تولید و عملیات)، استاد راهنما: عادل آذر، تهران: دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
- نجفی، محمد (۱۳۸۴)، سنجش کارایی مناطق بانک سپه با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، استاد راهنما: عادل آذر، تهران: دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.

Hitoshi. O, O. Masaro (1999), Analyzing Electronic Money with AHP and DEA; *IEIC Technical Report* (Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) VOL.99; NO.348, pp.21-26

Lozano. S, G. Villa (2009), Multiobjective target setting in data envelopment analysis using AHP, *Computers and Operations Research*, Volume 36, Issue 2, February 2009, Pages 549-564

Talluri, S., J. Sarkis (2000), Data Envelopment Analysis: Models and Extension, *Production/Operations Management Silberman College of Business Administration*, Fairleigh Dickinson University, 4(1), 8-11