

ارایه مدل ارزیابی عملکرد با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده ها و

منطق فازی - مورد مطالعه شرکت های سیمانی بورس

منابع
پارس پتر و هم

چکیده

در این پژوهش ما به معرفی و گسترش مدل ریاضی تحلیل پوششی داده های فازی به گونه ای پرداختیم که با استفاده از آن بتوان به مقایسه و ارزیابی واقعی تر و عملی تری دست یافت. در مدل های قبلی تحلیل پوششی داده های فازی، با در نظر گرفتن دو رویکرد خوشبینانه و بدبینانه به حل مدل می پرداختند. در این روش برای دو رویکرد محدودیت های متفاوتی برای اندازه گیری کارایی واحدها بکار برده می شود که منجر به ایجاد مرزهای کارایی متفاوتی برای ارزیابی می شد. اگر مرز کارایی ثابت و یکسان نباشد مقایسه بین کارایی واحدها معنای خود را از دست خواهد داد. به همین دلیل در این پژوهش ما به دنبال رفع این مشکل، از طریق بکارگیری مجموعه محدودیت های یکسان برای هر دو رویکرد خوشبینانه و بدبینانه هستیم. در این مقاله ابتدا با بکارگیری مجموعه محدودیت ها یکسان برای هر دو رویکرد به مرز کارایی مشترکی دست یافتیم، سپس دو مدل خوشبینانه و بدبینانه را در یک مدل ادغام کردیم. در نهایت با استفاده از روش آلفا- برش آن را به مدل قطعی تبدیل کرده و با اعمال تغییر متغیر در مدل، آن را به یک مدل خطی تبدیل کردیم.

در ادامه مدل پیشنهادی را برای اندازه گیری کارایی شرکت های سیمانی فعال در بورس به کار بردیم. کارایی محاسبه شده از طریق این مدل بصورت بازه ارائه شده بود، بنابراین با استفاده از روش MRA به رتبه بندی این بازه های کارایی پرداختیم که با توجه به اینکه ۱۱ شرکت با بازه کارایی (۱ ۱)، در رتبه اول قرار گرفتند برای رتبه بندی آن ها از روش AP استفاده کردیم که بر اساس نتایج به دست آمده از این روش شرکت های سیمانی تهران، قائن و خوزستان در رتبه های اول تا سوم قرار گرفتند.

کلید واژه : ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده ها، منطق فازی، آلفا-برش، MRA

فهرست مطالب

فصول	۱
کلیات تحقیق	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- بیان مسئله	۳
۱-۳- اهمیت و ضرورت موضوع	۶
۱-۴- پرسشهای تحقیق	۷
۱-۵- هدفهای تحقیق و نتایج مورد انتظار	۷
۱-۶- قلمرو تحقیق	۸
۱-۶-۱- قلمرو مکانی-جامعه‌شناسی	۸
۱-۶-۲- قلمرو زمانی تحقیق	۸
۱-۷- روش‌شناسی تحقیق	۸
۱-۸- روش‌های گردآوری داده‌ها و ابزار مورد استفاده برای آن	۹
۱-۹- روش‌های تحلیل داده‌ها	۹
۱-۱۰- نوآوری حاصل از پژوهش	۱۰
۱-۱۱- شرح واژه‌ها و اصطلاحات تحقیق	۱۰
۱-۱۲- ساختار تحقیق	۱۳
فصل دوم	۱۴
ادبیات نظری و پیشینه تحقیق	۱۴
۲-۱- مقدمه	۱۵
۲-۲- عملکرد	۱۶
۲-۳- ارزیابی عملکرد	۱۶

۱۷	۲-۳-۱- اهداف فاصليو کليارز يابيعملکرد
۱۸	۲-۳-۲- مقايسه سيستمها يارز يابيعملکرد
۲۰	۲-۳-۳- مدلها يارز يابيعملکرد
۲۲	۲-۴- کارايي
۲۳	۲-۴-۱- روشها يانداز هگير يکارا ييفني
۲۴	۲-۵- انواع بازده نسبت به مقياس
۲۴	۲-۶- تحليل پوششيدادها
۲۵	۲-۶-۱- مدلها يکلاسيک تحليل پوششيدادها
۲۵	۲-۶-۱-۱- مدل CCR
۲۷	۲-۶-۱-۲- مدل BCC
۲۹	۲-۶-۱-۳- رابطه تعداد وروديهها و خروجيهها با تعداد DMU
۲۹	۲-۶-۱-۴- ويژگيها يمدل تحليل پوششيدادها
۳۰	۲-۶-۱-۵- اشکالات مدل DEA کلاسيک
۳۱	۲-۷- رتبه بندي واحدها ي تصميمگيري
۳۳	۲-۷-۱- روش شاخص کمينه حداکثرزيان (پشيماني)
۳۶	۲-۸- تئوريم منطق فازی
۳۷	۲-۹- اعداد فازی
۳۸	۲-۹-۱- متغيرهاي کلامی
۴۰	۲-۹-۲- عمليات رياضي بر روي اعداد فازی
۴۲	۲-۹-۳- تبديلفازيه کلاسيک
۴۲	۲-۹-۳-۱- روشها ي تبديلفازيه قطعي
۴۳	۲-۹-۳-۱-۱- روش برش α
۴۴	۲-۹-۳-۱-۳- روش مرکز ثقل
۴۴	۲-۹-۳-۱-۴- روش ميانگين موزون
۴۵	۲-۹-۳-۱-۵- روش درجه عضو يت حداکثر-ميانگين
۴۶	۲-۱۰- پيشينه تحقيق
۵۳	۲-۱۱- جمع بندي

فصل سوم	۵۵
روش‌شناسی تحقیق	۵۵
۳-۱- مقدمه	۵۶
۳-۲- بیان مسئله	۵۷
۳-۳- مدل تحلیل پوششیدارهای قطعی برای ارزیابی عملکرد	۵۸
۳-۴- مدل تحلیل پوششیدارهای فازی برای ارزیابی عملکرد	۶۰
۳-۵- ویژگی‌ها و منافعه مدل پیشنهادی	۷۱
۳-۶- جمع‌بندی	۷۲
فصل چهارم	۷۳
تجزیه و تحلیل داده‌ها	۷۳
۴-۱- مقدمه	۷۴
۴-۲- جامعه و نمونه آماری	۷۴
۴-۳- روش گردآوری داده‌ها	۷۵
۴-۴- اجرای مدل FDEA و استخراج نتایج ارزیابی	۷۵
۴-۵- محاسبه کارایی برای واحدهای مختلف	۷۶
۴-۶- رتبه‌بندی شرکت‌های سیمانی	۸۱
۴-۷- نتیجه‌گیری	۸۶
فصل پنجم	۸۸
نتیجه‌گیری و پیشنهادات	۸۸
۵-۱- مقدمه	۸۹
۵-۲- نتایج پژوهش	۹۰
۵-۳- نوآوری حاصل از پژوهش	۹۱
۵-۴- پیشنهادات	۹۲
۵-۴-۱- پیشنهاد انکار بر روی	۹۲
۵-۴-۲- پیشنهاد تحقیقات آتی	۹۲
۵-۵- محدودیت‌های تحقیق	۹۳

مناجم پارس پتروهمه

فهرست اشکال و نمودارها

شکل (۲-۱).	سه‌باز هم‌تحدال مرکز A,B,C	۳۶
نمودار (۲-۲).	نمونه‌ای از متغیر هایکلایمیدریبانه عملکرد	۳۸
نمودار (۲-۳).	اشکال مختلف تابع عضویت متغیر هایکلایمی	۴۰
نمودار (۲-۴).	جمع دو عدد فازی مثلثی	۴۱
نمودار (۲-۵).	ضرب دو عدد فازی	۴۱
نمودار (۲-۶).	روش درجه عضویت حداکثر	۴۴
نمودار (۲-۷).	روش مرکز ثقل	۴۴
نمودار (۲-۸).	روش میانگین موزون	۴۵
نمودار (۲-۹).	روش درجه عضویت حداکثر - میانگین	۴۶
نمودار (۳-۱).	مرکز کارایی کار برد هشد در مدل (۳-۷) و (۳-۹)	۶۵
شکل (۴-۱).	نهاد هها و ستاد هها می‌د لاجرای	۷۶

فهرست جداول

جدول (۴-۱).	جدول دسته‌بندی متغیر هایورودی و خروجی مدل	۷۶
جدول (۴-۲).	نتایج نرم‌هکارایی برای واحدهای مختلف	۷۷
جدول (۴-۳).	مجموعه‌های مر جعواحد هایناکارا (بدینانه)	۷۸
جدول (۴-۴).	مجموعه‌های مر جعواحد هایناکارا (خوشینانه)	۸۰
جدول (۴-۵).	رتبه‌بندی شرکت‌های سیمانی	۸۴
جدول (۴-۶).	رتبه‌بندی شرکت‌های کارا	۸۵
جدول (۴-۷).	رتبه‌بندی نهایی واحدها	۸۶

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

ارزیابی و مقایسه عملکرد واحدهای مشابه قسمت مهمی از مدیریت یک سازمان پیچیده است. تحلیل پوششی داده ها یکی از تکنیک های قدرتمند مدیریتی است که ابزاری در اختیار مدیران قرار می دهد تا بتوانند به وسیله آن عملکرد شرکت خود را در قبال سایر رقبا محک زنند و براساس نتایج آن برای آینده ای بهتر تصمیم گیری کنند. این ابزار که برای اولین بار توسط چارلز، کوپر و رودز در سال ۱۹۸۷ ارائه شد، کارایی نسبی واحدهایی که دارای ورودی ها و خروجی های مشابه هستند، اندازه گیری کرده و براساس این کارایی، واحدها با عملکرد کارا و با عملکرد ناکارا را مشخص می کند. سادگی فهم و اجرای روش تحلیل پوششی داده ها و در کنار آن دقت بالا و کاربرد وسیع آن در زمینه های مختلف باعث شده است، پژوهشگران زیادی از این روش برای دست یافتن به اهداف خود استفاده کنند.

نقش ارزیابی عملکرد به عنوان یکی از وظایف مدیریت امری بدیهی و غیر قابل انکار است. جهانی شدن فعالیت های اقتصادی در آغاز هزاره سوم میلادی و پیامدهای بعدی آن، جدی تر شدن این وظیفه را بارز می نماید. کارایی یکی از شاخص های کلیدی ارزیابی عملکرد است که در نتیجه ارزیابی مستمر واحدها، قابل سنجش خواهد بود.

یکی از مهمترین موضوعات که باید در مدیریت هر سازمانی مورد توجه جدی قرار گیرد و با شناخت مولفه های آن تحت کنترل و هدایت درآید، کارایی است. کارایی یعنی میزان ستادهایی که در قبال داده هایی مشخص بدست می آوریم.

۲-۱- بیان مسئله

تغییرات فناوری از ویژگی های منحصر به فرد محیط تجاری پویای امروز است تغییرات شگرف در رقابت، نیازهای مشتریان، جهانی شدن و اهمیت یافتن مفهوم کیفیت که منجر به شکل گیری بازارهای رقابتی، رشد، افزایش در هزینه ها و ... شدند. و مفهوم خلق ارزش را به وجود آوردند. همگی بیانگر پویایی محیط تجاری پیرامون ما هستند. با توجه به این تغییرات مدیران نیازمند درک این تحولات و فراهم ساختن زمینه ای برای بهره برداری از موقعیت های موجود در محیط به نفع سازمان خود هستند. لذا داشتن اطلاعات کافی، به موقع و قابل اطمینان از سازمان یکی از ابزارهای ضروری برای حضور در این عرصه است. یکی از این اطلاعات مورد نیاز آگاهی از عملکرد یک سازمان است اما برای مدیریت هر چیزی ابتدا باید آن را اندازه گیری کرد؛ بنابراین باید بتوانیم عملکرد^۱ یک سازمان را اندازه گیری کنیم. باید بتوانیم بهره وری^۲، کارایی^۳ و اثربخشی^۴ و ... را در یک سازمان بسنجیم تا بتوانیم زمینه بهبود و رشد آن را فراهم آوریم.

ارزیابی^۵ شرکت ها نقش بسیار مهمی را در صنعت ایفا می کند. معرفی شرکت های برتر صنعت، موقعیت آن ها را در یک محیط رقابتی و بر اساس شاخص ها یا متغیر های مختلف مشخص می کند. این امر سبب می شود تا از یک طرف شرکت های ضعیف، فاصله خود را با برترین ها تشخیص داده و استراتژی مناسب برای رسیدن به آن ها را تدوین کنند از طرف دیگر، شرکت های برتر با تعریف برنامه ها و استراتژی های مناسب برتری خود را مستحکم تر کنند (کاشانی، ۱۳۹۲).

کارایی مفهومی است که مدت ها برای سنجش عملکرد سازمان ها مورد استفاده قرار گرفته است. با افزایش رقابت در عرصه تولید و خدمات، سازمان ها به شاخص ها و الگوهایی برای بررسی عملکرد خود نیاز دارند. یکی از مسائل گریبان گیر سازمان ها، عدم آگاهی نسبت به میزان کارآمدی و کارایی سازمان خود و تفکیک واحدهای کارا از غیر کارا می باشد (قنبری، ۱۳۹۰).

در خصوص سنجش کارایی شرکت ها با استفاده از نسبت های مالی^۶، مطالعات بسیاری انجام پذیرفته است. این پژوهش ها عمدتاً یا به شناسایی متغیرهای لازم برای سنجش کارایی پرداخته اند و یا توجه خود را صرفاً معطوف به روش های گوناگون سنجش عملکرد نموده اند.

صنعت سیمان با وجود اینکه از مزیت های فراوانی چون وجود معادن با کیفیت بالا، انرژی با قیمت مناسب، دستمزد پایین، وجود متخصصین و ... بهره می برد، با چالش های متعددی نیز مواجه است. مسائلی چون استفاده نامناسب از

^۱performance

^۲productivity

^۳efficiency

^۴affectivity

^۵evaluation

^۶Financial ratio

ظرفیت تحویل، لزوم دستیابی به قیمت رقابتی، توقفات تولید و هزینه‌های بالای آن و ...، برخی از مسائل مهم این صنعت به شمار می‌روند. این صنعت یکی از صنایع مهم و استراتژیک کشور می‌باشد که در چند سال اخیر رشد بیشتری نسبت به صنایع دیگر داشته است. کشور ما در سال ۲۰۱۲ به عنوان بزرگترین صادرکننده سیمان شناخته شده و وجود بازارهای بالقوه خارجی مانند عراق، قطر، امارات و پاکستان این فرصت را در اختیار این صنعت قرار داده تا بتواند به رشد خود ادامه دهد. از طرفی دیگر پیشرفت این صنعت در صادرات می‌تواند کشور را از تکیه بیش از حد به صادرات نفتی نجات دهد. بنابراین ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی می‌تواند صنعت را در رسیدن به این امر یاری دهد. با اندازه گیری کارایی شرکت ها و رتبه بندی آن ها شرکت ها می‌توانند جایگاه خود را در صنعت به درستی تشخیص دهند و استراتژی های لازم را جهت بهبود آن بکار گیرند.

با توجه به اهمیت موضوع تعیین کارایی، روشهای بسیاری برای سنجش میزان کارایی واحدهای تصمیم گیری^۱ ارائه شده است. این روش ها به طور کلی به دو دسته روش های پارامتریک^۲ و ناپارامتریک^۳ طبقه بندی می گردند. که در روش های ناپارامتریک سنجش کارایی از طریق برآورد تابع تولید یا هزینه ضرورتی ندارد. (کاید پور، ۱۳۹۰).

به طور کلی سازمان ها برای آگاهی از میزان مطلوبیت فعالیت ها و نتایج عملکرد خود نیازمند اقدامات مناسب برای کنترل و ارزیابی عملکرد هستند. امروزه فنون جدیدی جهت ارزیابی عملکرد سازمان ها استفاده می شود که یکی از کاربردی ترین آن تکنیک تحلیل پوششی داده ها^۴ می باشد. تحلیل پوششی داده ها کارایی یک واحد تصمیم گیرنده را نسبت به به واحدهای دیگر با ورودی ها^۵ و خروجی های مشابه اندازه می گیرد.

به دلیل اینکه استفاده از این تکنیک ممکن است سبب توزیع غیر واقعی وزن ها به ورودی ها و خروجی های مدل شود و یا اینکه وزن نهایی به دست آمده مورد قبول مدیریت نباشد، (قنبری، ۱۳۹۱)

در بررسی های معمولی مدل های تحلیل پوششی داده ها و اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیری هر واحد در یک زمان معین مورد ارزیابی قرار می گیرد ولی در مطالعات واقعی باید کارایی یک واحد تصمیم گیری در فاصله های زمانی متفاوت سنجیده شود. به این دلیل که یک واحد در هر برهه زمانی، رفتاری متفاوت از برهه های گذشته خواهد داشت. در نتیجه استفاده از تحلیل پوششی داده ها به تنهایی کافی نمی باشد و به همین دلیل در این پژوهش به دنبال ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده ها و منطق فازی^۷ هستیم تا بتوانیم به نتایج واقعی تری دست پیدا کنیم.

¹Decision making unit

²parametric

³nonparametric

⁴Data envelopment analysis

⁵input

⁶output

⁷Fuzzy logic

ارزش های مشاهده شده در دنیای واقعی اغلب نادقیق و مبهم هستند. داده های نادقیق و مبهم ممکن است نتیجه اطلاعات غیر قابل کمی شدن^۱، ناقص و غیرقابل دسترس باشند. داده های غیردقیق و مبهم اغلب با بازه های محدود، داده های ترتیبی^۲ یا اعداد فازی^۳ نشان داده می شوند. در سال های اخیر، محققان زیادی DEA فازی را برای بکارگیری در موقعیت های که بعضی از ورودی ها و خروجی ها نادقیق و مبهم هستند، فرمول سازی کرده اند (Hatami Marbini et al, 2011).

هنگام استفاده از DEA برای ارزیابی عملکرد نیاز به تخمین پارامترهای زیادی بدون هیچ تغییری وجود دارد. به هر حال تخمین پارامترهای نامعین در فرایند ارزیابی عملکرد اغلب با چالش هایی روبرو می باشد. تعدادی از پژوهشگران روش های متنوعی برای کاربرد داده های غیردقیق و مبهم در تحلیل پوششی داده ها، پیشنهاد داده اند. کوپر و همکارانش، این مسئله را در زمینه داده های بازه ای مورد بررسی قرار داده اند. به هر حال بسیاری از مسائل دنیای واقعی داده های زبانی^۴ مانند خوب، عادلانه یا ضعیف را بکار می گیرند و نمی توان آن ها را به عنوان داده های بازه ای^۵ استفاده کرد. منطق فازی و تئوری فازی^۶ می تواند اطلاعات مبهم، غیردقیق و غیرقطعی را در DEA با رسمی سازی عدم قطعیت در تصمیم گیری، ارائه دهند. جبر فازی توسعه داده شده توسط زاده^۷ یک چارچوب رسمی از تئوری است که خطر تخمین های غیردقیق در محیط های غیرقطعی را مجاز می شمارد. (Hatami Marbini et al, 2010)

در این پژوهش ما به دنبال معرفی و گسترش مدل ریاضی تحلیل پوششی داده های فازی^۸ به گونه ای هستیم که با استفاده از آن بتوان به مقایسه و ارزیابی واقعی تر و عملی تر دست یافت. در مدل های قبلی تحلیل پوششی داده های فازی با در نظر گرفتن دو رویکرد خوشبینانه و بدبینانه به حل مدل می پرداختند که باعث می شد مرزهای کارایی متفاوتی برای ارزیابی ایجاد شود که مقایسه دقیقی بین واحدها را غیر ممکن می ساخت به همین دلیل در این پژوهش ما به دنبال رفع این مشکل از طریق یکسان کردن مرز کارایی هستیم. در تحقیقات انجام شده همچنین با در نظر گرفتن داده های بازه ای فازی کارایی را به صورت یک عدد محاسبه می کردند، اما در این پژوهش به دنبال بسط روش به گونه ای هستیم که کارایی به دست آمده نیز به صورت بازه باشد. در این صورت کارایی به دست آمده با واقعیت مطابقت بیشتری خواهد داشت.

¹unquantifiable

²Ordinal (rank order) data

³Fuzzy numbers

⁴Verbal data

⁵Interval data

⁶Fuzzy theory

⁷Zadeh

⁸Fuzzy Data envelopment analysis

۳-۱- اهمیت و ضرورت موضوع

تحلیل پوششی داده ها، روشی غیرپارامتریک و مبتنی بر برنامه ریزی خطی است که توسط چارنز و همکارانش برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیری که وظایف یکسانی انجام می دهند، ابداع شد. به علت استفاده های موفق و کاربردهای بسیار زیادی تحلیل پوششی داده ها و همچنین تحقیقات و مطالعات موردی دیده شده در چند سال گذشته، این تکنیک رشد بسیار روزافزونی داشته است. نگهداری و تعمیرات نیروی هوایی ایالات متحده در موقعیت های جغرافیایی متفاوت، عملکردی نیروی پلیس انگلستان و بانک های کانادا، کارایی دانشگاه ها در ایالات متحده، انگلستان و فرانسه از نمونه کاربردهای تحلیل پوششی داده ها در دنیا امروز می باشد. همچنین از این تکنیک برای طراحی چیدمان کارخانه استفاده شده است. (Amin , Toloo, 2006)

اندازه گیری کارایی بخاطر اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار داشته است. دستیابی به دانش بدون ابهام، سالهای متمادی انسان را دچار چالش ساخته است. از هنگامی که ارسطو منطق دو ارزشی را معرفی کرده، تا کنون بشر توانسته است با کمک و استفاده از آن به موفقیت های چشمگیری دست یابد. فناوری رشد کرده و روز به روز کارآمدتر شده است. در اوایل قرن بیستم، دانشمندان به این نتیجه رسیدند که ساختارهای سنتی علوم، پاسخگوی پدیده های کشف شده نیست. منطق فازی گونه ای بسیار مهم از منطق است که توسط استاد ایرانی پرفسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد و به طور جدی در مقابل منطق دودویی ارسطویی قرار گرفت و این منطق نه تنها در حوزه تئوری بلکه در صنعت نیز به کار رفته و پژوهشگران زیادی را مشغول به تحقیق در این زمینه کرده است. تئوری مذکور کاربردهای زیادی در تحقیق در عملیات، علوم مدیریت، تئوری کنترل و بسیاری زمینه های دیگر دارد.

منطق فازی در ابتدا به عنوان روشی برای پردازش اطلاعات معرفی شد که عضوهای یک مجموعه علاوه بر دو حالت قطعی عضو بودن و نبودن حالت بین این دو را نیز تعریف می کردند. فازی به جای پرداختن به صفر و یک، از صفر تا یک را مورد بررسی و تحلیل قرار می دهد. به بیان دیگر مجموعه ای که در منطق ارسطویی دارای دو عضو صفر و یک است در منطق فازی به مجموعه ای با بی نهایت عضو که دارای مقادیری از صفر تا یک هستند تبدیل می شود و بدین صورت منطق فازی به اعمال و طرز فکر آدمیان بیشتر نزدیک می شود (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۶).

صنعت سیمان از جمله صنایع مهم و جایگزین ناپذیر است. صنعت سیمان کشور، با سابقه ۷۰ سال تولسد یکی از صنایع زیربنایی است که رابطه و پیوندی عمیق با طیف گسترده ای از صنایع و مراکز خدماتی گوناگونی برقرار نموده است. از موارد مصرفی صنعت می توان به استفاده در سازه های ویژه زمینی و دریایی، سدسازی، اسکله ها، نیروگاه ها، برج ها ی بلند، چاه های نفت و ... اشاره کرد. کشور ایران از لحاظ جغرافیایی در منطقه ای واقع شده که سلسله کوه های آهکی آن را احاطه نموده، و در نتیجه مواد اولیه برای تولید سیمان در داخل کشور به وفور یافت می شود.

سیمان بعنوان یکی از مهمترین فرآورده های ساختمانی نقش اساسی در پیشبرد برنامه های عمرانی کشور دارد و در بخشهای اساسی ساخت و ساز چه بعنوان بتن و چه بعنوان فرآورده های بتنی و کارهای بنائی مصرف میشود. سیمان، یک محصول صنعتی است که پس از تولید حکم مواد اولیه برای صنعت ساختمان و بسیاری صنایع مرتبط با فعالیتهای عمرانی را دارد. از طرفی هر گونه بی توجهی به کیفیت محصول ساخته شده سیمانی، از قبیل بتن آماده و یا قطعات بتنی سازه ای، تأثیرات نامطلوب وسیعی در امنیت و پایداری سازه ها و اقتصاد ملی دارد. زیرا بتن، در تک تک پروژه های عمرانی مهمترین نقشهای سازه ای از قبیل فونداسیونها، ستونها، سقفها و دالهای بتنی باربر را بر عهده میگیرد که مهمترین بخشهای هر پروژه از نگاه ایمنی، مقاومت و دوام میباشند. (جوهری، ۱۳۸۷)

ایران هشتمین تولید کننده سیمان در دنیا و دومین کشور بعد از ترکیه در خاورمیانه می باشد که در سال ۲۰۰۹ در حدود ۶۵ میلیون تن سیمان تولید کرده و به ۴۰ کشور دنیا نیز صادر کرده است. تولیدات سیمان در ایران در حدود ۱,۸ درصد از تولیدات سیمان در دنیا را شامل می شود و نیز در حدود ۱,۶ درصد از کل سیمان تولید شده در دنیا را مصرف می نماید. (سالنامه آماری بهره وری کشور، ۱۳۹۰)

۴-۱- پرسش های تحقیق

تحقیق دارای دو سؤال اصلی و سه سوال فرعی می باشد .

سوالات اصلی تحقیق :

- مدل ریاضی تحلیل پوششی داده ها با پارامترهای فازی توسعه یافته به چه صورت است؟
- چگونه می توان مدل ریاضی تحلیل پوششی داده ها با پارامترهای فازی را به مدل قطعی تبدیل کرد؟ و آن را حل کرد؟

سوالات فرعی تحقیق :

- شاخص های ورودی و خروجی برای ارزیابی شرکت های سیمانی کدامند؟
- کارایی هر کدام از شرکت های سیمانی چه مقدار می باشد؟ و رتبه هر کدام از آن ها چقدر است؟

۵-۱- هدف های تحقیق یا نتایج مورد انتظار

- توسعه مدل ریاضی تحلیل پوششی داده ها با پارامترهای فازی^۱ و روش حل آن

¹Fuzzy parameter

- تعیین شاخص های اصلی ورودی و خروجی شرکت های تولید کننده سیمان برای تعیین کارایی هر کدام از آن ها

- محاسبه ی کارایی هر کدام از شرکت های سیمان سازی
- رتبه بندی شرکت های تولید کننده سیمان فعال در کشور

۱-۶- قلمرو تحقیق

۱-۶-۱- قلمرو مکانی-جامعه تحقیق

قلمرو این تحقیق شرکت های سیمانی فعال در بورس اوراق بهادار^۱ را در بر می گیرد.

۱-۶-۲- قلمرو زمانی تحقیق

داده هایی که در این پژوهش به کار برده خواهد شد مربوط به عملکرد مالی و غیر مالی شرکت های سیمانی فعال در کشور در بازه زمانی سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۲ می باشد.

۱-۷- روش کلی تحقیق

تحقیق را از یک نظر، به طور کلی می توان به تحقیق کاربردی و تحقیق پایه تقسیم کرد. تحقیق کاربردی تحقیقی است که یافته های آن می توان برای حل مسائل اجتماعی به کار برد. (کاید پور، ۱۳۹۰). از آنجایی که هدف از تحقیق پاسخ به یک معضل و یا مشکل عملی در ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی فعال در کشور است، این تحقیق براساس هدف در دسته تحقیقات کاربردی قرار می گیرد.

از آنجا که در این تحقیق در متغیرها دستکاری نشده و شرایط آزمایشگاهی وجود ندارد، از نوع تحقیقات توصیفی (غیرتجربی) می باشد. تحقیق توصیفی شامل مجموعه ای از روش هایی است که هدف از آن ها توصیف پدیده های مورد بررسی است. از اجرای تحقیق توصیفی عمدتاً شناخت بیشتر شرایط موجود یا یاری دادن به فرایند تصمیم گیری می باشد. (کاید پور، ۱۳۹۰)

¹Stoke exchange

۸-۱- روشهای گردآوری داده ها و ابزار مورد استفاده برای آن

در ابتدا برای گردآوری اطلاعات مربوط به ادبیات نظری تحقیق از روش های کتابخانه ای و مطالعه مقالات و پایان نامه های به روز و معتبر که مرتبط با موضوع تحقیق می باشند، استفاده شده است. و داده های ورودی مسئله و مدل تحقیق از طریق مطالعات اسناد مربوط به عملکرد مالی و غیرمالی شرکت های سیمانی فعال در کشور که از طریق مرکز بهره وری در اختیارمان گذاشته می شود، بدست می آید.

۹-۱- روشهای تحلیل داده ها

تحلیل پوششی داده ها (DEA) روش پیشنهادی چارنز^۱ و همکارانش بود، که یک روش ریاضی برای ارزیابی کارایی نسبی^۲ یک مجموعه از واحدهای تصمیم گیری DMU، با مجموعه ی مشخصی از ورودی ها و خروجی ها می باشد. فرض اصلی DEA بر مبنای داده های دقیق قرار گرفته بود، اما در دنیای واقعی، داده ها با اصطلاحاتی نظیر خوب، بد، ... ارائه می شوند. معمولاً داده ها دقیق نیستند و ارزیابی عملکردی که با استفاده از روش های متداول در برگیرنده این داده ها، انجام می شود، منجر به خطاهایی در فرایند تصمیم گیری می شود و DEA مرسوم نمی تواند به سادگی عملکرد را اندازه گیری کند، به همین دلیل برای گرفتن تصمیمات معقول و مطابقت بیشتر با دنیای واقعی ضروری است که از منطق فازی به عنوان ابزاری برای رسیدن به اهداف نهایی استفاده کنند. مفهوم تصمیم گیری در محیط فازی از طرف بلمن^۳ و زاده پیشنهاد شده بود. رویکرد های بسیاری در مورد داده های فازی در DEA توسعه داده شده اند، سنگوپتا^۴، اولین کسی بود که در مورد کاربرد تئوری مجموعه فازی در تحلیل پوششی داده ها تحقیق کرده و اصولی از تئوری مجموعه فازی را برای معرفی ماهیت فازی در تابع هدف و مسیر (جهت) دست راست مدل رایج تحلیل پوششی داده ها، به کار برده است. چیانگ^۵ و شیانگ^۶ روشی را توسعه دادند که قادر است مقیاس های کارایی فازی برای واحدهای تصمیم گیری (DMU) را با مشاهده فازی ارائه کند. (rostami,mollaeian,2012)

روشی که در این تحقیق به کار برده خواهد شد نیز تحلیل پوششی داده های فازی می باشد، اما در آن تغییراتی داده خواهد شد و روش مذکور توسعه داده می شود. در روش های قبلی برای کارایی واحدها را به صورت یک عدد

¹Charnes

²Relative efficiency

³Bellman

⁴Sengupta

⁵Chiang

⁶Shiang

محاسبه می شد، اما در این روش ما به دنبال محاسبه کارایی واحدها به صورت بازه ای با بکارگیری روش برش آلفا هستیم.

10-1- نوآوری حاصل از پژوهش

محاسبه میزان کارایی در گروه هایی که عملکرد یکسانی دارند، از اهمیت بسزایی برخوردار است. برای باقی ماندن در عرصه رقابت با سایر واحدها می بایست با گذر زمان میزان عملکرد خود را به سطح قابل قبولی افزایش داد. ولی صحت و مناسب بودن روش ارزیابی باعث می شود که این ارزیابی مفید واقع شده و مثمر ثمر باشد.

در زمینه ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده ها و داده های فازی تحقیقات فراوانی انجام شده است. نوآوری پژوهش حاضر تغییراتی است که در مدل های سابق داده شده است. این تغییرات به گونه ای اعمال شده است که در مدل های خوشبینانه و بدبینانه برای یک واحد و در کل مدل ها از مجموعه محدودیت های مشابه استفاده شود. این کار باعث می شود که به جای کاربرد مرزهای متفاوت از مرز کارایی واحدی برای مقایسه واحدها استفاده شود و مقایسه واقعی تر و مفیدتر باشد. از طرفی در این پژوهش به دلیل استفاده از داده های فازی برای جلوگیری از زیاد شدن محاسبات به دلیل وجود رویکردهای بدبینانه و خوشبینانه، ما به ترکیب این دو رویکرد در یک مدل واحد پرداختیم و کارایی را به صورت بازه محاسبه کردیم. علاوه بر آن با اعمال تغییر متغیر آلفا را از مدل حذف کردیم در غیر اینصورت می بایست مدل را برای آلفاهای مختلف حل می کردیم که نیاز به محاسبات طولانی و زمان بر داشت.

11-1- شرح واژه ها و اصطلاحات تحقیق

تحلیل پوششی داده ها (DEA)

تحلیل پوششی داده ها (DEA) یک روش ناپارامتریک برای اندازه گیری و ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیری (DMU) که دارای ورودی و خروجی های مشابه هستند، می باشد. در مدل های DEA حداکثر مقدار نسبی مجموع موزون خروجی ها به روی مجموع موزون ورودی ها به عنوان کارایی در نظر گرفته می شود. (Sohrabi, Haghghat, Khorram, 2005).

تحلیل پوششی داده ها مدلیاز مدل های ارزیابی کارایی می باشد که توسط چارنز، کوپر^۱ و رودز^۲، در سال ۱۹۷۸ معرفی شده بود. این روش ارزش کارایی را بدون نیاز به تابع تولید^۳ فرضی که در روش های پارامتریک بکار برده می شد، پیش بینی کرده و نمودارهای ریاضی برای محاسبه منحنی مرز کارایی^۴ بکار می برد. از لحاظ مفهوم هندسی، این رویکرد از تئوری پوششی برای ترسیم ورودی و خروجی همه واحدهای تصمیم گیری ارزیابی شده در فضا، استفاده می کند تا بتوان کارایی نسبی سازمان را محاسبه کرد. (Che, Wang, Chuang, 2010). این روش ورودی ها و خروجی های متعددی از واحدهای تصمیم گیری را در یک شاخص جامع، به نام کارایی فنی هر DMU، ترکیب می کند. هدف اصلی این رویکرد شناسایی کارایی واحدهای تصمیم گیری است که حداکثر مقدار خروجی ها را با استفاده از حداقل مقدار ورودی ها تولید می کنند. DEA در حال حاضر یکی از روش های متداول تحقیق در عملیات می باشد، که اغلب برای ارزیابی عملکرد نسبی مجموعه ای از شرکت هایی بکار می رود که ورودی های مشابه را برای تولید خروجی های مشابه، مصرف می کنند (Zbrank, 2013).

مرز کارا^۵

مرز کارا بیانگر واحدهایی است که حداکثر محصول را به میزان متفاوتی از منابع به دست می آورند.

واحدهای تصمیم گیری (DMU)

در مدل تحلیل پوششی داده ها به هر یک از واحدهای تحت مطالعه یک واحد تصمیم گیری در مدل تحلیل پوششی داده ها به گونه ای انعطاف پذیر تعریف شده است و دامنه وسیعی از کاربردهای مختلف را در بر می گیرد. به طور کلی یک واحد تصمیم گیری به عنوان یک نهاد مستقل که مسئول تبدیل داده ها به ستاده ها بوده و کارایی آن برآورده می شود تعریف شده است (سالک روشنی، ۱۳۹۰). واحدهایی که در آنها از ورودی های همسان برای رسیدن به خروجی های همسان استفاده می شود (فتحی هفشجانی، ۱۳۸۸).

بازده به مقیاس

بازه به مقیاس بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی ها و خروجی های یک سیستم می باشد. یکی از توانایی های روش تحلیل پوششی داده ها، کاربرد الگوهای مختلف، متناظر با بازده به مقیاس های متفاوت و هم چنین اندازه گیری بازده به مقیاس واحدهاست.

بازده نسبت به مقیاس ثابت

¹Cooper

²Rhodes

³Production

⁴Frontier efficiency

⁵Efficient frontier

بازده به مقیاس ثابت، یعنی هر مضربی از ورودی‌ها همان مضرب از خروجی‌ها را تولید می‌کند. الگوی (CCR)، بازده ثابت به مقیاس واحدها را ثابت فرض می‌کند؛ بنابراین واحدهای کوچک و بزرگ، با هم مقایسه می‌شوند.

بازده به مقیاس متغیر

بازده به مقیاس متغیر یعنی هر مضربی از ورودی‌ها، می‌تواند همان مضرب از خروجی‌ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را، در خروجی‌ها تولید می‌کند. الگوی (BBC)، بازده به مقیاس را، متغیر فرض می‌کند (خواجوی و همکاران، ۱۳۸۴).

تئوری منطق فازی (Fuzzy Theory)

تئوری مجموعه‌های فازی برای سر و کار داشتن با مفهوم رتبه‌بندی ارزش واقعیت جزئی از کاملاً درست تا کاملاً غلط، توسعه داده شده است. تئوری مجموعه فازی به ابزار برجسته‌ای برای سر و کار داشتن با عدم دقت و تعیین ابهام در اندازه، ایجاد راه حل‌های قدرتمند و با حداقل هزینه برای مسائل دنیا واقعی، تبدیل شده است. براساس گفته‌های زاده (۱۹۷۵) نشان دادن معقول وضعیت‌های پیچیده توسط متغیرهای کمی قراردادی سخت است و ضروری است که از متغیرهای زبانی که ارزش آنها بوسیله کلمات یا جملاتی که به صورت زبان طبیعی یا ساختگی بیان می‌شوند، نشان داده می‌شود. ویژگی‌هایی مانند پتانسیل کار کردن با متغیرهای زبانی، هزینه پایین محاسبات و سهولت درک و فهم آن، باعث شهرت این رویکرد شده است. جبر تئوری فازی توسعه داده شده توسط زاده (۱۹۶۵) ساختار رسمی تئوری می‌باشد که به راه حل عدم دقت و ابهام در محیط‌های نامشخص اجازه می‌دهد (hatami-marinabi, emruznejad, tavana, 2011).

هنگام بکارگیری این تئوری برای حل مسائل اندازه‌گیری عملکرد یا پیش‌بینی، منطق فازی از متخصص حوزه دانش مربوطه کمک گرفته و با استفاده از حساب فازی سیستم‌های استنتاج فازی تولید می‌کند. منطق فازی ابزاری از تئوری مجموعه فازی می‌باشد که به طور خاص برای سر و کار داشتن با اطلاعات مبهم فرایند با تابع عضویت^۱ متغیر بکار می‌رود. عملکرد فازی یک فرایند "حلقه فازی-حلقه"^۲ برای یک سیستم واقعی که ورودی اصلی و خروجی نهایی آن‌ها باید متغیرهای حلقه‌ای^۳ باشند، اما فرایند واسطه‌ای (میان) یک فرایند استنتاجی فازی می‌باشد. استنتاج فازی روشی است که ارزش بردار ورودی را تفسیر می‌کند و بوسیله ابزارهای برخی مجموعه‌های قواعد فازی، به خروجی ارزش تخصیص می‌دهد. در مجموعه سنتی، یک عامل یا متعلق به مجموعه است یا متعلق به مجموعه نیست (udoncy olugu, Yew wong, 2009).

¹membership function

²Process of 'crisp-fuzzy-crisp'

³terminal output

12-1- ساختار تحقیق

تحقیق حاضر شامل پنج فصل است. در فصل اول به بیان کلیات تحقیق پرداخته شده است. در این فصل اهمیت موضوع، تعریف مسئله و سوالات اصلی تحقیق بیان شده است. پس از آن اهداف تحقیق، سابقه و ضرورت انجام تحقیق به صورت مختصر بیان شده و سپس روش تحقیق و واژه‌های تحقیق ارائه شده است.

فصل دوم به بیان مبانی نظری و پیشینه تحقیق پرداخته شده است.

فصل سوم به تشریح روش‌شناسی پژوهش اختصاص یافته است. در این فصل با ایجاد تغییراتی در مدل تحلیل پوششی داده‌ها به بهبود مدل پرداختیم و مدل جدید را شرح داده ایم.

در فصل چهارم به تست مدل جدید پرداختیم و در این فصل نتایج حاصل از پردازش اطلاعات ارائه می‌شود و فصل پنجم نیز شامل نتایج تحقیق و ارائه پیشنهادات است.

فصل دوم

ادبیات نظری و پیشینه تحقیق

۱-۲- مقدمه

امروزه سازمانها برای بقا، انتظام و بالندگی خود میکوشند که از طریق منابع خود در گستره جهان بهر شدت سریع، بهبود مستمر، کارآمدی، سودبخشی، انعطافپذیری، آمادگی برای آینده و بر خورداری از موقعیت ممتاز در عرصه فعالیت خود نایل شوند. بدون این کیفیتها، سازمانها واقعاً غیرممکن است که بتوانند در مواجهه با بهترینها به صورت رقابتی و اثر بخشی عمل کنند.

ارزیابی عملکرد از جمله ابزارها و وسایل مؤثر مدیریت منابع انسانی است که با به کارگیری صحیح این ابزار نه تنها هدفها و مأموریتهای سازمان با کارایی مطلوب تحقق می یابد بلکه منافع کارکنان و جامعه نیز تأمین می گردد. فرایند ارزیابی عملکرد، راهکاری را در اختیار سازمان قرار می دهد که از طریق آن اعضای سازمان به میزان اثربخشی و وظایف شغلی خود پی می برند. (مصدق خواه، ساکت چقوش، ۱۳۹۰)

در بحث ارزیابی عملکرد کارکنان، شاخصهای مؤثر در این فرایند قابل سنجش نیست و دقیق اندازه گیری نمی شود. از سوی دیگر، آگاهی از نتایج و رفتار، عامل مهمی در اصلاح رفتارهای آینده به شمار می آید. (سعادت، ۱۳۷۶)

۲-۲- عملکرد

به طور کلی عملکرد یعنی به انجام رساندن آنچه سازمان از فرد می خواهد. عملکرد افراد در سه سطح فردی، گروهی، سازمانی بررسی می شود. همچنین در هر سطحی عوامل مختلفی بر رفتار افراد تاثیر می گذارد. مثلاً در سطح فردی عواملی چون شخصیت، ادراک، توانایی، استرس و... بر عملکرد تاثیر می گذارد.

در سطح گروهی عواملی چون ارتباطات، رفتار بین گروهی، تعارضات و رهبری تاثیر گذار می باشد. و در نهایت عواملی چون فرهنگ سازمانی، ساختار سازمانی، محیط سازمان و... بر عملکرد سازمانی تاثیر می گذارد.

۲-۳- ارزیابی عملکرد

پیشرفت جوامع و رشد و گستردگی فعالیت های مختلف در دوران معاصر موجب با اهمیت تر شدن ارزیابی عملکرد و رتبه بندی شرکت ها از لحاظ پژوهشی و عملیاتی شده است. همچنین گسترش سرمایه گذاری ها، تنوع و پیچیدگی آن ها نیز در جامعه امروزی به مسئله ارزیابی عملکرد و رتبه بندی بنگاه های اقتصادی اهمیت ویژه ای داده است. تحقیقات و سיעی در دهه های گذشته در این زمینه صورت گرفته و در حال حاضر نیز مطالعات ادامه دارد.

یکی از وظایف اصلی مدیریت نیز در هر سازمانی ارزیابی عملکرد است. اندازه گیری عملکرد عموماً به مباحث استراتژیک و مجموعه کامل تر اندازه گیری معیارهای سنجش که توسط مدیران جهت کنترل و هدایت سازمان بکار گرفته می شود، ارتباط پیدا می کند (کاشانی، ۱۳۹۲).

ارزیابی عملکرد مکانیسمی است که در قالب اقدامات و فعالیت های انجام گرفته توسط سازمان در کلیات و سطوح واحدی از واحدهای آن، در مقایسه با برنامه های مصوب، مورد ارزیابی های مصوب مورد اجرا قرار گرفته است.

ارزیابی عملکرد فرآیندی استراتژیک و یکپارچه است که با بهبود عملکرد افرادی که در سازمانها کار می کنند و با توسعه قابلیت های فردی و گروهی، موفقیت پایدار سازمانها را فراهم می نماید. (آرمسترانگ، ۱۳۸۵)

عمده ترین هدف ارزیابی عملکرد یک پرداخت حقوق مکفی به کارکنان و رسیدن به رضایت آنها می باشد که از طرفی این مهم به نیل به اهداف سازمان می انجامد. دیگر اینکه با ارزیابی عملکرد به توانایی افراد پی برده و میتوان نقش متناسب با توانایی شان را به آنها واگذار نمود.

۱-۳-۲- اهداف اصلی و کلی ارزیابی عملکرد

- کنترل مستمر کارهای سازمان و گسترش دوره ی کارایی مدیریت
- شناسایی نقاط قوت و ضعف و مشکلات و تلاش برای اصلاح آنها و افزایش توانایی ها و فعالیت ها
- بهبود تصمیمات مربوط درباره ی حوزه و عمق فعالیت ها، طرح ها، اهداف آینده
- بهبود تخصیص منابع و کاربرد بهتر تسهیلات و منابع انسانی برای اجرای برنامه های تصویب شده
- بهبود جوابگویی (پاسخگویی) در برنامه های عملکرد
- توانایی ایجاد بهبود های کمی و کیفی در رقابت پذیری
- افزایش کارایی و بهره وری سازمان

هدف ارزیابی شناخت ماهیت فعلی، شناسایی نقاط قوت و قابل بهبود نقش ها و مسئولیت ها، تعیین و شناسایی نیازهای آموزشی و مشورت و راهنمایی برای بهبود سازمان می باشد. (Jofreh, Khoshbin, Asgharzade, Khodabakhsh, 2012).

در جوامع امروزی همه افراد و مؤسسات به گونه ای با سایر مؤسسات و سازمان ها در ارتباط هستند که هر کدام از آن ها دارای اهداف و دیدگاه های متفاوتی از یکدیگرند و این امر ضرورت انجام ارزیابی عملکرد را بیشتر می کند. عملکرد را از سه جهت می توان ارزیابی کرد :

۱- عملکرد براساس یک چارچوب از پیش تعیین شده انجام می شود، بنابراین بررسی عملکرد واقعی و تعیین انحرافات از این چارچوب نوعی ارزیابی را ارائه می کند. این ارزیابی بیانگر میزان رعایت روش است که آن را معیار سودمندی و یا مفید بودن عملکرد می نامند.

۲- در تحقیق هر عملکردی منابع، تجهیزات و امکانات مورد استفاده مورد استفاده قرار می گیرد که نتیجه آن ایجاد کالا و یا خدمت است. در این دیدگاه معیار سودمندی بیانگر ارزیابی عملکرد است که به طور مستقیم و با استفاده از کارایی فنی سنجیده می شود.

۳- تولید هر محصول و یا خدمت در راستای نیل به هدف یا اهداف از پیش تعیین شده ای است که درجه نیل به آن ها (اثربخشی) مبنایی برای ارزیابی عملکرد است (کاشانی پور، ۱۳۸۳).

در متون علمی تعاریف متعددی از ارزیابی عملکرد توسط محققین ارائه شده است که به مواردی در زیر اشاره کرده ایم :

ارزیابی عملکرد یکی از زیر بخش های مدیریت عملکرد^۱ است و مدیریت عملکرد عبارت است از اجرای یک سلسله نظام ها و روش هایی که اهداف مدیریت استراتژیک را در قالب عملکرد هایی مشخص از طریق مدیریت واحدهای مختلف و منابع انسانی دنبال می کند (Lawler, 1995).

ارزیابی یک جریان بازخور فعالیت ها و مقایسه آن ها با معیارهای تعیین شده است که طی آن واحدها و عوامل انسانی از چگونگی عملکرد خود و تأثیر آن در کارایی سازمان و نظرات مسئولان در مورد نتایج به دست آمده بر اساس شاخص های معرفی شده اطلاع کسب می کنند (Neely, 1999).

۲-۳-۲- مقایسه سیستم های ارزیابی عملکرد

ریشه اصلی و نقطه آغاز سیر تحول و تکامل ارزیابی عملکرد سازمان به شیوه علمی و مدرن به شهر و نیز در قرن پانزدهم برمی گردد. هنگامی که اصول حسابداری با ابداع شیوه ثبت دو طرفه دفاتر متحول شد. از آن زمان تا قرن نوزدهم اصول شناسایی شود و کنترل جریان وجوه نقد بر ارزیابی عملکرد سازمان ها حاکم بود. تا این که دورانت^۲ مؤسس شرکت جنرال موتور چنین بیان داشت که نباید سود را حاصل عملیات حسابداری دانست بلکه در حقیقت سود نتیجه جریانی از هزینه است که در طول زنجیره ارزش ایجاد شده است. دراکر^۳ (۱۹۹۵) این موضوع را سرآغاز توسعه دیدگاه های ارزیابی عملکرد می داند. مدل های ارزیابی عملکرد ریشه در حسابداری داشتند، از این رو مفاهیم سنتی ارزیابی عملکرد توسط صاحب نظران علم حسابداری به چالش کشیده شد و نقاط ضعف و نارسایی های سیستم ارزیابی عملکرد سنتی نمود پیدا کرد. گلدرات^۴ و فیزیکدانی به نام کاکس^۵ (۱۹۸۴) از سیستم های منطقی فیزیکی اندازه گیری استفاده کرده و تغییراتی را در مفاهیم مورد استفاده در سیستم های حسابداری صنعتی ایجاد کردند. جانسون^۶ و کاپلان^۷ (۱۹۸۷) نیز معتقد بودند که این سیستم ها تنها بر افق های زمانی کوتاه مدت تمرکز دارند. در سال ۱۹۸۷ کوپر^۸ و کاپلان پس از انتقاداتی که بر رویکردهای سنتی حسابداری مدیریت و صنعتی وارد کردند سیستم هزینه یابی بر مبنای فعالیت را معرفی کردند. ماسکل^۹ (۱۹۸۹) معتقد بود یکی از نقاط قوت این رویکرد انعطاف پذیری، پیچیدگی و بهبود مستمر است و این مفاهیم همان موضوعات مهمی هستند که در محتوای مهندسی مجدد^{۱۰} کسب و کار و سایر مباحث تغییر سازمانی وجود دارد (سیستم های اندازه گیری عملکرد بر مبنای زمان). ماسکل (۱۹۹۱) سیستم های ارزیابی عملکرد سنتی را باعث عدم تسری مؤثر استراتژی ها و اولویت های

^۱ Performance management

^۲ Dorant

^۳ Dracker

^۴ Golderat

^۵ Cox

^۶ junson

^۷ Caplan

^۸ Cooper

^۹ Muscel

^{۱۰} reengineering

سازمانی می دانستند. سپس ماسکل (۱۹۹۱) هزینه یابی چرخه عمر را مطرح کرد و معتقد بود که حسابداران هنگامی می توانند مفهوم واقعی هزینه را درک کنند که چرخه عمر محصول را به دقت مورد بررسی قرار دهند (کاشانی، ۱۳۹۲). ریچارد^۱ (۱۹۹۵) عدم انعطاف پذیری این سیستم ها را در برابر تغییرات محیطی را از نارسایی های این سیستم می دانستند (محمدی زنجیرانی، ۱۳۸۶) به طور کلی می توان تقاطع ضعف ارزیابی عملکرد سنتی را که صرفاً شاخص های مالی متکی بودند را این گونه تشریح کرد (Tangen, 2004).

۱- شاخص های مالی سعی دارند عملکرد سازمان ها را به پول تبدیل کنند. این در حالی است که بسیاری از موقعیت های سازمان به سادگی در کمیت پول جای نمی گیرند.

۲- شاخص های مالی تأخیری هستند.

۳- شاخص های مالی دارای قالب مشخص و استاندارد بوده و به صورت سنتی غیرقابل تغییر هستند، یعنی ویژگی ها و اولویت های متفاوت و منحصر بفرد هر سازمان در آن ها مورد توجه قرار نمی گیرند.

۴- سنجش های مالی ممکن است با استراتژی سازمان ارتباط پیدا نکنند و یا با اهداف استراتژیک سازمان در تضاد باشند.

۵- معیارهای سنتی موجب فشار آوردن به مدیران و توجه به نتایج کوتاه مدت شده است.

۶- شاخص های مالی برای تشخیص هزینه های کیفی؛ شکل دقیق ناکارا هستند.

این در حالی که مدیریت مدرن امروزی ارزیابی عملکرد چیزی فراتر از محاسبات عددی است. در ادامه سیستم های ارزیابی عملکرد مبتنی بر زمان به وجود آمدند که هدف آن ها کاهش کل زمان و کاهش یا حذف فعالیت های بدون ارزش افزوده بود. از طرف دیگر در سیستم های ارزیابی عملکرد اجرای صحیح اهداف استراتژیک موجود مکانیسم بازخور احساس می شد از این رو بسیاری از شرکت ها طی دهه های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ کیفیت را به عنوان نقطه اتکای مرکزی خود جهت مدیریت عملکرد انتخاب کردند که در این رابطه ظهور ISO 9000-2001، جوایز اصلی کیفیت مانند مدل تعالی کیفیت اروپایی^۲، کارت امتیازی متوازن^۳ جهت ارزیابی عملکرد تدوین شدند که در این مدل ها ارزیابی یک بنگاه فراتر از یک منظر و معیار خاص تلقی می شد؛ اما کیفیت نیز به تنهایی کافی نبود، و لذا برنامه های کیفیت نیز رو به جایگزینی گذاشتند؛ و پس از آن سیستم های چند معیاره ارائه شدند (محمد زنجیرانی، ۱۳۸۶).

نیلی^۴ (۲۰۰۳) مسیر تحول سیستم های ارزیابی عملکرد را در قالب سه نسل بیان کرد. اولین نسل مبتنی بر شاخص های مالی است. مشخصه ایستایی اولین نسل نگرش به سیستم های ارزیابی عملکرد سبب مشکلات اضافه تری در

¹Richard

²EuropeanqualitymodelExcellence

³CBS

⁴Nelly

خصوص ادغام و اتصال آن ها به فرایند های تجاری شدو در ترسیم ارتباط بین جنبه های گوناگون عملکرد کافی به نظر نرسیدند. دومین نسل فکری از سیستم های ارزیابی عملکرد موضوع فوق را از طریق بکار گیری استراتژی ها تعقیب کردند. نسل سوم نیز با نگرش هایی همچون سازمان استراتژی محور، کنترل عملکرد و سازمان مبتنی بر دانش^۱ در ارتباط هستند(کاشانی، ۱۳۹۲).

۳-۲-۳- مدل های ارزیابی عملکرد

برای ارزیابی عملکرد یک سازمان یا صنعت از تکنیک های تحلیلی استفاده می شود. تکنیک های تحلیلی جهت ساده سازی و کاهش داده ها به منظور قابل فهم بودن وضعیت بکار گرفته می شوند. به طور کلی در این نوع ارزیابی ها، تکنیک ها به دو روش سنتی و نوین تقسیم می شوند. در تکنیک های سنتی می توانیم از تحلیل نسبت ها، تحلیل روند، تحلیل صورت های مالی مقایسه ای و تحلیل صورت های مالی عمودی استفاده می کنیم. تکنیک های نوین خود به دو دسته پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم می شوند. تکنیک های سنتی تحت عنوان مدل های مالی ارزیابی عملکرد نیز نامیده می شوند. در این تکنیک ها بیشتر نگاه ها معطوف به عملکرد مالی شرکت ها است که غالباً مبتنی بر صورت های مالی است(کاشانی، ۱۳۹۲). صورت های مالی اساسی عبارتند از : صورت های سود و زیان، ترازنامه و صورت جریان های وجوه نقد. تجزیه و تحلیل این سه صورت و همزمان با آن تجزیه و تحلیل نسبت های مالی مربوط را «تجزیه و تحلیل صورت های مالی» می نامند. این نوع تجزیه و تحلیل ها باعث می شود مدیران شرکت ها، صاحبان سرمایه، بستانکاران و سرمایه گذاران بتوانند از وضع مالی حال و آینده شرکت های سهامی مورد نظر خود آگاه شوند و درباره آن قضاوت کنند. در سایه همین تجزیه و تحلیل صورت های مالی است که عده ای به عملکرد های آینده برخی شرکت های سهامی دل می بندند(نو، ۱۹۸۹، ۲۸). تجزیه و تحلیل صورت های مالی به دو روش عمده انجام می گیرد. روش اول، تجزیه و تحلیل مقایسه ای که در آن وضع مالی شرکت در یک زمان مشخص ارزیابی و عملکرد آن با عملکرد شرکت رقیب مقایسه می شود. این دو روش مکمل هم هستند. تحلیل گران برای شناخت نقاط قوت و ضعف شرکت از نسبت ها به عنوان یک ابزار متداول استفاده می کنند. نسبت های نقدینگی قدرت شرکت را در پرداخت بدهی های جاری تعیین می کنند. نسبت های فعالیت و یا کارایی درجه کارایی شرکت را از نظر استفاده مؤثر از منابع تعیین می کنند. نسبت های بدهی یا اهرمی میزان وجوهی را که شرکت از راه گرفتن وام تأمین کرده است را نشان می دهد. نسبت های سود آوری توانایی شرکت در به دست آوردن سود را نشان می دهد(نو، ۱۹۸۹، ۳۹).

همانطور که اشاره شد پس از ایرادات وارده به مدل های سنتی بسیاری از شرکت ها طی دهه های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ کیفیت را به عنوان نقطه اتکای مرکزی خود جهت مدیریت عملکرد انتخاب کردند که پیامد آن ایجاد طبقه ای دیگر از مدل های ارزیابی عملکرد به نام مدل های تعالی سازمان شد(آذر و صفری، ۱۳۸۳). مدل هایی همچون مدل جایزه

¹Knowledge based organization

تعالی EFQM، مدل الگوی جایزه کیفیت مالکوم بالدريج^۱ (MBNQA) و مدل دمیگ^۲؛ که مبتنی بر نه معیار است که این نه معیارها منعکس کننده فعالیت های مطلوب مدیریت هستند. از این نه معیار پنج معیار شامل مواردی است که سازمان توانایی دستکاری و کنترل آن ها را دارد (توانمندسازها) و چهار معیار دیگر بیانگر مواردی است که سازمان می تواند به آن ها دست یابد (نتایج).

مدل های دیگر نیز تدوین و معرفی شدند از آن جایی که به حوزه تحقیق این پایان نامه مربوط نیستند تنها به ذکر نام آن ها بسنده می کنیم.

- ۱- نظام مدیریت هوشین (HOSHIN)
- ۲- اندازه گیری عملکرد کلیدی (۱۹۸۰)
- ۳- مدل ارزیابی کارت امتیازی متوازن (۱۹۹۲)
- ۴- مدل سینک و تاتل (۱۹۸۹)
- ۵- مدل کیگان (۱۹۸۹)
- ۶- مدل هرم عملکرد (۱۹۹۱)
- ۷- مدل سیستم سنجش عملکرد (۱۹۹۵)
- ۸- مدل آتکینسون (۱۹۹۸)
- ۹- مدل چارچوب عملکرد چند بعدی (DMP)
- ۱۰- روش ذینفعان
- ۱۱- روش ممیزی منابع
- ۱۲- روش CCM
- ۱۳- مدل اندازه گیری کارت امتیازی پاسخگویی
- ۱۴- هزینه یابی بر مبنای فعالیت (۱۹۸۷)
- ۱۵- مدل نتایج و تعیین کننده ها (۱۹۹۱)

¹Malcolm Baldrige National Quality Award

²Deming model

- ۱۶- فرایندها و سنینر و فاست (۱۹۹۱)
- ۱۷- الگوی فشار (۱۹۹۲)
- ۱۸- مدل ارزیابی عملکرد بهیمانی (۱۹۹۳)
- ۱۹- مدل فرایند کسب و کار (۱۹۹۶)
- ۲۰- مدل مدوری و استیپل (۲۰۰۰)
- ۲۱- برنامه جایزه کیفیت ریاست جمهوری آمریکا ویرایش ۲۰۰۰ (GPRA)
- ۲۲- تحلیل ذینفعان PMS (۲۰۰۱)
- ۲۳- الگوی مثلث عملکرد سازمانی TPP
- ۲۴- الگوی مهندسی مجدد
- ۲۵- الگوی مبتنی بر اقتضات استراتژیک
- ۲۶- الگوی اعتبارسنجی داخلی و خارجی
- ۲۷- الگوی سنجش کارایی و اثربخشی
- ۲۸- الگوهای 5S، QFD، 6SIGMA، ...

۴-۲- کارایی

کارایی بیان این مفهوم است که یک سازمان تا چه اندازه خوب از منابع خود در راستای بهترین تولید استفاده کرده است. کارایی را می توان با توجه به ورودی و از طریق مقایسه بین منابع مورد انتظار مصرف و منابع مصرف شده برای رسیدن به هدفی خاص و یا با توجه به خروجی و با مقایسه میان مقدار خروجی مورد انتظار و استاندارد و خروجی واقعی تعریف نمود؛ همچنین می توان کارایی را با توجه به ورودی و خروجی یک واحد با محاسبه نسبت مجموع موزون خروجی ها به مجموع موزون ورودی ها تعریف کرد.

کارایی خود به انواع کارایی فنی، کارایی تخصیصی، کارایی مقیاس و کارایی اقتصادی به شرح زیر تقسیم می شود.

- کارایی فنی : این کارایی نشان دهنده میزان توانایی یک بنگاه در کسب حداکثر میزان خروجی از مجموعه منابع بکار گرفته شده است.

- کارایی تخصیصی : در این کارایی هدف، تولید بهترین ترکیب محصولات با استفاده از کم هزینه ترین ترکیب ورودی ها است. به عبارت دیگر در این نوع کارایی عامل قیمت و تکنولوژی جهت تعیین کارایی لحاظ می شود.

- کارایی ساختاری : برای مقایسه کارایی صنایع مختلف با محصولات متفاوت مورد استفاده قرار می گیرد و از متوسط وزنی کارایی شرکتهای آن صنعت بدست می آید.

- کارایی مقیاس : کارایی مقیاس یک واحد از نسبت کارایی مشاهده شده آن واحد به کارایی در مقیاس بهینه بدست می آید.

- کارایی اقتصادی : از ترکیب کارایی فنی و کارایی تخصیصی حاصل می شود و در واقع کسب حداکثر میزان خروجی با حداقل هزینه تولید می باشد.

برای ارزیابی عملکرد و محاسبه کارایی واحدها در مواردی که تعداد ورودی ها و خروجی ها به اندازه ای است که تحلیل نموداری غیرممکن است روش های متعددی معرفی شده که بطور کلی به دو دسته روش های پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم می شوند. از روشهای پارامتری می توان به رگرسیون و مرزهای احتمالی و از روشهای ناپارامتریک می توان به مدل های برنامه ریزی خطی و غیرخطی، روش وصل نقاط حدی و روش تحلیل پوششی داده ها اشاره کرد. در بسیاری موارد روش های ناپارامتریک بر روش های پارامتریک برتری دارند. این روش ها مبتنی بر سری بهینه سازی های ریاضی می باشد که برای محاسبه کارایی نسبی واحدها مورد استفاده قرار می گیرند.

۱-۴-۲- روش های اندازه گیری کارایی فنی

روش های اندازه گیری کارایی فنی را می توان در یک دسته بندی کلی به دو دسته زیر تقسیم بندی نمود.

الف) روش های پارامتری: در این روش تابع تولید مشخص با استفاده از روش های مختلف آماری و اقتصادسنجی تخمین زده شده سپس با به کارگیری این تابع نسبت به تعیین کارایی اقدام می گردد.

ب) روش های غیرپارامتری: این روش نیازمند تخمین تابع تولید نمی باشد. تحلیل پوششی داده ها روشی غیرپارامتری است که کارایی نسبی واحدها را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می کند.

۵-۲- انواع بازده نسبت به مقیاس

قبل از ارزیابی واحدهای تصمیم گیری می بایست ابتدا از ارتباط میان نسبت تغییرات ورودی ها و خروجی های واحد تصمیم گیری آگاهی یافت. به این نسبت تغییرات، بازده به مقیاس اطلاق می گردد. انواع بازده به مقیاس عبارتند از :

- بازده به مقیاس افزایشی (IRS) : هر گاه افزایش، در ورودی ها باعث ایجاد افزایشی بزرگتر از افزایش متناسب در خروجی ها گردد، بازده به مقیاس افزایشی گویند.
- بازده به مقیاس کاهش (DRS) : هر گاه افزایش، در ورودی ها باعث ایجاد افزایشی کمتر از افزایش متناسب در خروجی ها گردد به آن بازده به مقیاس کاهش گویند.
- بازده به مقیاس ثابت (CRS) : هر گاه افزایش در ورودی ها باعث ایجاد افزایشی برابر با افزایش متناسب در خروجی ها گردد، با آن بازده به مقیاس ثابت گویند.
- بازده به مقیاس متغیر (VRS) : هر گاه افزایش در ورودی ها باعث ایجاد افزایشی بیشتر یا کمتر (متغیر) در خروجی ها گردد، با آن بازده به مقیاس متغیر گفته می شود (قنبری، ۱۳۹۱).

۶-۲- تحلیل پوششی داده ها

منظور از تولید، هر نوع تغییر و تبدیل مستقیمی است که مطلوبیت کالا را افزایش می دهد. نتیجه یک فعالیت تولیدی که ناشی از تغییر و تبدیل باشد را محصول می نامند و مواد و کالایی را که برای به دست آوردن محصول استفاده می کنند، منابع تولید می نامند. تابع تولید نشان دهنده رابطه بین ورودی ها $(x_1, x_2, \dots)$ و خروجی y یک فعالیت تولیدی بدون در نظر گرفتن قیمت ها در یک زمان واحد می باشد:

$$y = f(x_1, x_2, \dots)$$

اگر در هر واحد زمان مقدار یکی از تابع تولید مورد استفاده به مقادیر ثابتی و سایر تابع ثابت باشند میزان محصول بدست آمده افزایش ولی پس از گذشتن از یک مرحله به مرور کاهش می یابد و دلیل آن دو به اتمام رفتن آن منابع ثابت می باشد. منحنی های تولید شامل سه نوع منحنی "تولید کل، تولید متوسط و تولید نهایی" است. منحنی تولید متوسط کارگر را می توان به آسانی از منحنی تولید کل استخراج کرد. منحنی توسط معادل با شیب شعاعی است که مبدأ مختصات را به نقاط مختلف منحنی تولید کل وصل می کند. تولید متوسط برابر است با تولید کل تقسیم بر تعداد کارگر به کار گرفته شده. تولید نهایی یک منبع عبارت است از مقدار اضافی خروجی بدست آمده ناشی از افزایش یک واحد از آن منبع به شرط آن که سایر منابع ثابت بمانند.

جهت آشنایی بیشتر با تحلیل پوششی داده ها باید گفته شود که این روش علاوه بر این که یک روش غیرپارامتری است با داشتن اطلاعات از کلیه واحدها و عملکرد آنها، یک واحد مجازی با بالاترین کارایی را ایجاد می کند و سایر واحدها را در مقایسه با مرز کارا بهینه می سنجد (خلیلی دامغانی، ۱۳۹۱)

۱-۶-۲- مدل های کلاسیک تحلیل پوششی داده ها

چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل^۱ را برای تخمین کارایی بخش کشاورزی آمریکا نسبت به سایر کشورها ارائه داده و مدلی را ارائه کردند که توانایی اندازه گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. این مدل تحت عنوان تحلیل پوششی داده ها نام گرفت و اولین بار در رساله دکتری ادوارد رودز و به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس آمریکا در سال ۱۹۷۶ در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت و در سال ۱۹۷۸ در مقاله ای تحت عنوان اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیرنده ارائه شد. از آنجا که این مدل توسط این سه نفر ارائه گردید به مدل CCR که از حروف اول نام سه فرد فوق تشکیل شده است معروف گردید (مهرگان، ۱۳۸۷).

۱-۶-۲-۱- مدل CCR^۲

همانگونه که در بالا اشاره شد نام این الگو از حروف اول، نام سه محقق به وجود آورنده آن یعنی چارنز، کوپر و رودز گرفته شده است و به عنوان پایه ای، برای شکل گیری سایر الگوها در DEA مطرح می باشد. این الگو، دارای بازه ثابت به مقیاس است و سعی دارد، با انتخاب وزن های بهینه، برای متغیرهای ورودی و خروجی واحد تحت بررسی، کسر کارایی این واحد (واحد صفر) را، به گونه ای بیشتر کند که کارایی سایر واحدها، از حد بالای یک، تجاوز نکند (خواجوی و همکاران، ۱۳۸۴).

طبق مدل نسبت کارایی (CCR) کارایی حاصل مجموع موزون خروجی ها به مجموع موزون ورودی ها می باشد. محاسبه این نسبت برای هر واحد سازمانی (j) که دارای m ورودی و s خروجی است از رابطه زیر بدست می آید.

$$Max Z_0 = \frac{\sum s r_j}{\sum m r_j}$$

s. t :

¹Farell

²Charnes, Cooper, Rhods

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

بطوریکه x_{ij} میزان ورودی i ام واحد j ام ($i=1$ تا m)، y_{rj} میزان خروجی r ام واحد j ام ($r=1$ تا s)، u_r وزن خروجی r ام و v_i وزن ورودی i ام است. تعداد واحدهای مورد بررسی نیز عبارتند از: n تا $j=0$

مدل های مذکور چون یک مدل برنامه ریزی کسری است با دوبار تغییر متغیر به یک مدل برنامه ریزی خطی تبدیل می شود. در مدل های این روش برای افزایش کارایی یا ورودی را ثابت و خروجی را حداکثر می کنیم و یا خروجی را ثابت و ورودی را حداقل می کنیم. بر این اساس مدل های تحلیل پوششی داده ها را ورودی محور^۱ یا خروجی محور می نامیم. بنابراین یک مدل مضربی CCR ورودی محور بصورت زیر خواهد بود (کاظمی و همکاران، ۱۳۸۶)

$$Max Z_0 = \sum_{r=1}^s$$

$s.t :$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

مدل فوق را در اصطلاح و ادبیات DEA مدل مضربی نیز می نامند. برای مدل فوق می توان مدل دوگانی را توسعه داد که در ادبیات DEA مدل پوششی نامیده می شود و به فرم زیر است (خلیلی دامغانی، ۱۳۹۱).

$$min \theta_0$$

¹Input shaft

$s. t :$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq \theta_0$$

$$\lambda_j \geq 0 ,$$

برای ساخت مدل CCR برای هر واحد مورد بررسی و محاسبه کارایی آن می توان واحدهای کارا و ناکارا را مشخص و هر یک را بر حسب میزان کارایی آنها رتبه بندی کرد. البته در مدل فوق با توجه به اینکه u_r و v_i ، ممکن است مقادیر صفر بگیرند و لذا اهمیت ورودی ها یا خروجی های مزبور در تعیین کارایی مورد توجه قرار نگیرد، معمولاً مقادیر آنها را بزرگتر از یک بسیار کوچک (مثلاً ϵ) در نظر می گیرند و آن را مدل اصلاح شده CCR ورودی محور می نامند (کازمی و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۱-۶-۲- مدل BCC^۱

یکی از ویژگیهای مدل تحلیل پوششی داده ها ساختار بازده به مقیاس آن می باشد. بازده مقیاس می تواند ثابت یا متغیر باشد. بازده به مقیاس ثابت بدان معناست که افزایش در مقدار ورودی منجر به افزایش خروجی به همان نسبت می شود. در بازده متغیر، افزایش خروجی بیشتر یا کمتر از نسبت افزایش در ورودی است. مدل های CCR از جمله مدل های بازده ثابت نسبت به مقیاس است. مدل های بازده ثابت به مقیاس زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی واحدها هرگاه فضا و شرایط رقابت ناقص محدودیت هایی را در سرمایه گذاری تحمیل کند موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می گردد. در سال ۱۹۸۴، بنکر، چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که با توجه به حروف اول نام آنان به مدل BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدل های تحلیل پوششی داده ها است که در ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس می پردازد. مدل BCC برای ارزیابی کارایی تحت بررسی به صورت زیر می باشد.

¹Banker, Charnes, Cooper

$$Max E = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

$$s. t. \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \geq 1$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s$$

$$u_0 \text{ free}$$

مدل غیرخطی فوق با متغیرهای چارنر و کوپر، به یک مدل خطی به فرم زیر تبدیل می شود:

$$Max E = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0$$

$$s. t. \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0 \geq \sum_{i=1}^m v_i x_{i0}$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, m$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s$$

$$u_0 \text{ free}$$

ثانویه مدل BCC یا همان فرم پوششی آن به صورت زیر خواهد بود.

$$\min \theta_0$$

$$s. t. \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j x_{ij}$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_r$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0,$$

یک واحد در این مدل کارا است اگر تنها دو شرط زیر برقرار باشد :

الف) مقدار تابع هدف برابر با یک باشد.

ب) تمامی متغیرهای کمکی مقدار صفر داشته باشند (خلیل دامغانی،).

۳-۱-۶-۲- رابطه تعداد ورودی ها و خروجی ها با تعداد DMU

مسئله قابل توجه در الگوی CCR آن است که اگر تعداد DMU ها در مقایسه با تعداد ورودی ها و خروجی ها، اختلاف چندانی نداشته باشد، پس از حل مسئله خواهیم دید که بیشتر DMU ها کارا خواهند شد.

یوسفیان و همکاران (۱۹۹۱) در تحقیق خود بیان می کنند که در حالت کلی، مجموع تعداد ورودی ها و خروجی ها در مدل DEA بهتر است بیشتر از $\frac{1}{3}$ تعداد DMU های تحت بررسی نباشد (قنبری، ۱۳۹۱).

تعداد DMU های تحت بررسی ≤ 3 (تعداد ورودی ها + تعداد خروجی ها)

۴-۱-۶-۲- ویژگی های مدل تحلیل پوششی داده ها

تکنیک تحلیل پوششی داده ها در عین حال که کلیه ویژگی های تابع تولید را داراست، مشکلات استفاده از روش های پارامتریک را نیز ندارد. به علاوه، تکنیک تحلیل پوششی داده ها، قابلیت ها و ویژگی های خاصی نیز دارد که آن را از سایر روش ها متمایز می کند. اولین ویژگی تکنیک DEA ارزیابی واقع بینانه آن نسبت با سایر روش ها است.

ویژگی مهم دیگر ارزیابی مدل های DEA، ارزیابی توأم مجموعه ای از عوامل است. در DEA عوامل نهاده ای و ستاده ای توأمان ارزیابی می گردند و محدودیت تک نهاده ای و تک ستاده ای وجود ندارد.

از ویژگی های مدل های DEA، ویژگی جبرانی بودن آنهاست. این ویژگی، به واحد تصمیم گیرنده اجازه می دهد کمبود یا ضعف ستاده هایش را به کمک ستاده های دیگر جبران کند و یا مصرف اضافی در بعضی از نهاده هایش را با صرفه جویی در نهاده های دیگر جبران نماید.

برخی دیگر از ویژگی های این تکنیک عبارتند از :

۱. راهکارهای بهبود کارایی را تعیین می نماید. به کمک این راهکارها، واحدهای ناکارا می توانند عوامل ناکارایی خود را شناخته و تصحیح کنند.
۲. بازده به مقیاس واحدها را تخمین می زند. بر اساس این تخمین ها، واحدها به سه دسته بازده نزولی، صعودی و ثابت نسبت به مقیاس تقسیم می شوند.
۳. واحدهای با بیشترین اندازه بهره وری را تعیین می کند. این واحدها، واحدهای کارایی هستند که بهترین اندازه را دارند.
۴. پیشرفت یا پیشرفت تکنیکی واحدها را در یک فاصله زمانی مشخص تعیین می کند.
۵. نهاده هایی که باعث تراکم شده را مشخص کرده، میزان تراکم آنها را مشخص می نماید.
۶. ارزیابی عملکردی پویا از واحدها ارائه می دهد که سیستم کنترلی در اختیار مدیر برای ارزیابی واحدهای تحت مدیریتش قرار می دهد (قنبری، ۱۳۹۱).

۵-۶-۲- اشکالات مدل DEA کلاسیک

استفاده همیشگی از این مدل ممکن است مشکلاتی دارد. در جریان استفاده از این مدل ممکن است دو مشکل اساسی رخ دهد. نخست، این مدل قدرت کمی برای تفکیک واحدهای سازمانی کارا دارد و تعداد زیادی از واحدهای سازمانی را به عنوان واحدهای کارا، روی مرز کارایی معرفی و ارائه می نماید.

دوم اینکه حتما باید تعداد واحدهای سازمانی از یک حد خاصی بیشتر باشد تا جواب، قابل اعتبار باشد؛ یعنی این مدل زمانی که واحدهای سازمانی نسبتا کم باشند، قابل اعتبار نبوده و در این صورت تعداد زیادی از واحدها را کارا معرفی می نماید.

مسئله ضعف قدرت تمایز، زمانی ظهور می کند که تعداد واحدهای تحت ارزیابی به اندازه کافی در مقایسه با مجموع تعداد ورودی ها و خروجی ها بزرگ نباشد. در این حالت مدل های کلاسیک تعداد زیادی از واحدهای تصمیم را به عنوان کارا معرفی می کنند.

کاربرد وسیع DEA در ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده، محققان را بر آن داشته تا با استفاده از سایر تکنیک ها و ترکیب آنها با DEA، برخی از نقاط ضعف تکنیک DEA را جبران نمایند (قنبری، ۱۳۹۱).

۷-۲- رتبه بندی واحدهای تصمیم گیری

همانطور که در بحث پیرامون نقاط قوت و ضعف تحلیل پوششی داده ها بیان شد، این مدل با اندازه گیری کارایی نسبی واحدهای تحت بررسی پرداخته و قابلیت رتبه بندی کامل این واحدها را ندارد. در واقع تحلیل پوششی داده ها واحدهای تحت بررسی را به دو گروه واحدهای کارا و ناکارا تقسیم می کند که در آن امتیاز واحدهای کارا برابر یک و واحدهای غیرکارا کمتر از یک می باشد. در ساده ترین حالت می توان واحدهای غیرکارا را با استفاده از امتیاز کارایی آن ها رتبه بندی کرد لیکن واحدهایی که امتیاز کارایی آن ها برابر یک می باشد را نمی توان با استفاده از مدل های کلاسیک تحلیل پوششی داده ها رتبه بندی نمود. در این بخش به معرفی برخی روش های رتبه بندی واحدهای کارا خواهیم پرداخت.

در سال ۱۹۹۳ پی. اندرسون^۱ و ان. سی. پترسون^۲ مدلی را برای رتبه بندی واحدهای کارای ناشی از حل مدل تحلیل پوششی داده ها توسعه دادند. با استفاده از این مدل واحدهای کارا می توانند امتیازی بیش از یک دریافت کنند و نظیر واحدهای غیرکارا رتبه بندی شوند. روش کار مدل اندرسون-پترسون به این صورت است که پس از حل مدل مضربی CCR ورودی محور و تعیین واحدهای کارا و غیرکارا، چنانچه واحد تحت بررسی واحد کارای K ام باشد از طریق حل مدل زیر امتیاز کارایی واحد محاسبه خواهد شد.

$$\text{Max } Z_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

St:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

^۱P.Anderson

^۲N.C.Peterson

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

مدل پوششی روش فوق نیز به شرح زیر است :

$$\text{Min } y_o = \theta -$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^-$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+$$

$$\lambda_j \geq 0, s_r^- \geq 0$$

در مدل BCC محدودیت $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ به مجموعه محدودیت های اضافه می گردد.

در مرحله بعد محدودیت های مربوط به واحدهای کارایی که امتیاز آن ها در مدل فوق معادل یک شده را حذف و دوباره مدل حل می شود. در صورتی که واحد K واحدی کارا باشد در مدل مضربی محدودیت دوم به صورت ذیل خواهد بود:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$$

و در مدل پوششی محدودیت اول و دوم مدل به صورت زیر می گردد :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^-$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_i^+$$

از آنجا که در مرحله دوم محدودیت مربوط به واحد تحت بررسی که حد بالای آن عدد ۱ می باشد حذف می شود مقدار کارایی می توانند بیش از یک گردد. به این ترتیب واحدهای کارا با امتیازاتی بالاتر از یک رتبه بندی می گردند.

یکی دیگر از روش های رتبه بندی واحدهای کارا استفاده از مدل «کارایی متقاطع»^۱ می باشد که توان بالایی در تفکیک پذیری واحدهای کارا دارد.

در سال ۱۹۹۶ تورگرسن^۲ مدلی به منظور رتبه بندی واحدهای کارای ناشی از حل مدل تحلیل پوششی داده ها معرفی کرد. بر اساس این روش میزان اهمیت یک واحد کارا به عنوان الگویی برای واحدهای غیرکارا سنجیده می شود. شاخص الگو برداری در این روش در دو مرحله محاسبه می شود. سپس مدل زیر برای مقایسه واحدهای کارا بر اساس شاخص الگو برداری توسعه می یابد.

گروه دیگری از روش های رتبه بندی مبتنی بر کاربرد روش های آماری می باشند که از آن جمله می توان به همبستگی استاندارد، تجزیه و تحلیل تفکیک خطی و تجزیه و تحلیل شاخص های تفکیک خطی اشاره نمود (سالک روشنی، ۱۳۹۰).

۱-۷-۲- روش شاخص کمینه حداکثر زیان (پشیمانی)^۳

در ارزیابی بازه ای کارایی، از آنجایی که امتیاز کارایی نهایی برای هر واحد تصمیم گیری بوسیله یک بازه نشان داده می شود، یک رویکرد رتبه بندی عملی ساده برای مقایسه و رتبه بندی کارایی واحدهای مختلف مورد نیاز است. تعدادی رویکرد برای رتبه بندی اعداد بازه ای قبلاً توسعه داده شده بودند ولی همه آن ها کاستی هایی را دارا بودند. خصوصاً هنگامی که اعداد بازه ای دارای مرکز مشترک و عرض متفاوت بودند، قادر به شناسایی و تمایز بین آن ها نبودند.

در اینجا ما روش MRA توسعه یافته توسط وانگ^۱ و همکارانش را معرفی می کنیم. این رویکرد دارای تعدادی ویژگی های جالب است که می توان از آن ها برای مقایسه و رتبه بندی کارایی بازه ای واحدهای تصمیم گیری استفاده کرد حتی در صورتی که دارای مرکز مشترک و شعاع متفاوت باشند. روش به صورت زیر خلاصه می شود:

^۱Intercepter efficiency

^۲Torgersen

^۳Minimax regret-based approach(MRA)

با در نظر گرفتن $A_i = [a_i^L, a_i^U] = (m(A_i), w(A_i)) (i = 1, \dots, n)$ به عنوان بازه های کارایی واحدهای تصمیم گیری، $w(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^R - a_i^L)$ و $m(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^R + a_i^L)$ ، آن ها می باشد. با فرض اینکه $A_i = [a_i^L, a_i^U]$ به عنوان بهترین بازه کارایی انتخاب شود و $b = \max_{j \neq i} \{a_j^U\}$ ، واضح است که اگر $a_i^L < b$ باشد، واحد تصمیم گیری ممکن است از افت کارایی رنج ببرد که به آن فرصت از دست رفته نیز می گویند، و احساس پشیمانی کند. حداکثر افت کارایی که این واحد ممکن است از آن رنج ببرد از فرمول زیر به دست می آید:

$$\max(r_i) = b - a_i^L = \max_{j \neq i} \{a_j^U\} - a_i^L$$

اگر $a_i^L \geq b$ باشد، واحد هیچ مقدار کارایی را از دست نداده و احساس پشیمانی نمی کند. در این حالت، پشیمانی یا فرصت از دست رفته آن صفر در نظر گرفته می شود، $i.e., r_i = 0$. با ترکیب دو حالت بالا خواهیم داشت که:

$$\max(r_i) = \max[\max_{j \neq i} (a_j^U) - a_i^L]$$

بنابراین شاخص کمینه حداکثر زیان بازه کارایی را انتخاب خواهد کرد که شرایط زیر را ارضا کند و بهترین بازه کارایی باشد:

$$\min_i \{\max(r_i)\} = \max[\max_{j \neq i} (a_j^U) - a_i^L, 0]$$

براساس تجزیه و تحلیل های بالا، ما تعریف های زیر را برای مقایسه و رتبه بندی بازه های کارایی می دهیم.

تعریف. با در نظر گرفتن $A_i = [a_i^L, a_i^U] = (m(A_i), w(A_i)) (i = 1, \dots, n)$ ، به عنوان مجموعه بازه های کارایی، حداکثر افت کارایی یا حداکثر زیان هر بازه کارایی A_i به صورت زیر تعریف می شود:

$$R(A_i) =$$

این نشان می دهد که بازه کارایی با کمینه حداکثر افت کارایی، بهترین بازه کارایی می باشد.

از آنجایی که حداکثر فقدان کارایی اعداد نسبی هستند آن ها با توجه به حداکثر کارایی میان همه بازه های کارایی محاسبه می شوند. بنابراین آن ها می توانند برای انتخاب مرغوب ترین بازه کارایی از میان مجموعه بازه های کارایی به کار روند. ولی نمی توان از آن ها برای رتبه بندی مستقیم آن ها استفاده کرد (Wang and el, 2005).

¹Wang

حال برای رتبه بندی DMU ها، گام های حذفی زیر را داریم:

گام ۱- ماکزیمم عدد کارایی را محاسبه می کنیم، بهترین بازه کارایی، بازه کارایی است که کمترین مقدار افسوس را دارد به طور مثال A_{i_1} را در نظر می گیریم که $1 \leq i_1 \leq n$

گام ۲- A_{i_1} را حذف می کنیم و دوباره عدم کارایی را برای بقیه بازه ها محاسبه می کنیم و بهترین بازه کارایی را بین $n-1$ بازه کارایی تعیین می کنیم، فرض کنیم A_{i_2} انتخاب شده است که $1 \leq i_2 \leq n, i_2 \neq i_1$

گام ۳- A_{i_2} را حذف می کنیم و همین کار را برای $n-2$ بازه کارایی انجام می دهیم.

گام ۴- مراحل بالا را تا آن جایی تکرار می کنیم که فقط یک کارایی بازه ای - A_{i_n} باقی بماند.

رتبه بندی نهایی به صورت $A_{i_1} > A_{i_2} > A_{i_3} > \dots > A_{i_n}$ می باشد، که نماد $>$ به معنی بهتر و مقدم تر می باشد (صانعی و همکاران، ۹۰).

روش رتبه بندی بالا، روش کمینه حداکثر زیان یا MRA نامیده می شود که ویژگی های زیر را داراست :

ویژگی ۱: اگر $A = [a_L, a_U]$ و $B = [b_L, b_U]$ دو بازه کارایی باشند. حال اگر $a_L \leq b_L$ و $a_U \leq b_U$ آنگاه $R(A) \geq R(B)$

ویژگی ۲: اگر $A_i = [a_i^L, a_i^U] = (m(A_i), w(A_i))$ و $B = [b_L, b_U] = (m(B), w(B))$ دو بازه کارایی باشند. اگر A مشمول B باشد یعنی $a_L \geq b_L$ اما $a_U \leq b_U$ آنگاه :

اگر $m(A) \geq m(B)$ آنگاه $R(A) \geq R(B)$.

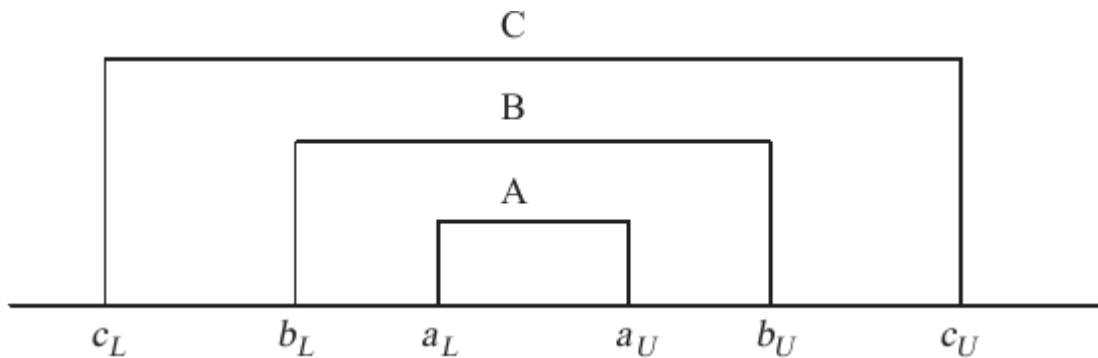
اگر $m(A) = m(B)$ آنگاه $R(A) = R(B)$.

اگر $m(A) < m(B)$ آنگاه $R(A) < R(B)$.

ویژگی ۳: اگر $A_i = [a_i^L, a_i^U] = (m(A_i), w(A_i))$ و $B = [b_L, b_U] = (m(A), w(B))$

$C = [c_L, c_U] = (m(A), w(C))$ سه بازه کارایی باشد که مرکز یکسان دارند. اگر

$w(A) \geq w(B) \geq w(C)$ آنگاه $R(A) \geq R(B) \geq R(C)$



شکل (۲-۱). سه بازه متحد المركز A,B,C

ویژگی اول نشان می دهد که برای دو بازه که تو در تو نیستند، هر بازه ای با حد پایین و بالا بزرگ تر، مطلوب تر است. ویژگی ۲ می گوید که چگ.نه روش MRA بازه های تو در تو را رتبه بندی می کند. در این وضعیت ترتیب ایجاد شده تنها به مرکز بازه ها بستگی دارد اگر منطبق بر هم نباشند. اما اگر بازه ها متحدالمركز باشند به ویژگی ۳ نیازمندیم. ویژگی ۳ نشان می دهد بازه های با شعاع کوچکتر مطلوب تر هستند (Wang and el, 2005).

۲-۸- تئوری منطق فازی

تئوری مجموعه های فازی برای سر و کار داشتن با مفهوم رتبه بندی ارزش واقعیت^۱ جزئی از کاملاً درست تا کاملاً غلط، توسعه داده شده است. تئوری مجموعه فازی به ابزار برجسته ای برای سر و کار داشتن با عدم دقت و تعیین ابهام در اندازه، ایجاد راه حل های قدرتمند و با حداقل هزینه برای مسائل دنیا واقعی، تبدیل شده است. برا ساس گفته های زاده (۱۹۷۵) نشان دادن معقول وضعیت های پیچیده توسط متغیرهای کمی قراردادی سخت است و ضروری است که از متغیرهای زبانی که ارزش آنها بوسیله کلمات یا جملاتی که به صورت زبان طبیعی یا ساختگی بیان می شوند، نشان داده می شود. ویژگیهایی مانند پتانسیل کار کردن با متغیرهای زبانی، هزینه پایین محاسبات و سهولت درک و فهم آن، باعث شهرت این رویکرد شده است. جبر تئوری فازی^۲ توسعه داده شده توسط زاده (۱۹۶۵) ساختار رسمی تئوری می باشد که به راه حل عدم دقت و ابهام در محیط های نامشخص اجازه برآورد می دهد. (Hatami Marinabi, Emruznejad, Tavana, 2011)

هنگام بکار گیری این تئوری برای حل مسائل اندازه گیری عملکرد یا پیش بینی، منطق فازی از متخصص حوزه دانش مربوطه کمک گرفته و با استفاده از حساب فازی^۳ سیستم های استنتاج فازی^۱ تولید می کند. منطق فازی

¹Partial truth values

²Fuzzy set algebra

³fuzzy arithmetic

ابزاری از تئوری مجموعه فازی می باشد که به طور خاص برای سر و کار داشتن با اطلاعات مبهم فرایند با تابع عضویت متغیر بکار می رود. عملکرد فازی یک فرایند "حلقه-فازی-حلقه" برای یک سیستم واقعی که ورودی اصلی و خروجی نهایی آن ها باید متغیرهای حلقه ای باشند، اما فرایند واسطه ای (میان) یک فرایند استنتاجی فازی می باشد. استنتاج فازی روشی است که ارزش بردار ورودی را تفسیر می کند و بوسیله ابزارهای برخی مجموعه های قواعد فازی، به خروجی ارزش تخصیص می دهد. در مجموعه سنتی، یک عامل یا متعلق به مجموعه است یا متعلق به مجموعه نیست (Udoncy olugu, Yew wong, 2009).

۹-۲- اعداد فازی

عدد فازی، یک مجموعه فازی ($\tilde{A}$) روی R (اعداد حقیقی) است که حداقل سه شرط زیر را ارضا نماید.

- $\tilde{A}$ باید یک مجموعه فازی نرمال باشد.
- $A\alpha$ باید یک بازه بسته روی هر مقدار $(\alpha \in (0, 1])$ باشد.
- مجموعه پشتیبان $(supp(\tilde{A}))$ باید محدود باشد.

از آنجایی که هر برش α از هر عدد فازی باید یک بازه بسته باشد در نتیجه هر عدد فازی یک مجموعه فازی محدب می باشد. البته عکس این مطلب لزوماً صادق نیست.

اشکال معروف و پرکاربرد اعداد فازی عبارتند از :

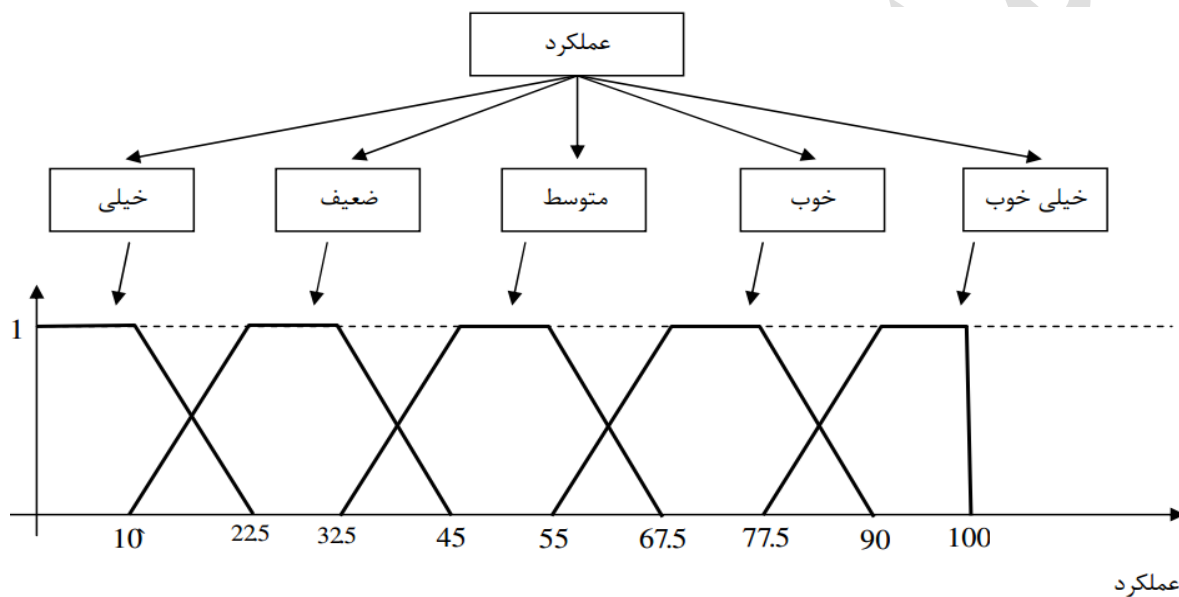
- عدد فازی مثلثی
- عدد فازی ذوزنقه ای
- عدد فازی گوسی
- عدد فازی زنگوله ای^۲
- عدد فازی سیگموئیدال افزایشی یا کاهششی

¹fuzzy inference systems

²bell shape

۱-۹-۲- متغیرهای کلامی^۱

اعداد فازی نقش مهمی در فرموله کردن کمی متغیرهای فازی دارند. متغیرهای فازی می توانند متغیرهای کلامی و اعداد فازی بیانگر متغیرهای کلامی باشند. متغیرهای کلامی به مفاهیم کلامی مانند، خیلی کوچک، متوسط، بزرگ و ... گفته می شود. به عنوان مثال از متغیرهای کلامی به شکل (۱-۲) توجه نمائید.



نمودار (۲-۲). نمونه ای از متغیرهای کلامی در بیان عملکرد

در تعیین تابع عضویت متغیرهای کلامی، یکی از متغیرها به عنوان متغیر پایه فرض شده و تابع عضویت برای آن متغیر تعیین می شود. سپس تابع عضویت سایر مقادیر کلامی با استفاده از فرموله‌هایی بدست می آید. به عنوان مثال فرض کنید مقدار کلامی $\tilde{A}$ به عنوان متغیر پایه در نظر گرفته شود. آنگاه سایر مقادیر کلامی می توانند بصورت ذیل بدست می آیند.

¹Linguistic variables

مقدار کلامی "کوچک": متغیر پایه $\tilde{A}$

= (خیلی کوچک)

لی (خیلی کوچک)

سی (بیشتر کوچک)

(کمی کم کوچک)

(نه خیلی کوچک)

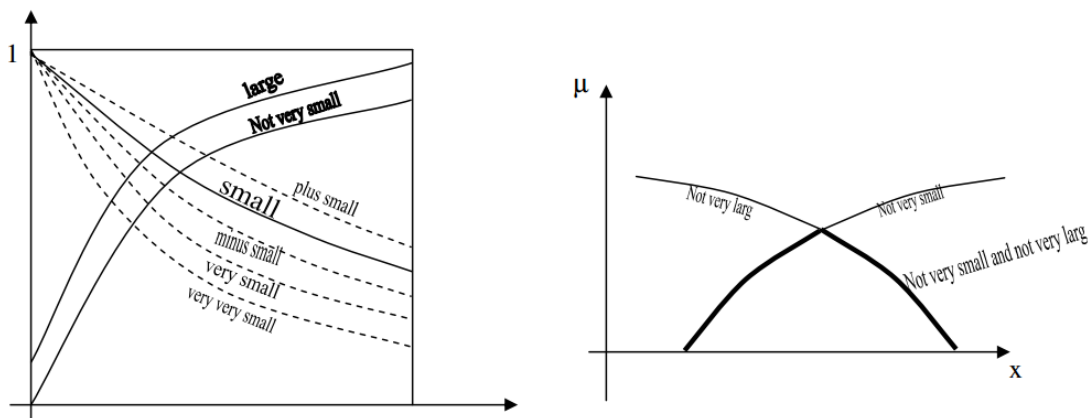
(حدوداً کوچک)

$1 -$ (بزرگ)

$(1) =$ (متوسط)

= (خیلی بزرگ)

نمایش شماتیک اشکال مختلف متغیرهای کلامی در شکل (۲-۲) آمده است.



نمودار (۲-۳). اشکال مختلف تابع عضویت متغیرهای کلامی

۲-۹-۲- عملیات ریاضی بر روی اعداد فازی

فرض کنید علامت $*$ بیانگر هر یک از چهار عمل اصلی ریاضی باشد و دو عدد فازی $\tilde{A}, \tilde{B}$ روی مجموعه اعداد حقیقی تعریف شده است. آنگاه معادله $\tilde{A} * \tilde{B}$ بصورت ذیل تعریف می شود.

در نتیجه برای چهار عمل اصلی ریاضی در اعداد فازی خواهیم داشت.

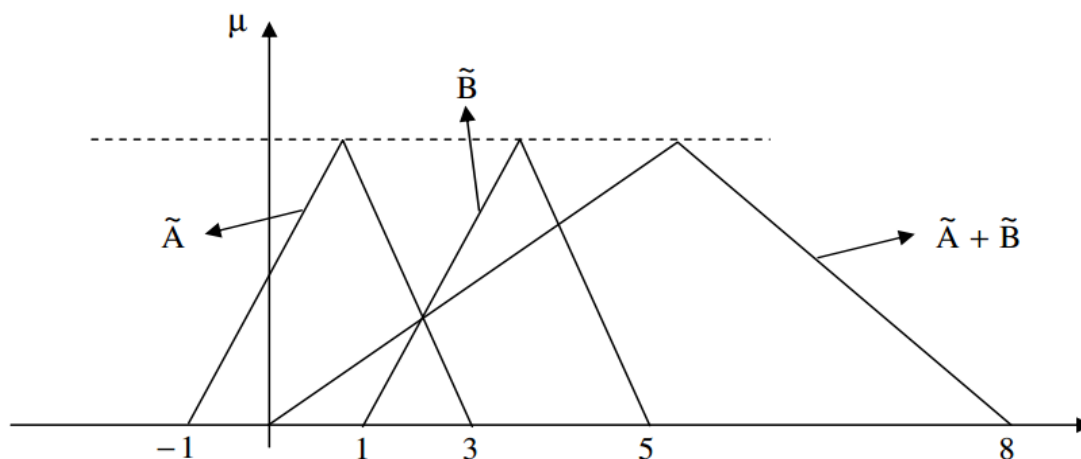
$$(\tilde{A} + \tilde{B})(Z) =$$

$$(\tilde{A} - \tilde{B})(Z) =$$

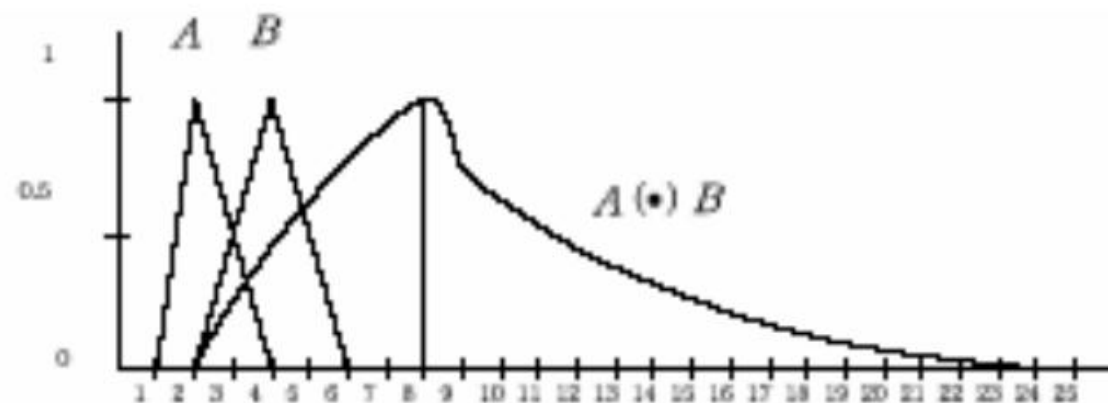
$$(\tilde{A} \times \tilde{B})(Z) =$$

$$(\tilde{A}/\tilde{B})(Z) =$$

به عنوان مثال در شکل (۲-۳) جمع دو عدد فازی مثلی و در شکل (۲-۴) ضرب دو عدد فازی به تصویر کشیده شده است.



نمودار (۲-۴). جمع دو عدد فازی مثلثی



نمودار (۲-۵). ضرب دو عدد فازی

عملیات ریاضی چهار عمل اصلی در اعداد فازی مثلثی بصورت زیر نیز قابل اعمال می باشد.

فرض کنید دو عدد فازی مثلثی $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ و $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ در دست باشند آنگاه خواهیم داشت

:

قرینه یک عدد فازی مثلثی بصورت زیر می باشد.

در نتیجه تفاضل دو عدد فازی مثلثی بصورت زیر خواهد بود.

$$\tilde{A} - \tilde{B} = (a_1$$

حاصل ضرب و تقسیم دو عدد فازی مثلثی دیگر یک عدد فازی مثلثی نیست و لیکن به عنوان یک تقریب می توان فرض نمود که حاصل یک عدد فازی مثلثی است و مؤلفه های آن بصورت زیر بدست می آیند.

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = (a_1$$

$$\tilde{A}/\tilde{B} = (a_1/b$$

۳-۹-۲- تبدیل فازی به کلاسیک^۱

بکارگیری اطلاعات فازی در تصمیم گیری، محاسبات و مدلسازی با پیاده سازی نتایج فازی در دنیای واقعی تفاوت دارد. علیرغم اینکه بسیاری از اطلاعات که هر روز انسانها با آنها سرو کار دارند فازی هستند، بسیاری از اقدامات یا تصمیماتی که اتخاذ و پیاده می شوند قطعی است. تصمیماتی که توسط ما اتخاذ می شوند، سخت افزارها و کامپیوترهایی که استفاده می کنیم، همگی بر اساس نظریه باینری (دودویی) عمل می کنند. به عنوان مثال اگر می خواهیم بر روی تولید یک محصول جدید تصمیم گیری کنیم دو حالت وجود دارد، یا تولید می کنیم و یا تولید نمی کنیم، نمی توانیم بگوییم که تقریباً تولید می کنیم. لذا جایگاه تحلیل و محاسبات با اطلاعات فازی انجام می شوند و یا یک مدلی بر اساس ساختار فازی و اطلاعات ورودی فازی ایجاد می شود یا باید محاسبات و مدل طوری عمل نماید که خروجی آن که یک تصمیم و یا اقدام قطعی باشد (البته نه در همه موارد، بلکه در مواردی که ماهیت تصمیم حکم می کند که باید قطعی باشد) و یا اینکه با اعمال یکسری عملگرهایی نتیجه فازی به نتیجه کلاسیک تبدیل شود.

در این بخش راههای مختلف تبدیل یک مجموعه فازی به یک مجموعه کلاسیک و یا به یک مقدار (ارزش) واحد بررسی می شوند.

۱-۳-۹-۲- روش های تبدیل فازی به قطعی

در این بخش روشهای مختلف تبدیل یک مجموعه (عدد) فازی به یک مجموعه (عدد) کلاسیک تشریح می گردند.

¹ Fuzzy to crisp conversion

۱-۱-۳-۹-۲- روش برش α^1

برای یک مجموعه فازی $\tilde{A}$ ، مجموعه برش α که با A_α نشان داده می شود ($0 \leq \alpha \leq 1$) یک مجموعه کلاسیک است و اعضاء آن، اعضایی هستند که درجه عضویت آنها در مجموعه فازی $\tilde{A}$ ، بزرگتر یا مساوی α می باشد.

$$A_\alpha = \{x \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$$

توجه داشته باشید که مجموعه برش α ، یک مجموعه با درجه پایین نیست، بلکه یک مجموعه کلاسیک است که از مجموعه فازی والد $\tilde{A}$ مشتق می شود.

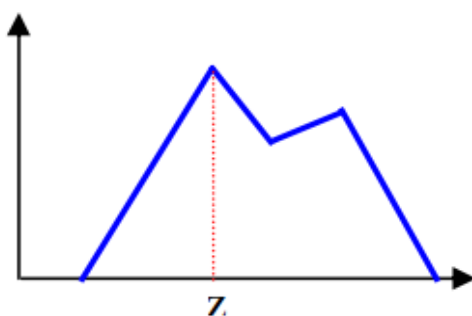
هر مجموعه فازی $\tilde{A}$ ، می تواند به بی نهایت مجموعه کلاسیک A_α تبدیل شود. زیرا بی نهایت مقدار در بازه ($0 \leq \alpha \leq 1$) وجود دارد.

۲-۱-۳-۹-۲- روش درجه عضویت حداکثر

به این روش، روش ارتفاع نیز گفته می شود. در این روش یک مجموعه (عدد) فازی تبدیل به یک عدد کلاسیک که بیشترین درجه عضویت را در مجموعه (عدد) فازی دارد، می شود.

$$\mu_{\tilde{A}}(z^*) \geq \mu_{\tilde{A}}(z)$$

که در شکل (۵-۲) نیز به تصویر کشیده شده است.



¹ α -cut

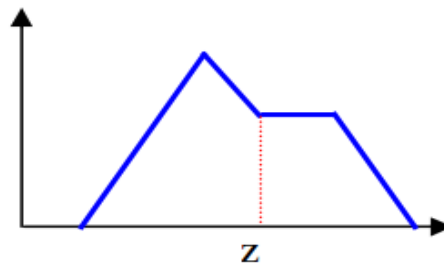
نمودار (۲-۶). روش درجه عضویت حداکثر

۳-۱-۳-۲-۹- روش مرکز ثقل^۱

این روش که روش مرکز ناحیه نیز نام دارد بیشترین کاربرد را نسبت به سایر روشها دارد. و به شرح زیر می باشد :

$$Z^* = \frac{\int \mu_{\tilde{A}}(z)}{\int \mu_{\tilde{A}}(z)}$$

جاییکه نماد $\int$ باشد، انتگرال جبری می باشد و در شکل (۲-۶) به تصویر کشیده شده است.



نمودار (۲-۷). روش مرکز ثقل

۴-۱-۳-۲-۹- روش میانگین موزون^۲

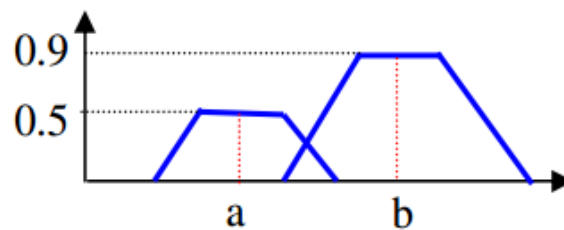
این روش صرفاً برای مجموعه (عدد) فازی با تابع عضویت متقارن معتبر است و به شرح زیر می باشد.

¹Centroid Method

²Weighted average Method

$$Z^* = \frac{\sum \mu_{\bar{A}}(\bar{z})}{\sum \mu_{\bar{A}}(\bar{z})}$$

نماد $\sum$ ، جمع جبری می باشد. مفهوم این روش در شکل (۲-۷) به تصویر کشیده است.



نمودار (۲-۸). روش میانگین موزون

که بر اساس شکل فوق عدد کلاسیک قطعی طبق روش میانگین موزون بصورت زیر بدست می آید.

$$Z^* = \frac{a(0.5) - 0.5 -$$

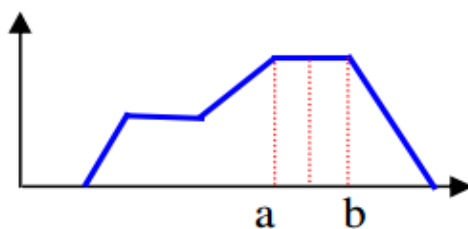
۵-۱-۳-۹-۲- روش درجه عضویت حداکثر-میانگین^۱

این روش که به نام "میانۀ حداکثر" نیز معروف است خیلی نزدیک به روش اول می باشد. البته به غیر از حالتی که ناحیه حداکثر محدود به یک نقطه نیست. این روش بصورت زیر است :

$$Z^* = \frac{a + b}{2}$$

جائیکه a ، b در شکل (۲-۸) نشان داده شده اند (شوندی، ۱۳۸۴).

¹Mean-Max membership



نمودار (۹-۲). روش درجه عضویت حداکثر - میانگین

۲-۱۰ - پیشینه تحقیق

کارهای متعددی در زمینه ارائه مدل تحلیل پوششی داده های فازی انجام شده که در زیر به برخی از مطالعات داخلی انجام شده در این زمینه اشاره می کنیم :

احمد کوچک راده و صابر ساعتی در سال ۱۳۷۸ مقاله ای را با عنوان حل مدل BCC فازی در مدل تحلیل پوششی داده ها ارائه داده اند. آن ها در این مقاله مدل BCC فازی با داده های فازی مثلثی را ارائه داده و با به کار گیری روش برش آلفا آن را به مدل برنامه ریزی خطی قطعی تبدیل کرده و روش حل آن را نیز نشان داده اند.

عالیه کاظمی و همکاران در سال ۱۳۸۶ مقاله ای را در زمینه تحلیل پوششی داده های فازی ارائه دادند که در آن از این مدل برای ارزیابی پالایشگاه های نفت کشور استفاده شده است. در این مقاله برای رتبه بندی ۹ پالایشگاه نفت کشور ورودی و خروجی های مدل DEA را به صورت اعداد فازی مثلثی در نظر گرفته است.

دکتر عباسعلی نورا و سارا فناطی رشیدی در مقاله ای مدل های DEA را برای بهبود بخشی واحدهای ناکارا در حالت فازی بررسی کرده اند. در این مقاله آن ها با فرض فازی بودن ورودی و خروجی ها، برای هر DMU ورودی ها را به میزان معینی افزایش داده و با استفاده از مدل های DEA در صورت ثابت ماندن کارایی یا بهبود آن مقدار خروجی ها را تخمین می دهند.

عادل حاتمی ماربینی و صابر ساعتی به همراه احمد ماکوئی در مقاله خود برای ارزیابی عملکرد صنایع خدماتی از رویکرد رتبه بندی فازی استفاده کرده اند. در این مقاله آن ها به دلیل نادقیق و مبهم بودن داده های واقعی از روش رتبه بندی اعداد فازی، مدل CCR در تحلیل پوششی داده های فازی مورد مطالعه قرار داده اند. این مدل برای یک بررسی کارایی مجموعه واقعی از ۱۶ بانک مورد استفاده قرار گرفت.

منصور مومنی به همراه سمیه خدایی و مجتبی بشیری در سال ۱۳۸۸ مقاله ای را در زمینه کاربرد مدل ترکیبی روش کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده ها ارائه داده اند که در آن این مدل را برای ارزیابی عملکرد شعب

تامین اجتماعی شهرستان های تهران بکار برده اند. در این مقاله در ابتدا میزان عملکرد شعب با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن سنجیده شده و سپس کارایی این سبب با توجه به وجود داده های غیر قطعی در شاخص های طراحی شده توسط مدل BSC، با استفاده از تحلیل پوششی داده های فازی اندازه گیری خواهد شد.

احمد رضا جعفریان مقدم و کیوان قیصری در سال ۱۳۸۹ مقاله ای با عنوان "مدل پویای چند هدفه تحلیل پوششی داده های فازی" ارائه داده اند. آن ها در این مقاله به دنبال توسعه ی مدل چند هدفه تحلیل پوششی داده ها با به کارگیری داده های فازی بوده اند تا بتوانند تغییرات داده ها در طول دوره ارزیابی را در مدل های تحلیل پوششی داده ها اعمال نمایند. نتایج مدل پیشنهادی این مقاله حاکی از آن بود که علاوه بر کاهش زمان اجرای مدل و تعیین هم زمان امتیاز کارایی واحدها، توان افتراق مدل نیز بهبود یافته بود.

مقصود امیری و همکاران در سال ۱۳۸۹ مقاله ای را در زمینه ارائه مدلی در تحلیل پوششی داده ها برای بدست آوردن وزن های مشترک با استفاده از منطق فازی انجام داده اند. آن ها در این مقاله برای برطرف کردن ضعف های مدل سنتی تحلیل پوششی داده ها که مهم ترین آن ها تغییر وزن خروجی و ورودی های مدل می باشد، و برای اینکه بتوان کلیه واحدهای تصمیم گیری را بتوان با یک وزن سنجیده و کارایی بهینه آن ها را بدست آورد، مدلی را بر مبنای تصمیم گیری چند هدفه ارائه کردند که این مدل با روش حل مسائل چند هدفه به کمک تئوری فازی حل شده و منجر به ایجاد وزن های مشترک می شود.

محمد حسین طحاری و همکارانش نیز روش ترکیبی تحلیل پوششی داده ها و ماتریس درجه ترجیح را با استفاده از رویکرد فازی برای ارزیابی کارایی ۱۰ واحد تصمیم گیری به کار برده اند. آن ها در مقاله خود یک مدل تحلیل پوششی داده ها را ارائه کرده اند که کاربر را قادر می سازد که با در نظر گرفتن داده های غیر دقیق شناسایی کند و در ادامه از روشی با عنوان ماتریس درجه ترجیح، کارایی های فازی به دست آمده از مدل ها را مقایسه و رتبه بندی نماید. از مزایای روش پیشنهادی آن ها، کاهش زمان اجرای مدل و عدم نیاز به فرضیات از پیش تعیین شده و تلاش های محاسباتی زیاد می باشد، و مقایسه نتایج آن با مدل های قطعی نشان دهنده قدرت تفکیک بالا ی مدل پیشنهادی و همبستگی نتایج آن با نتایج مدل های قطعی به میزان بالا بود.

مهشید آبادیان به همراه محمود زنجیر چی و میر محمد اسعدی در سال ۱۳۹۱ مقاله ای را با هدف ارائه متدولوژی نوینی با رویکرد تحلیل شکست و آثار آن و تحلیل پوششی داده های فازی انجام دادند که در آن با استفاده از این روش به شناسایی آیتم های شکست کیفیت خدمات DSL پرداخته اند. آن ها در این مقاله به دلیل ابهام ارزیابی توسط خبرگان از تئوری فازی بهره گرفته و بدین منظور، موارد خطا در حوزه DSL یکی از مراکز ارائه دهنده اینترنتی شناسایی و با استفاده از معیار ریسک در حالت ریسک افزاینده مورد ارزیابی قرار گرفت.

مطالعات خارجی زیادی در این زمینه نیز صورت گرفته که به بعضی از آن ها اشاره می کنیم :

پیجوم جیو^۱ و هیدئو تاناکا^۲ در سال ۲۰۰۱ مقاله ای را در زمینه ارائه یک مدل جدید از تحلیل پوششی داده ها فازی ارائه کرده اند. آن ها در این مقاله برای مقابله با عدم قطعیت موجود در داده های ورودی و خروجی واقعی، مدل CRR را با رویکرد فازی ترکیب کرده و برای نشان دادن عدم قطعیت از داده های فازی به جای داده ها قطعی استفاده کرده اند.

ز.اچ چه^۳ و همکارانش در سال ۲۰۱۰ مقاله ای را در زمینه ارزیابی تصمیم گیری بانک های تایوان در خصوص وام ها ارائه دادند که در این مقاله برای ارزیابی تصمیم گیری تصمیمات بانک ها در خصوص وام های اعطایی به سازمان های کوچک و متوسط از روش ترکیبی رویکرد تحلیل سلسله مراتبی فازی و تحلیل پوششی داده ها استفاده کرده اند. در این مقاله آن ها برای انتخاب شاخص مهم برای ارزیابی وام دهی بانک ها از AHP فازی استفاده کرده و با استفاده از وزن های بدست آمده و روش تحلیل پوششی داده ها یک واحد اندازه گیری کامل و کرا برای تصمیمات وام دهی بانک ها، ایجاد کردند.

عادل حاتمی ماربینی و صابر ساعتی به همراه مجید توانا در سال ۲۰۱۰ مقاله ای را در زمینه توسعه مدل تحلیل پوششی داده های فازی ارائه کردند. آن ها در مقاله خود به دلیل اینکه داده های دنیا ی واقعی اغلب نادقیق و مبهم می باشند، از یک چارچوب چهار مرحله ای روش تحلیل پوششی داده ها فازی استفاده کرده اند. در این مقاله دو DMU فرضی به نام های واحدهای ایده آل و واحد با عملکرد پایین در نظر گرفته می شوند که به عنوان نقاط مرجع برای ارزیابی مجموعه استراتژی های سرمایه گذاری فناوری اطلاعات براساس فاصله هندسی این مجموعه ها از این نقاط مرجع، استفاده می شوند. در این روش بهترین کارایی نسبی فازی واحدهای ایده آل و بدترین کارایی نسبی فازی واحدهای دارای بدترین عملکرد با هم ترکیب شده و برای رتبه بندی واحدها بکار می رود.

عادل حاتمی در مقاله دیگری را نیز به همراه علی امروزنژاد و مجید توانا در سال ۲۰۱۱ در زمینه طبقه بندی و بازنگری روش های متعدد تحلیل پوششی داده ها فازی انجام داده اند. در این مقاله آن ها جدول طبقه بندی را با چهار طبقه اولیه با نام های رویکرد تلورانس، رویکرد مبتنی بر سطح آلفا، رویکرد رتبه بندی فازی و رویکرد احتمال ارادئه داده اند.

میتات زیدان^۴ و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۱ مقاله ای را در زمینه معرفی یک روش ترکیبی جدید برای ارزیابی و انتخاب تامین کننده ها در ترکیه ارائه داده اند. در این مقاله آن ها برای افزایش کیفیت ارزیابی تامین کننده ها یک رویکرد جدید را معرفی کردند که در آن متغیرهای کیفی و کمی را با هم در نظر می گیرد و به ارزیابی تامین کننده ها بر اساس کارایی و اثربخشی آن ها می پردازند. این روش که در یکی از کارخانه های بزرگ خودروسازی ترکیه تست شده است دارای دو مرحله بوده، در مرحله اول ابتدا با ارزیابی عملکرد کیفی با استفاده از AHP فازی انجام

¹Peijum Guo

²Hideo Tanaka

³Z.H Che

⁴Mithat Zeydan

گرفته و پس از بدست آوردن وزن شاخص ها، از روش TOPSIS برای یافتن رتبه بندی تامین کننده ها استفاده کرده و در نهایت برای استفاده از تحلیل پوششی داده ها متغیرهای کیفی به متغیرهای کمی تبدیل می شوند. در مرحله دوم نیز مدل DEA را با استفاده از یک ورودی مصنوعی و چهار متغیر خروجی اجرا کردند.

محسن رستمی مالخلیفه و الهه ملایان در سال ۲۰۱۲ از ترکیب روش تحلیل پوششی داده ها و تئوری فازی برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین استفاده کرده اند. در این مقاله آن ها برای این منظور روش تحلیل پوششی داده ها ی شبکه ای را با تئوری فازی ترکیب کرده و ورودی ها و خروجی های مدل خود را به صورت داده های فازی در نظر گرفته اند. این روش برای غلبه بر ضعف های مدل DEA سنتی با توجه به نادقیق و مبهم بودن داده های دنیا واقعی بکار برده شده بود.

مهرداد حمیدی هدایت و مرتضی باقرپور نیز در سال ۲۰۱۲ رویکردی سیستمی را برای ارزیابی عملکرد سازمان های پروژه ای با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های فازی دو سطحی ارائه دادند. در این مدل با در نظر گرفتن ورودی ها و خروجی های متفاوت در طول فرایند سلسله مراتبی تعداد زیادی شاخص های فرعی ایجاد کردند. از آنجایی که داده های آن ها ترکیبی از شاخص های کیفی و کمی بوده استفاده از منطق فازی برای آن ها اجتناب ناپذیر بوده است.

در اغلب پژوهش های پیشین روش های تحلیل پوششی داده ها، AHP و TOPSIS را با داده های فازی ترکیب کرده و برای ارزیابی و رتبه بندی سازمان ها از آن استفاده کرده اند. در این پژوهش ها برای حل مدل از دو رویکرد خوشبینانه و بدبینانه که برای به دست آوردن حد بالا و حد پایین کارایی به کار می روند، استفاده شده است. در این روش بری هر کدام از رویکردها از مجموعه محدودیت های متفاوتی استفاده می شود که منجر به ایجاد مرزهای کارایی متعددی برای واحدها می شود که این به نوبه خود مقایسه دقیقی بین کارایی واحدها را غیرممکن می سازد. بنابراین در این پژوهش ما به دنبال توسعه مدل تحلیل پوششی داده ها فازی به گونه ای هستیم که این نقص را برطرف کنیم. برای همین منظور برای هر دو رویکرد از مجموعه محدودیت های مشابهی استفاده کردیم که این مجموعه محدودیت ها مربوط به حد بالای کارایی واحدها می باشد در واقع بهترین مرز کارایی را برای آن ها در نظر گرفتیم. با این تغییر مرز کارایی واحدی برای DMU ها در نظر گرفته می شود و مقایسه کارایی آن ها دقیق تر خواهد بود. از طرفی با ادغام این دو رویکرد در یک مدل داده ها به صورت بازه تعریف می شدند که حد پایین آن رویکرد بدبینانه و حد بالای آن رویکرد خوشبینانه را نشان می دهد. در نتیجه با توجه به اینکه داده ها به صورت بازه می باشند، کارایی نیز به صورت بازه به دست می آید.

در زمینه ی بررسی عملکرد شرکت های سیمانی نیز فعالیت های زیادی با رویکردهای متفاوت توسط افراد متعددی صورت گرفته است که به فعالیت های داخل و خارج کشور در زیر به آن ها اشاره می شود. در ابتدا به مطالعات و فعالیت های داخلی در این زمینه می پردازیم :

عبدالکریم ملک نیا در سال ۱۳۷۸ پایان نامه کارشناسی ارشد خود را در زمینه بررسی عملکرد مالی شرکت های سیمانی پذیرفته شده در بورس، انجام داده که در آن به بررسی و ارزیابی عملکرد ۱۲ شرکت های سیمانی پذیرفته شده در بورس با استفاده از روش های تحلیل همبستگی و آزمون فرض پرداخته است.

سعید جعفری تیتکانلو در سال ۱۳۸۱ پایان نامه کارشناسی ارشد خود را با عنوان تجزیه و تحلیل چند معیاره فازی برای انتخاب صادر کننده نمونه سیمان با راهنمایی دکتر مهرگان ارائه کرده است. در پایان نامه خود از بین ۳۵ معیار ۱۲ معیار را برگزیده و معیارهای کیفی را با استفاده تئوری فازی سنجیده و از مدل TOPSIS برای ارزیابی شرکت های و انتخاب صادر کننده نمونه استفاده کرده است.

اصغر افشان جهانشاهی نیز پایان نامه کارشناسی ارشد خود را در زمینه ی ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی با عنوان، ارزیابی عملکرد شرکت سیمان داراب بر اساس مدل تعالی سازمانی EFQM، در سال ۱۳۸۵ ارائه کرده است و در آن به ارزیابی عملکرد شرکت سیمانی داراب با استفاده از مدل تعالی سازمانی EFQM پرداخته و برای تجزیه و تحلیل داده ها از آمار استنباطی و آزمون T-TEST استفاده کرده است. نتایج تحقیق نیز امتیاز ۴۴ از ۱۰۰ را در مدل EFQM برای این شرکت در بر داشته است.

روزبه پورجم در سال ۱۳۸۷ فعالیتی را در زمینه شناسایی عوامل مؤثر در بهره وری صنعت سیمان سازی ایران به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد خود ارائه داده بود، که در آن از میان شرکت های سیمانی حاضر در بورس، ۴ شرکت را بر اساس میزان گردش مالی شرکت انتخاب کرده و ۲۰ شاخص بهره وری را با استفاده از مدل سومانت^۱ انتخاب کرده و مقدار آن ها را برای هر کدام از این شرکت ها در طی دوره زمانی سال ۸۲ تا سال ۸۵، محاسبه کرده است. و بر اساس این ۲۰ شاخص به رتبه بندی آن ها پرداخته است.

معصومه دانش شکیب وصفر فضلی مقاله ای را با عنوان تفکیک شرکت های موفق و ناموفق با استفاده از رویکرد (FAHP-TOPSIS) در بورس اوراق بهادار تهران، در سال ۱۳۸۸ ارائه کرده اند، که در آن به ارزیابی و رتبه بندی ۳۰ شرکت سیمانی پذیرفته شده در بورس طی بازه ی زمانی ۱۳۸۰-۱۳۸۶، با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی^۲ و تکنیک الویت بندی با تشابه به راه حل ایده آل، پرداخته است. در این مقاله برای تعیین وزن و اهمیت معیارهای مالی از تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده و شرکت ها را با استفاده از اوزان و ارزش مقداری نسبت های مالی و به وسیله تکنیک الویت بندی با تشابه به راه حل ایده آل، رتبه بندی کرده است.

احمد پویان فر و همکارانش نیز مقاله ای را در رابطه با ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی تحت عنوان، بررسی رابطه معیارهای حسابداری و اقتصادی عملکرد با ارزش شرکت ها در صنایع سیمان و پتروشیمی بورس تهران، ارائه کرده اند. در این مقاله که در سال ۱۳۸۹ منتشر شده است به مقایسه و بررسی تأثیر معیارهای حسابداری و اقتصادی در ارزیابی عملکرد شرکت های صنایع سیمان و پتروشیمی حاضر در بورس تهران طی سال های ۱۳۷۸-

^۱Sumanth's model

^۲Analytic Hierarchy process (AHP)

۱۳۸۷ پرداخته شده است برای این کار از رگرسیون بوت استرپ استفاده شده است و نتایج تحقیق نشان دهنده برتری معیارهای اقتصادی و ناکافی بودن معیارهای حسابداری در ارزیابی شرکت ها بود.

عادل آذر و همکارانش نیز مقاله ای را در این زمینه با عنوان، ارزیابی عملکرد شرکت های صنعت سیمان بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش FAHP و TOPSIS، ارائه کرده اند. و در مقاله خود به ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی پذیرفته شده در بورس تهران پرداخته و برای این منظور از تحلیل سلسله مراتبی فازی برای تعیین وزن معیارهای مختلف تصمیم گیرندگان استفاده شده و از رویکرد TOPSIS برای رتبه بندی شرکت ها استفاده کرده اند. در ابتدا به ارزیابی و رتبه بندی شرکت ها بر اساس نسبت های مالی مختلف به طور جداگانه پرداخته و در انتها با استفاده از رویکرد TOPSIS شرکت ها را بر اساس مجموع این نسبت به طور کلی رتبه بندی کرده است.

سارا طالع زاده پایان نامه کارشناسی ارشد خود را در زمینه ارزیابی عملکرد مالی با عنوان، بکارگیری رویکرد تحلیل مولفه های اصلی خاکستری (GPCA)^۱ در ارزیابی عملکرد مالی: شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران- صنایع سیمان، آهک و گچ، در سال ۱۳۹۰ ارائه کرده است. در این پایان نامه به دنبال معرفی و بکارگیری مدل تحلیل مولفه های اصلی خاکستری که ترکیبی از مدل تحلیل مولفه های اصلی و تئوری رابطه خاکستری می باشد، در ارزیابی عملکرد مالی و اعتبار مدل است. برای این منظور به ارزیابی ۲۸ شرکت پذیرفته شده در بورس تهران طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۸۸ پرداخته، و به منظور اعتبار سنجی مدل از تکنیک TOPSIS استفاده شده و بین نتایج حاصل از دو مدل در سال های مختلف ضریب همبستگی محاسبه شده است.

ماهرخ قنبری قادی نیز در این زمینه مطالعه ای را با عنوان، شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر بهبود زنجیره تامین شرکت صنایع سیمان دشتستان، به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد خود در سال ۱۳۹۰ ارائه کرده است که در آن برای رسیدن به هدف مذکور در پایان نامه به بررسی وضعیت موجود پرداخته و پس از شناسایی عوامل موثر بر بهبود مدیریت زنجیره تامین شرکت دشتستان، با استفاده از AHP، که یکی از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره می باشد، نسبت به رتبه بندی آن عوامل اقدام کرده است.

محمد جواد کریم خانی نیز پایان نامه کارشناسی ارشد خود را در سال ۱۳۹۱ با عنوان، شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر رقابت پذیری در سطح سازمان با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی (مطالعه موردی: شرکت سیمان آبیک)، در این زمینه انجام داده است. وی در پایان نامه خود با در نظر گرفتن ۳ بعد رقابت پذیری و نظر خواهی از ۲۷۷ نفر از کارکنان و مدیران شرکت سیمان آبیک، برای تحلیل نتایج از آزمون کای دو استفاده کرده و رابطه ی این سه بعد که شامل منابع ورودی صنعت، موقعیت سازمان در بازار و توان خلاقیت و نوآوری را با متغیرهای دیگر شرکت را با استفاده از این آزمون به دست آورده است. در نهایت نیز به با بکارگیری تکنیک تاپسیس فازی به رتبه بندی ابعاد منابع ورودی، موقعیت در بازار و توان خلاقیت و نوآوری پرداخته است.

^۱Gray Principal Component Analysis(GPCA)

فاطمه شعاع شرق در سال ۱۳۹۱ پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان، ارائه مدلی جهت انتخاب تامین کنندگان سیمان در شرکت بتن شرق، انجام داده است که در آن در ابتدا با استفاده از پرسشنامه به تعیین ۷ معیار مهم برای انتخاب بهترین تامین کننده پرداخته سپس با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی به وزن دهی و اولویت بندی این معیارها پرداخته، و بعد از تعیین وابستگی میان معیارها برای رتبه بندی نهایی معیارها از فرایند تحلیل شبکه ای^۱ استفاده کرده و در نهایت برای انتخاب بهترین تامین کننده براساس این معیارها به رتبه بندی شرکت های تامین کننده سیمان پرداخته است که در این رتبه بندی شرکت سیمان هگمتان رتبه اول را به دست آورده است.

مجتبی کاشانی نیز در سال ۱۳۹۲ پایان نامه کارشناسی ارشد خود را در زمینه ارزیابی عملکرد دوره ای شرکت های تولید کننده سیمان انجام داده و برای این ارزیابی که بر روی شرکت های سیمانی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران انجام شده است از ترکیب روش تحلیل پوششی داده ها و روش تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی (PCA)، استفاده شده است.

در خارج کشور فعالیت های متعددی نیز در این زمینه انجام شده که در اینجا به بعضی از آن ها اشاره می کنیم :

ال.جی بورنج^۲ و شروتی یمینی^۳ در سال ۲۰۰۸، مقاله ای را در زمینه عملکرد شرکت های سیمانی هندوستان انجام داده اند که این تحقیق بر روی ۱۷ شرکت سیمانی فعال در هندوستان با استفاده از شاخص های مالی و غیر مالی رقابتی انجام شده است.

عرفان ارتوگرول^۴ و نیلسن کراکاسگلو^۵ در سال ۲۰۰۹ مقاله ای را در زمینه ارزیابی عملکرد کارخانه های سیمان سازی ترکیه انجام داده اند و در آن برای این منظور از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و روش TOPSIS استفاده کرده اند.

زهرا باشکایا^۶ و بورجو آوجی اوزتورک^۷، در سال ۲۰۱۲ مقاله ای را در زمینه ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی، از تحلیل پوششی داده های فازی برای اندازه گیری کارایی شرکت های سیمانی بورس استانبول استفاده کرده است، برای این منظور با استفاده از اسناد مالی منتشر شده طی سال های ۲۰۰۶-۲۰۱۰، ۱۵ شرکت پذیرفته در بورس اوراق بهادار استانبول به اندازه گیری کارایی مالی این شرکت ها پرداخته است.

¹Network analysis process

² L.G.Burange

³ Shruti Yamini

⁴ Irfan Ertugrul

⁵ Nilsen Karakasoglu

⁶ Zehra BASKAYA

⁷ Burcu AVCI OZTURK

حسن رنگز و همکارانش مقاله ای را در سال ۲۰۱۲ در زمینه ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی ارائه کرده اند. در این مقاله برای ارزیابی و رتبه بندی که بر روی شرکت های سیمانی پذیرفته شده در بورس تهران انجام شده است، از رویکرد ترکیبی AHP و TOPSIS استفاده شده است. علاوه بر آن این ارزیابی فقط بر روی شاخص های مالی انجام شده است.

وحیده حاجی حسنی نیز مقاله ای را در سال ۲۰۱۲ در زمینه ی ارزیابی عملکرد شرکت ها ی سیمانی انجام داده است که در آن به مقایسه ۲۸ شرکت سیمانی فعال در بورس تهران و ۱۵ شرکت فعال در بورس استانبول پرداخته و برای این ارزیابی از روش ترکیبی AHP-TOPSIS استفاده کرده است.

یاسین غلام در سال ۲۰۱۲ رساله دکتری خود را در زمینه تحقیق بر روی عملکرد مالی و عملیاتی واحدهای خصوصی صنعتی سیمانی انجام داده است. برای این بررسی از روش حداقل مربعات غیرخطی^۱ برای محاسبه کارایی نیروی کار استفاده کرده و برای تخمین موقعیت های رقابتی از هر دو روش پارامتریک و ناپارامتریک بهره برده است. و مقایسه ای بین بخش خصوصی و بخش دولتی در این زمینه انجام داده است.

وحیده حاجی حسنی در سال ۲۰۱۳ مقاله ای را زمینه پیش بینی عملکرد صنعت سیمان در بورس اوراق بهادار تهران از رگرسیون منطقی استفاده کرده است، این تحقیق بر روی ۲۸ شرکت پذیرفته شده در بورس تهران صورت گرفته است. و تاثیر عوامل گوناگون را بر عملکرد بررسی کرده است.

۱۱-۲- جمع بندی

در این فصل مروری بر ادبیات تحقیق داشتیم. در ابتدا به تعریف عملکرد و ارزیابی عملکرد و اهداف آن پرداختیم و اشاره ای به سیستم ها و مدل های آن داشتیم. در ادامه به شرح کارایی و انواع آن و چگونگی اندازه گیری آن پرداخته و بعد از آن اشاره به بحث بازده به مقیاس به شرح مدل تحلیل پوششی داده ها که یکی از روش های اندازه گیری کارایی می باشد و مدل کاربردی تحقیق نیز می باشد پرداختیم. در این فصل دو نوع مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده ها و ویژگی های آن ها را شرح داده و اشکالات وارد شده بر مدل تحلیل پوششی داده ها را مرور کردیم و بعد از آن وارد بحث تئوری منطق فازی و اعداد فازی و عملیات قابل انجام بر روی آن ها شدیم و طریقه تبدیل مدل فازی به قطعی را شرح دادیم و روش هایی که برای این کار استفاده می شوند را معرفی کردیم. در انتها نیز پیشینه تحقیق و کارهایی که در این زمینه انجام داده شده را شرح دادیم.

¹Nonlinear minimum squares methods

مناہج پارس پرو فہ

فصل سوم
روش شناسی تحقیق

۱-۳- مقدمه

تحلیل پوششی داده ها (DEA) به عنوان یک ابزار بسیار مفید مدیریتی و تصمیم گیری، گسترش شگفت آوری در تئوری و روش و کاربرد گسترده در سطح کل دنیا از زمان ایجاد آن توسط چارلز و کوپر داشته است. مدل های DEA سنتی مانند مدل های CCR و BBC و امثال آن ها با داده های مبهم سر و کار ندارند و تمام داده های ورودی و خروجی را قطعی در نظر می گیرند. در موقعیت های دنیای واقعی به هر حال این فرض ممکن است، همیشه صدق نکند. به دلیل وجود عدم قطعیت DEA گاهی اوقات با وضعیت داده های مبهم روبرو می شوند، خصوصاً موقعی که مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیری (DMUs) داده های مفقود، داده های قضاوتی، داده های پیش بینی شده یا اطلاعات برتری ترتیبی را در بر داشته باشند. بطور کلی اطلاعات نادقیق یا داده های مبهم را می توان به صورت اعداد فازی یا بازه ای نشان داد. از این رو چگونگی ارزیابی کارایی مدیریت و عملیات مجموعه واحدهای تصمیم گیری در محیط های فازی و بازه ای یک مسئله پژوهشی با ارزش می باشد. و این مسئله لزوم گسترش و پیشرفت تئوری تحلیل پوششی داده ها، روش و کاربردهای واقعی آن را نشان می دهد.

در این فصل ما به شرح مدل تحلیل پوششی داده ها خواهیم پرداخت و با ایجاد تغییراتی در آن سعی در بهبود این مدل خواهیم داشت. این تغییرات با هدف بهبود نتایج به دست آمده از مدل اعمال خواهند شد تا مقایسه

کارایی واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از این نتایج صحت بیشتری داشته باشند. علاوه بر این در این مدل از داده‌های فازی استفاده شده و روش تبدیل آن به مدل قطعی نیز شرح داده خواهد شد.

۲-۳- بیان مسئله

با توجه به اهمیت موضوع تعیین کارایی، روشهای بسیاری برای سنجش میزان کارایی واحدهای تصمیم‌گیری ارائه شده است. این روش‌ها به طور کلی به دو دسته روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک طبقه‌بندی می‌گردند. که در روش‌های ناپارامتریک سنجش کارایی از طریق برآورد تابع تولید یا هزینه ضرورتی ندارد. (کاید پور، ۱۳۹۰) به طور کلی سازمان‌ها برای آگاهی از میزان مطلوبیت فعالیت‌ها و نتایج عملکرد خود نیازمند اقدامات مناسب برای کنترل و ارزیابی عملکرد هستند. امروزه فنون جدیدی جهت ارزیابی عملکرد سازمان‌ها استفاده می‌شود که یکی از کاربردی‌ترین آن تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. تحلیل پوششی داده‌ها کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده را نسبت به واحدهای دیگر با ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه اندازه می‌گیرد.

به دلیل اینکه استفاده از این تکنیک ممکن است سبب توزیع غیر واقعی وزن‌ها به ورودی‌ها و خروجی‌های مدل شود و یا اینکه وزن‌هایی به دست آمده مورد قبول مدیریت نباشد، (قنبری، ۱۳۹۱)

در بررسی‌های معمولی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری هر واحد در یک زمان معین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد ولی در مطالعات واقعی باید کارایی یک واحد تصمیم‌گیری در فاصله‌های زمانی متفاوت سنجیده شود. به این دلیل که یک واحد در هر برهه زمانی، رفتاری متفاوت از برهه‌های گذشته خواهد داشت. در نتیجه استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به تنهایی کافی نمی‌باشد و به همین دلیل در این پژوهش به دنبال ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و منطق فازی هستیم تا بتوانیم به نتایج واقعی‌تری دست پیدا کنیم.

ارزش‌های مشاهده شده در دنیای واقعی اغلب نادقیق و مبهم هستند. داده‌های نادقیق و مبهم ممکن است نتیجه اطلاعات غیر قابل کمی شدن، ناقص و غیرقابل دسترس باشند. داده‌های نادقیق و مبهم اغلب با بازه‌های محدود، داده‌های ترتیبی یا اعداد فازی نشان داده می‌شوند. در سال‌های اخیر، محققان زیادی DEA فازی را برای بکارگیری در موقعیت‌های که بعضی از ورودی‌ها و خروجی‌ها نادقیق و مبهم هستند، فرمول‌بندی کرده‌اند. (Hatami marbini et al, 2011)

هنگام استفاده از DEA برای ارزیابی عملکرد نیاز به تخمین پارامترهای زیادی بدون هیچ تغییری وجود دارد. به هر حال تخمین پارامترهای نامعین در فرایند ارزیابی عملکرد اغلب با چالش هایی روبرو می باشد. تعدادی از پژوهشگران مدل، روش های متنوعی برای کاربرد داده های نادقیق و مبهم در تحلیل پوششی داده ها، پیشنهاد داده اند. کوپر و همکاران، این مسئله را در زمینه داده های بازه ای مورد بررسی قرار داده اند. به هر حال بسیاری از مسائل دنیای واقعی داده های زبانی مانند خوب، عادلانه یا ضعیف را بکار می گیرند و نمی توان آن ها را به عنوان داده های بازه ای استفاده کرد. منطق فازی و تئوری فازی می توانند اطلاعات مبهم، نادقیق و غیرقطعی را در DEA با رسمی سازی عدم قطعیت در تصمیم گیری، ارائه دهند. جبر فازی توسعه داده شده توسط زاده یک چارچوب رسمی از تئوری است که خطر تخمین های نادقیق در محیط های غیرقطعی را مجاز می شمارد. (Hatami marbini et al, 2008)

۳-۳- مدل تحلیل پوششی داده ای قطعی برای ارزیابی عملکرد

روش تحلیل پوششی داده های معرفی شده توسط چارنر و همکارانش یک روش ناپارامتریک برای اندازه گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیری با وظایف مشابه که اهداف مشابهی را دنبال می کنند، می باشد. یکی از منافع DEA این است که بوسیله آن هر واحد می تواند خود را با واحد دیگری مقایسه کند. بدلیل سهولت کاربرد DEA، این روش مورد توجه محققان در تحقیقات کسب و کار و آکادمیک، بوده است. DEA در دو دهه اخیر برای ارزیابی واحدهای غیر مالی بکار رفته است. مطالعات کوپر و همکارانش در سال ۱۹۹۴ و ژبو در سال ۲۰۰۵ بازنگری های برجسته ای در مدل DEA را نشان می دهد. (hemati,danaei,shahhosseini,2012)

هدف تحلیل پوششی داده ها تعیین کارایی یک سیستم یا واحد تصمیم گیری از فرایند تبدیل ورودی ها به خروجی هاست. به عبارت دیگر، هدف شناسایی واحدهایی است که بیشترین میزان خروجی را از کمترین میزان ورودی بدست می آورند، چنین واحدی که دارای کارایی مساوی یک باشد واحد کارا و دیگر واحدها که کارایی بین صفر و یک دارند واحدهای ناکارا شناخته می شوند. به طور کلی می توان هدف تکنیک تحلیل پوششی داده ها را تعیین مرز کارایی دانست که بدان وسیله می توان شرکت های کارا و ناکارا را از هم تفکیک و با یکدیگر مقایسه کرد. (خواجوی، غیوری مقدم، ۱۳۹۰)

برای اندازه گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیرنده مشابه که همگی چندین ورودی را مصرف می نمایند تا چندین خروجی را تولید نماید، پارامترها، اندیس ها و متغیرهای تصمیم زیر در نظر گرفته می شوند :

E_0 : مقدار کارایی نسبی DMU تحت بررسی

$j = 1, \dots, n$: اندیس معرف تعداد واحدهای تصمیم گیرنده

$i = 1, \dots, m$: اندیس معرف تعداد ورودی ها

$r = 1, \dots, s$: اندیس معرف تعداد خروجی ها

x_{ij} : میزان ورودی i ام برای واحد j

y_{rj} : میزان خروجی r ام برای واحد j

x_{io} : میزان ورودی i ام برای واحد تحت بررسی

y_{ro} : میزان خروجی r ام برای واحد تحت بررسی

v_i : وزن داده ورودی i ام (متغیرهای مجهول)

u_r : وزن داده خروجی r ام (متغیرهای مجهول)

مدل CCR که توسط چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۸ میلادی ارائه شده است را در زیر نشان داده ایم:

$$\begin{aligned} \max \quad & z = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} - \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \leq 0 \\ & v_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \\ & u_r \geq 0, \quad r = 1, \dots, s \end{aligned}$$

همانطور که واضح است حل این مدل برنامه ریزی خطی به ازاء هر کدام از واحدهای تصمیم گیرنده، منجر به بدست آوردن کارایی نسبی برای هر کدام از واحدهای تصمیم گیرنده خواهد شد.

۴-۳- مدل تحلیل پوششی داده ای فازی برای ارزیابی عملکرد

تحلیل پوششی داده ها (DEA) روش پیشنهادی چارنز و همکارانش بود، که یک روش ریاضی برای ارزیابی کارایی نسبی یک مجموعه از واحدهای تصمیم گیری (DMU)، با مجموعه ی مشخصی از ورودی ها و خروجی ها می باشد. فرض اصلی (DEA) بر مبنای داده های دقیق قرار گرفته بود، اما در دنیای واقعی، داده ها با اصطلاحاتی نظیر خوب، بد، و... ارائه می شوند. معمولاً داده ها دقیق نیستند و ارزیابی عملکردی که با استفاده از روش های متداول در برگیرنده این داده ها، انجام می شود، منجر به خطاهایی در فرایند تصمیم گیری می شود و DEA مرسوم می تواند به سادگی عملکرد را اندازه گیری کند، به همین دلیل برای گرفتن تصمیمات معقول و مطابقت بیشتر با دنیای واقعی ضروری است که از منطق فازی به عنوان ابزاری برای رسیدن به اهداف نهایی استفاده کنند. مفهوم تصمیم گیری در محیط فازی از طرف بلمن و زاده پیشنهاد شده بود. رویکرد های بسیاری در مورد داده های فازی در DEA توسعه داده شده اند، سنگوپتا اولین کسی بود که در مورد کاربرد تئوری مجموعه فازی در تحلیل پوششی داده ها تحقیق کرده و اصولی از تئوری مجموعه فازی را برای معرفی ماهیت فازی در تابع هدف و محدودیت های مدل متداول تحلیل پوششی داده ها، به کار برده است. چیانگ و شیانگ روشی را توسعه دادند که قادر است مقیاس های کارایی فازی برای واحدهای تصمیم گیری (DMU) را با مشاهده های فازی ارائه کند (rostami,mollaeian,2012).

برای توسعه مدل (۱-۳) در فضای فازی در این بخش از اعداد فازی دوزنقه ای مثبت با فرمت گستردگی چپ و راست استفاده می شود. از انجایی که تمامی مدل های ارائه شده در این پژوهش در فضای فازی که با اعداد دوزنقه ای به تصویر کشیده خواهند شد، توسعه داده می شوند، لذا در این جا به بصورت مختصر در مورد اعداد فازی و منحصر ا عدد فازی دوزنقه ای توضیح می دهیم.

همانطور که اشاره شد، در دنیای واقعی ممکن است شاخص ها و معیارهایی که حاوی مقادیر قابل توجهی از ابهام هستند، برای اندازه گیری مقادیر ورودی ها و خروجی های یک مدل DEA مورد استفاده قرار گیرند. لذا می توان از واژه های زبانی که توسط مجموعه های فازی به تصویر کشیده شده اند، آن ها را مدلسازی نمود. یکی از پر کاربردترین فرم های اعداد فازی، اعداد دوزنقه ای فازی هستند. در این پژوهش از این نوع اعداد فازی برای مدلسازی مدل های DEA فازی، استفاده شده است.

تعریف ۱-۳. فرض کنید که X تمامی مقادیر ممکن برای x به فرم $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ باشد. یک مجموعه فازی مانند $\tilde{A}$ بر روی X ، در واقع مجموعه ای از زوج های مرتب به فرم $\{(x_1, \mu_{\tilde{A}}(x_1)), (x_2, \mu_{\tilde{A}}(x_2)), (x_3, \mu_{\tilde{A}}(x_3))\}$ می باشد به طوری که داشته باشیم $\mu_{\tilde{A}}: X \rightarrow [0,1]$. که

در آن $\mu_{\tilde{A}}$ را تابع عضویت عدد فازی $\tilde{A}$ می نامند و $\mu_{\tilde{A}}(x_i)$ درجه عضویت x_i در $\tilde{A}$ را مشخص می نماید (Zimmernann, 1996).

تعریف ۲-۳. آلفا برش و آلفا برش قوی در مورد مجموعه فازی $\tilde{A}$ به ترتیب با علائم $\alpha - cut \tilde{A}_\alpha$ و $\alpha - cut \tilde{A}_{\alpha+}$ نشان داده شده و به فرم زیر تعریف می شوند:

$$\tilde{A}_\alpha = \{x_i : \mu_{\tilde{A}}(x_i) \geq \alpha\}$$

$$\tilde{A}_{\alpha+} = \{x_i : \mu_{\tilde{A}}(x_i) > \alpha\}$$

تعریف ۳-۳. یک عدد فازی دوزنقه ای مثبت با فرمت گستردگی چپ و راست که به اختصار به صورت (TrFN) در متون نمایش داده می شود را می توان به فرم $\tilde{x} = (x^1, x^2, x^3, x^4)$ نوشت که در شان تابع عضویت $\mu_{\tilde{x}}$ مربوط به عدد فازی $\tilde{x}$ به فرم زیر مشخص می شود (Zimmermann, 1996).

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x - x^1}{x^2 - x^1} & x^1 \leq x \leq x^2 \\ 1 & x^2 \leq x \leq x^3 \\ \frac{x^4 - x}{x^4 - x^3} & x^3 \leq x \leq x^4 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

که در آن $[x^2, x^3]$ بازه میانی عدد فازی $\tilde{x}$ ، x^1 و x^2 حدود پائین و حدود بالای عدد فازی $\tilde{x}$ می باشند.

فرض کنید که n ، عدد DMU وجود دارند که هر کدام m ، $(i = 1, 2, \dots, m)$ ورودی دوزنقه ای به فرم $\tilde{x}_{ij} = (x^1_{ij}, x^2_{ij}, x^3_{ij}, x^4_{ij})$ را مصرف می کنند تا m ، $(r = 1, 2, \dots, s)$ عدد خروجی فازی دوزنقه ای به فرم $\tilde{y}_{rj} = (y^1_{rj}, y^2_{rj}, y^3_{rj}, y^4_{rj})$ را تولید کنند. با استفاده از مفهوم آلفا-برش می توان حد بالا و پایین این ورودی و خروجی ها را به فرم زیر محاسبه نمود.

$$(x^L_{ij})_\alpha = x^1_{ij} -$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$(x^U_{ij})_\alpha = x^4_{ij} -$$

$$j = 1, \dots, n(3 -$$

$$(y^L_{rj})_{\alpha} = x^1_{rj}$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$(y^U_{rj})_{\alpha} = x^4_{rj}$$

$$j = 1, \dots, n(3 -$$

با فرض اینکه ورودی و خروجی های واحدهای تصمیم گیرنده دارای عدم قطعیتی هستند که می توان آن را با اعداد فازی به تصویر کشید می توان با استفاده از یکی از مدل های کلاسیک مانند CCR و یا BCC این رویکرد را به فرم زیر تبیین نمود:

$$Max E_0 = \sum_{r=1}^s u_r$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i$$

$$v_i \geq 0$$

$$u_r \geq 0$$

جهت حل مدل (۳-۶) از تحلیل خوشبینانه- بدبینانه استفاده می شود. در این روش مدل (۳-۶) به دو مدل فرعی تبدیل می شود که هر کدام از آن ها نماینده بهترین حالت و بدترین حالتی است که برای یک DMU ممکن است رخ دهد. در زیر به تشریح این حالت ها و مدل بدست آمده از هر حالت پرداخته می شود.

الف) حالت خوشبینانه. برای یک DMU بهترین اتفاقی که امکان رخداد آن با بکارگیری ورودی و خروجی های فازی وجود دارد، حالتی است که تمامی ورودی های DMU تحت بررسی در حد پائین خودشان بوده و تمامی خروجی های DMU تحت بررسی در حد بالای خودشان قرار بگیرند و بطور همزمان تمامی ورودی های سایر DMU ها در حد بالای خودشان بوده و تمامی خروجی های سایر DMU در حد پائین خودشان قرار

بگیرند. در چنین وضعیت ماکزیمم یا بیشترین مقدار ممکن برای کارائی DMU تحت بررسی رخ خواهد داد. این وضعیت را می توان توسط مدل (۳-۷) نشان داد.

$$\begin{aligned} \text{Max } E^U_o &= \sum_{r=1}^s \\ \text{s. t. } &\sum_{i=1}^m \\ &\sum_{r=1}^s u_r (y^U_{ro})_{\alpha} - \\ &\sum_{r=1}^s u_r (y^L_{rj})_{\alpha} - \\ &v_i \geq 0 \\ &u_r \geq 0 \end{aligned}$$

که در آن E^U_o حد بالای کارائی نسبی DMU تحت ارزیابی می باشد. با جایگذاری روابط (۳-۲) تا (۳-۵) در مدل (۳-۷)، مدل (۳-۸) حاصل خواهد شد :

$$\begin{aligned} \text{Max } E^U_o &= \sum_{r=1}^s \\ \text{s. t. } &\sum_{i=1}^m \\ &\sum_{r=1}^s u_r [y^4_{ro} - \alpha \\ &\sum_{r=1}^s u_r [y^1_{rj} + \alpha \\ &v_i \geq 0 \\ &u_r \geq 0 \end{aligned}$$

ب) **حالت بدبینانه.** برای یک DMU بدترین اتفاقی که امکان رخداد آن با بکارگیری ورودی و خروجی های فازی وجود دارد، حالتی است که تمامی ورودی های DMU تحت بررسی در حد بالای خودشان بوده و تمامی خروجی های DMU تحت بررسی در حد پائین خودشان قرار بگیرند و بطور همزمان تمامی ورودی های سایر DMU ها در حد پائین خودشان بوده و تمامی خروجی های سایر DMU در حد بالای خودشان قرار بگیرند. در چنین وضعیتی مینیمم یا کمترین مقدار ممکن برای کارائی DMU تحت بررسی رخ خواهد داد. این وضعیت را می توان توسط مدل (۳-۹) نشان داد.

$$\begin{aligned} \text{Max } E^L_0 &= \sum_{r=1}^s \\ \text{s. t. } &\sum_{i=1}^m \\ &\sum_{r=1}^s u_r (y^L_{ro})_{\alpha} - \\ &\sum_{r=1}^s u_r (y^U_{rj})_{\alpha} - \\ &v_i \geq 0 \\ &u_r \geq 0 \end{aligned}$$

که در آن E^U_0 حد پائین کارائی نسبی DMU تحت ارزیابی می باشد. با جایگذاری روابط (۳-۲) تا (۳-۵) در مدل (۳-۹)، مدل (۳-۱۰) بدست خواهد آمد :

$$\begin{aligned} \text{Max } E^L_0 &= \sum_{r=1}^s u_r [y^1_{ro} + \alpha(y^2_{ro} - y^1_{ro})] \\ \text{s. t. } &\sum_{i=1}^m v_i [x^4_{io} - \alpha(x^4_{io} - x^3_{io})] = 1 \end{aligned}$$

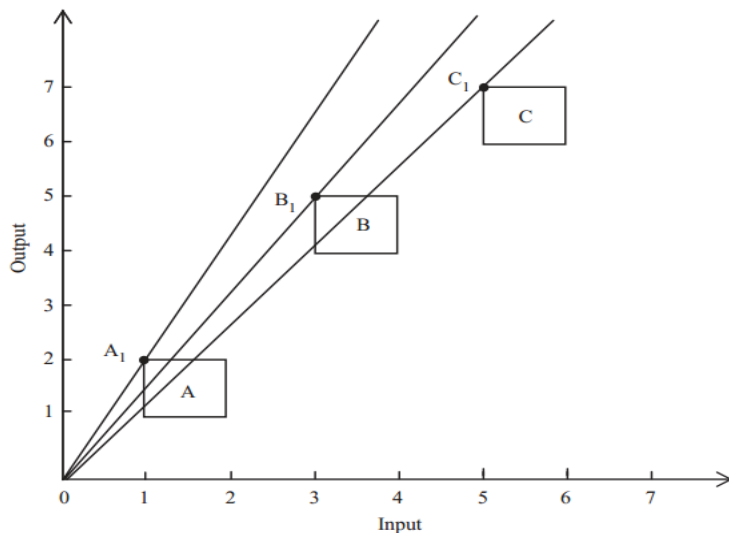
$$\sum_{r=1}^s u_r [y_{ro}^4 - \alpha(y_{ro}^4 - y_{ro}^3)] - \sum_{i=1}^m v_i [x_{io}^1 + \alpha(x_{io}^2 - x_{io}^1)] \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r [y_{rj}^1 + \alpha(y_{rj}^2 - y_{rj}^1)] - \sum_{i=1}^m v_i [x_{ij}^4 - \alpha(x_{ij}^4 - x_{ij}^3)] \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$u_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, s(3-10)$$

با دقت در مدل های حدود بالا و پایین DEA، مشاهده می کنیم که مجموعه محدودیت های بکار رفته برای اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیری، از واحدی به واحد دیگر تغییر می کنند، حتی محدودیت های بکار رفته برای اندازه گیری حد بالا و پایین کارایی یک DMU در مدل های (۳-۷) و (۳-۹) با هم متفاوت هستند. برای مثال، مجموعه محدودیت هایی که برای محاسبه حد بالای کارایی DMU₀ شامل مجموعه داده های $\{(x_{ijo}^L, y_{rjo}^U), (x_{ij}^U, y_{rj}^L) (j = 1, \dots, n; j \neq 0; i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s)\}$ می باشد، در حالی که مجموعه محدودیت های بکار رفته برای محاسبه حد پایین کارایی داده های $\{(x_{ijo}^U, y_{rjo}^L), (x_{ij}^L, y_{rj}^U) (j = 1, \dots, n; j \neq 0; i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s)\}$ را در برمی گیرد. واضح است که دو مجموعه داده مختلف هستند.



نمودار (۳-۱). مرز کارایی بکار برده شده در مدل (۳-۷) و (۳-۹)

مهمترین ایراد بکارگیری مجموعه محدودیت های مختلف برای اندازه گیری کارایی DMU ها، فقدان قابلیت قیاس بین کارایی ها بدلیل در نظر گرفتن مرزهای کارایی متفاوت در فرایند اندازه گیری کارایی می باشد. برای نشان دان بهتر این موضوع، ساده ترین حالت که شامل یک ورودی و یک خروجی می باشد، را در نظر می گیریم. سه DMU به نام های A, B و C، در نمودار شماره (۳-۱) نشان داده شده اند که ورودی های بازه ای $[1,2]$, $[3,4]$ و $[5,6]$ را برای تولید خروجی های بازه ای $[1,2]$, $[4,5]$ و $[6,7]$ بکار می گیرند. هنگام محاسبه حد بالای کارایی DMU_A ، در مدل مجموعه داده های $\{(1,2), (4,4), (6,6)\}$ ، که مرز کارایی مشخص شده توسط خط OA_1 در نمودار شماره ۱ را تشکیل می دهد، هنگام محاسبه حد بالای کارایی DMU_B ، در مدل مجموعه داده های $\{(2,1), (3,5), (6,6)\}$ ، که مرز کارایی تعیین شده توسط خط OB_1 در نمودار شماره ۱ را نشان می دهد؛ در حالی که برای محاسبه حد بالای کارایی DMU_C ، در مدل مجموعه داده های $\{(2,1), (4,4), (5,7)\}$ که نشان دهنده مرز کارایی تعیین شده توسط خط OC_1 می باشند، بکار می رود. مرزهای کارایی بکار رفته برای محاسبه حد پایین کارایی DMU_A ، DMU_B و DMU_C ، تقریباً خطوط OB_1 ، OA_1 و OA_1 می باشند. از آنجایی که کارایی به عنوان نسبت خروجی واقعی به حداکثر خروجی روی مرز تولید، محاسبه می شود، اگر مرز کارایی ثابت و واحد نباشد، مقایسه بین کارایی بی معنی خواهد بود. علاوه بر آن ما بر این عقیده هستیم که n عدد $DMUs$ تنها می توانند یک مرز کارایی واقعی داشته باشند. از آنجایی که هر DMU احتمال بکارگیری حداقل ورودی ها برای تولید حداکثر خروجی ها را دارا می باشد، مرز کارایی واقعی باید بر اساس بهترین وضعیت فعالیت تولیدی هر DMU مشخص شود. مرز واقعی کارایی در نمودار شماره ۱، OA_1 می باشد که بر اساس مجموعه داده های $\{(1,2), (3,5), (5,7)\}$ تعیین شده است.

برای اجتناب از بکارگیری مرزهای کارایی متعدد برای محاسبه کارایی $DMUs$ های مختلف، زوج جدیدی از مدل های DEA فازای توسعه داده شده است. مدل های جدید بر اساس علم محاسبات فازای انجام شده و همیشه برای محاسبه حد بالا و پایین کارایی مجموعه محدودیت های مشابه را بکار می گیرد که مرز کارایی ثابت و واحدی برای محاسبه کارایی همه واحدها و محاسبه حد بالا و پایین، را تشکیل می دهد.

الف) مدل خوشبینانه

$$Max E^U_0 = \sum_{r=1}^s$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r (y_{rj}^U)_{\alpha}$$

$$v_i \geq 0$$

$$u_r \geq 0$$

که در آن E_o^U حد بالای کارائی نسبی DMU تحت ارزیابی می باشد. با جایگذاری روابط (۳-۲) تا (۳-۵) در مدل (۳-۱۱)، مدل (۳-۱۲) حاصل خواهد شد :

$$Max E_o^U = \sum_{r=1}^s$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r [y_{rj}^4 - a_{rj}]$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq 0$$

ب) مدل بدبینانه :

$$Max E_o^L = \sum_{r=1}^s$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r (y_{rj}^U)_{\alpha}$$

$$v_i \geq 0$$

$$u_r \geq 0$$

که در آن E_o^U حد پائین کارائی نسبی DMU تحت ارزیابی می باشد. با جایگذاری روابط (۳-۲) تا (۳-۵) در مدل (۳-۱۳)، مدل (۳-۱۴) بدست خواهد آمد :

$$Max E_o^L = \sum_{r=1}^s$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r [y_{rj}^4 - a_{rj}]$$

$$j = 1$$

$$v_i \geq 0$$

از آنجایی که اعداد فازی بصورت بازه نشان داده می شوند بنابراین منطقی است که کارائی نسبی محاسبه شده نیز به صورت بازه بدست آید. بنابراین در مدل پیشنهادی این پژوهش به جای استفاده از اعداد از بازه استفاده شده است در نتیجه کارائی بدست آمده نیز بصورت بازه خواهد بود. در این مدل های قبلی حد بالا و پائین کارائی را با استفاده از مدل های جداگانه بدست می آوردیم، اما در مدل جدید حد بالا و پائین را با استفاده از یک مدل به صورت یک بازه بدست می آوریم. مدل پیشنهادی در زیر نشان داده شده است :

$$\text{Max } E_0 = \sum_{r=1}^s u_r$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r [(y^U_{rj})^\alpha - \alpha]$$

$$v_i \geq 0$$

$$u_r \geq 0$$

$$\text{Max } E_0 = \sum_{r=1}^s u_r$$

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

$$\sum_{r=1}^s u_r [y^4_{rj} - \alpha]$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$v_i \geq 0$$

$$u_r \geq 0$$

همانگونه که مشخص است مدل (۳-۱۶) یک مدل غیرخطی بوده و به متغیرهایی از جنس آلفا-برش نیز وابسته است. لذا امکان بدست آوردن جواب بهینه سراسری برای آن در حالت عمومی میسر نمی باشد. همچنین بایستی به ازاء آلفا-برش های مختلفی حل شود که حجم محاسبات را بسیار بالا می برد. از طرفی قانون عمومی ای برای

تعیین مقدار بهینه طول قدم آلفا-برش ها وجود ندارد. علاوه بر این ممکن است که رتبه های متناقضی برای یک DMU واحد حاصل شود. لذا با انجام تغییر متغیرهای لازم مدل (۳-۱۶) را به یک مدل خطی تبدیل می نمائیم. بدین منظور تغییر متغیرهای زیر برای تمامی ورودی ها و خروجی های مدل (۳-۱۶) اعمال می شوند :

$$\hat{v}_i = v_i \alpha$$

$$i = 1, \dots, m$$

$$\hat{u}_r = u_r \alpha$$

$$r = 1, \dots, s$$

$$0 \leq \hat{v}_i \leq v_i$$

$$0 \leq \hat{u}_r \leq u_r$$

اعمال تغییر متغیرهای (۳-۱۷) و (۳-۱۸) بر روی مدل (۳-۱۹) را نتیجه می دهد:

$$\text{Max } E_0 = \sum_{r=1}^s [v_r y_{rj} - u_r x_{rj}]$$

$$s. t. \quad \sum_{i=1}^m [v_i x_{ij} - u_i y_{ij}] \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s [u_r y_{rj} - \hat{u}_r x_{rj}] - \sum_{i=1}^m [\hat{v}_i x_{ij} - v_i y_{ij}] \leq 0$$

$$v_i \geq 0$$

$$u_r \geq 0$$

$$0 \leq \alpha$$

$$0 \leq \hat{u}_r \leq u_r$$

مدل (۳-۱۹) یک مدل خطی بوده و مستقل از متغیرهایی از جنس آلفا-برش می باشد. با حل کردن آن به ازاء هر کدام از n عدد DMU تحت ارزیابی حد پائین کارائی نسبی DMU مورد نظر حاصل خواهد شد. به دلیل خطی بودن مدل (۳-۱۹) جواب بهینه سراسری در صورت وجود به راحتی توسط نرم افزارهای تحقیق در عملیات قابل حصول می باشد.

نتیجه بکارگیری دو دیدگاه خوشبینانه و بدبینانه یک بازه برای کارائی هر کدام از DMU های مورد ارزیابی می باشد.

۵-۳- ویژگی ها و منافع مدل پیشنهادی

تغییر متغیرهای انجام شده علاوه بر خطی سازی و یافتن جواب بهینه سراسری، مزیت دیگری نیز در مدل های ارائه شده ایجاد می کند. این مزیت، که یکی از بارزترین مشخصه های مدل های ارائه شده نیز می باشد، حجم بسیار کم محاسبات در حالت ورودی ها و خروجی های فازی می باشد. یک مدل DEA در حالت فازی چنان چه با استفاده از مفهوم آلفا-برش اقدام به حل آن شود، بایستی به ازاء آلفا-برش های مختلف حل شود که علاوه بر پیچیدگی و افزایش حجم محاسبات، برای تعیین اندازه طول قدم آلفا-برش نیز تا کنون روش دقیقی ارائه نشده است. همچنین تعارضاتی که در رتبه DMU ها در اثر استفاده از آلفا-برش های مختلف بوجود می آیند، مساله تصمیم گیری در مورد DMU های کارا را دچار مشکلات اساسی می نماید که تحلیل آن ها نیازمند روش های پیچیده رتبه بندی و یا استفاده از رتبه بندی اعداد فازی می باشد.

برای روشن شدن مطلب فرض می کنیم که n عدد DMU جهت ارزیابی و تعیین کارائی نسبی در دست می باشند که ورودی و خروجی های آن نیز فازی است. اگر بخواهیم از رویکرد خوشبینانه-بدبینانه در DEA برای حل بهره برداری نمائیم و قائل به استفاده از رویکرد آلفا-برش برای تحلیل باشیم لازم است که در بازه صفر و یک با طول قدم مشخصی حرکت نموده و برای هر آلفا-برش $2n$ عدد برنامه ریزی خطی (یک برنامه ریزی خطی برای هر DMU در حالت خوشبینانه و یک برنامه ریزی خطی برای هر DMU در حالت بدبینانه) را حل کنیم. برای مثال با در نظر گرفتن طول قدم آلفا-برش 0.1 و $n=40$ عدد DMU و استفاده از روش خوشبینانه-بدبینانه، لازمست که ۸۰۰۰ عدد برنامه ریزی خطی برای تکمیل تحلیل DEA فازی حل شوند. علاوه بر این در هر آلفا-برش ممکن است نتایجی در مورد رتبه DMU بدست آید که با نتایج یک آلفا-برش دیگر متناقض و متفاوت باشد. این وضعیت تحلیل نهایی در مورد کارائی ها را دچار اشکالات اساسی می نماید. همچنین همانطور

که اشاره شد برای تعیین اندازه مناسب طول قدم های آلفا-برش ها رویکرد مشخصی ارائه نشده است و در نوشتارهای مختلف با توجه به شرایط و تحلیل حساسیت بر روی رتبه های حاصل شده، کفایت طول قدم آلفا-برش تعیین می شود که بر پیچیدگی و عدم تفسیر مناسب از نتایج نهایی می افزاید.

اما تغییر متغیرهای انجام شده و لحاظ نمودن محدودیت های اضافی که رابطه های جدیدی را بین متغیرهایی از جنس آلفا-برش برای ورودی ها و خروجی ها و متغیرهای تصمیم مساله در نظر می گیرد، علاوه بر خطی سازی مساله غیرخطی اولیه، باعث می شود که مقادیر بهینه آلفا-برش مستقل باشد.

۶-۳- جمع بندی

در این فصل در ابتدا به شرح مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده ها پرداخته و با وارد کردن اعداد فازی بصورت بازه مدل مزبور به مدل تحلیل پوششی داده ها فازی تبدیل شده است. برای حل مدل را به دو مدل خوشبینانه و بدبینانه تبدیل کرده و به شرح هر کدام پرداخته شد. و با اشاره به اشکالات مدل ها مبنی بر اینکه مرزهای کارایی متفاوتی برای واحد تصمیم گیری ایجاد می کند با یکسان کردن محدودیت ها این مشکل اصلاح شد و در ادامه با شرح روش آلفا-برش، از این روش برای تبدیل این مدل های فازی به قطعی استفاده شده است. ولی از آنجایی که با استفاده از آلفا مدل غیر خطی می شود با استفاده از تغییر متغیر به مدل خطی تبدیل شده و در نهایت به منافع آن اشاره شده است.

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل داده ها

۱-۴- مقدمه

در فصل دوم، مروری بر ادبیات ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها و مدل‌های فازی آن صورت گرفت. در فصل سوم، مدلی جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌های سیمانی از ترکیب DEA و منطق فازی ارائه گردید و داده‌ها - که در اینجا نهاده‌ها و ستانده‌ها هستند - گردآوری گردیدند. در این فصل داده‌های جمع‌آوری شده، با استفاده از نرم‌افزار Lingo 13 مورد تجزیه تحلیل قرار می‌گیرد، نمرات کارایی شرکت‌های مختلف با روش تحلیل پوششی داده‌های فازی با توجه به حدود بالا و پایین محاسبه می‌گردند.

۲-۴- جامعه و نمونه آماری

برای آزمون مدل پیشنهادی این پژوهش شرکت‌های سیمانی فعال در بورس اوراق بهادار انتخاب گردیده‌اند. با توجه به نیاز به شباهت کاری نمونه‌های مورد بررسی در تحلیل پوششی داده‌ها و داده‌های در دسترس از بین شرکت‌های موجود ۳۰ شرکت سیمانی به عنوان نمونه انتخاب گردیدند که در این مطالعه نمونه‌گیری معنای نمونه‌گیری در سایر تحقیقات را ندارد و نتایج حاصل فقط در رابطه با موارد بررسی قابل تحلیل و توجیه است.

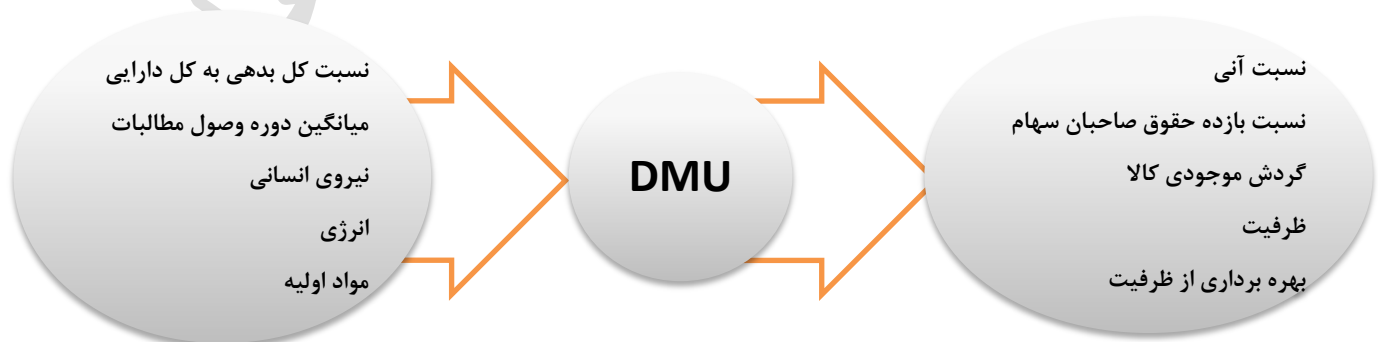
۳-۴- روش گردآوری داده ها

داده هایی که برای این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند مربوط به اطلاعات مالی و غیر مالی شرکت های سیمانی فعال در بورس اوراق بهادار می باشد که قسمتی از این داده ها از طریق بورس و قسمت دیگر با همکاری مرکز بهره وری جمع آوری شده اند. این داده ها پنج متغیر ورودی شامل نسبت کل بدهی به کل دارایی، میانگین دوره وصول مطالبات، انرژی و مواد اولیه و پنج خروجی شامل نسبت آنی، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام، گردش موجودی کالا، ظرفیت و بهره برداری از ظرفیت را در بر می گیرد که مربوط به سال های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲ می باشد.

۴-۴- اجرای مدل FDEA و استخراج نتایج ارزیابی

در این بخش تجزیه و تحلیل نتایج مدل سازی ارزیابی عملکرد با مدل های تحلیل پوششی داده های فازی برای نمونه مورد بررسی با توجه به مطالب ارائه شده در فصل دوم و سوم در زمینه مدل های تحلیل پوششی داده ها و مدل سازی صورت گرفته، انجام می شود.

چنانچه گفته شد در مدل پیشنهادی، نسبت کل بدهی به کل دارایی و میانگین دوره وصول مطالبات به عنوان متغیرهای مالی ورودی و نیروی انسانی، انرژی و مواد اولیه به عنوان متغیرهای غیرمالی ورودی محسوب می شوند. هم چنین نسبت آنی، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام و گردش موجودی کالا به عنوان متغیرهای مالی خروجی و ظرفیت و بهره برداری از ظرفیت به عنوان متغیرهای غیرمالی خروجی این پژوهش محسوب می شوند.



شکل (۴-۱). نهاده ها و ستاده های مدل اجرایی

مقدار هر یک از نهاده ها و ستاده های فوق که در حقیقت وضعیت موجود سازمان در آن بعد را نشان می دهد از داده های موجود استخراج می شود. در جدول (۴-۱) دسته بندی این متغیرها نشان داده شده است.

جدول (۴-۱). جدول دسته بندی متغیرهای ورودی و خروجی مدل

متغیرهای خروجی		متغیرهای ورودی	
غیر مالی	مالی	غیر مالی	مالی
ظرفیت	نسبت آنی	نیروی انسانی	نسبت کل بدهی به کل دارایی
بهره برداری از ظرفیت	نسبت بازده حقوق صاحبان سهام	انرژی	میانگین دوره وصول مطالبات
	گردش موجودی کالا	مواد اولیه	

۴-۵- محاسبه کارایی برای واحدهای مختلف

با حل مدل پیشنهادی تحقیق با استفاده از نرم افزار LINGO مقدار کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیری (شرکت های سیمانی) محاسبه خواهد شد. در جداول ۴-۲، ۴-۳ و ۴-۴ نتایج حل مدل های تحلیل پوششی داده های فازی شرکت های سیمانی ارائه شده است. امتیاز کارایی شرکت ها بصورت حالت بدبینانه که نشان دهنده حد پایین بازه کارایی و حالت خوشبینانه که نشان دهنده حد بالای بازه کارایی می باشد، نشان داده شده اند. همانطور که در جدول ۴-۱ مشخص است، تعداد یازده شرکت (کارخانه) به عنوان واحدهای کارا با مقدار کارایی نسبی (۱) انتخاب شده اند و ۱۹ شرکت دیگر به عنوان واحدهای ناکارا با کارایی نسبی کمتر از عدد یک شناخته شده اند. نتایج نمره کارایی برای واحدهای مختلف DMU به شرح زیر می باشد:

جدول (۲-۴). نتایج نمره کارایی برای واحدهای مختلف

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه
۱	سیمان ارومیه	۰,۹۲	۱	۱۶	سیمان شاهرود	۰,۶۸	۰,۸۹
۲	سیمان اصفهان	۱	۱	۱۷	سیمان شرق	۰,۷۷	۰,۸۹
۳	سیمان ایلام	۰,۷۰	۰,۸۶	۱۸	سیمان شمال	۰,۵۳	۰,۷۴
۴	سیمان آرتا اردبیل	۰,۹۱	۰,۹۹	۱۹	سیمان صوفیان	۱	۱
۵	سیمان بجنورد	۰,۸۲	۰,۹۵	۲۰	سیمان غرب	۰,۷۱	۰,۸۹
۶	سیمان بهبهان	۱	1	۲۱	سیمان فارس	۱	۱
۷	سیمان تهران	۱	۱	۲۲	سیمان فارس و خوزستان	۱	۱
۸	سیمان خاش	۰,۸۲	۰,۹۳	۲۳	سیمان قائن	۱	۱
۹	سیمان خزر	۰,۷۶	۱	۲۴	سیمان کارون	۰,۹۰	۰,۹۹
۱۰	سیمان داراب	۰,۹۲	۰,۹۷	۲۵	سیمان کردستان	۰,۹۸	۱
۱۱	سیمان دشتستان	۱	۱	۲۶	سیمان کرمان	۱	۱
۱۲	سیمان دورود	۰,۹۷	۱	۲۷	سیمان لار سبزوار	۰,۸۳	۰,۹۹
۱۳	سیمان ساوه	۰,۷۹	۰,۹۷	۲۸	سیمان مازندران	۰,۸۰	۱
۱۴	سیمان سپاهان	۱	۱	۲۹	سیمان هرمزگان	۱	۱
۱۵	سیمان سفیدنی ریز	۰,۹۳	۰,۹۹	۳۰	سیمان هگمتان	۰,۹۵	۰,۹۶

مجموعه های مرجع به همراه قیمت سایه ای (۸)، برای واحدهای غیرکارا در حالت بدبینانه به شرح ذیل می باشد:

جدول (۳-۴). مجموعه‌های مرجع واحدهای ناکارا (بدبینانه)

DMU	نام شرکت	مجموعه‌های مرجع واحدهای ناکارا (بدبینانه)	DMU	نام شرکت	مجموعه‌های مرجع واحدهای ناکارا (بدبینانه)
۱	سیمان ارومیه	DMU: ۱۱۰,۸۵ DMU: ۲۶۰,۰۶	۱۶	سیمان شاهرود	DMU: ۶۰,۴۵ DMU: ۷۰,۱۰ DMU: ۱۹۰,۰۸۱ DMU: ۲۶۰,۰۳۱
۲	سیمان اصفهان	DMU: ۲۱	۱۷	سیمان شرق	DMU: ۷۰,۱۳ DMU: ۱۹۰,۱۱ DMU: ۲۶۰,۵۲
۳	سیمان ایلام	DMU: ۱۱۰,۰۲ DMU: ۲۶۰,۶۷	۱۸	سیمان شمال	DMU: ۷۰,۰۲۶ DMU: ۱۹۰,۰۸ DMU: ۲۲۰,۰۰۸ DMU: ۲۶۰,۴۱
۴	سیمان آرتا اردبیل	DMU: ۶۰,۱۰ DMU: ۷۰,۰۰۳ DMU: ۱۴۰,۰۶ DMU: ۲۱۰,۱۹ DMU: ۲۳۰,۳۱ DMU: ۲۹۰,۲۳	۱۹	سیمان صوفیان	DMU: ۱۹۱
۵	سیمان بجنورد	DMU: ۱۱۰,۳۵ DMU: ۲۶۰,۴۷	۲۰	سیمان غرب	DMU: ۷۰,۰۵ DMU: ۱۱۰,۲۴ DMU: ۲۶۰,۴۱
۶	سیمان بهبهان	DMU: ۶۱	۲۱	سیمان فارس	DMU: ۲۱۱
۷	سیمان تهران	DMU: ۷۱	۲۲	سیمان فارس و خوزستان	DMU: ۲۲۱

۸	سیمان خاش	DMU: ۶۰,۰۱۲ DMU: ۱۱۰,۳۰ DMU: ۲۳۰,۱۳ DMU: ۲۶۰,۳۷	۲۳	سیمان قائن	DMU: ۲۳۱
۹	سیمان خزر	DMU: ۷۰,۲۰ DMU: ۱۹۰,۴۹ DMU: ۲۱۰,۰۳۹ DMU: ۲۶۰,۰۱۷ DMU: ۲۹۰,۰۰۹	۲۴	سیمان کارون	DMU: ۱۴۰,۳۶ DMU: ۲۱۰,۱۰ DMU: ۲۹۰,۴۳
۱۰	سیمان داراب	DMU: ۱۴۰,۴۶ DMU: ۲۱۰,۰۰۵ DMU: ۲۹۰,۴۵	۲۵	سیمان کردستان	DMU: ۱۴۰,۳۱ DMU: ۲۱۰,۰۰۶ DMU: ۲۳۰,۲۳ DMU: ۲۹۰,۳۶
۱۱	سیمان دشتستان	DMU: ۱۱۱	۲۶	سیمان کرمان	DMU: ۲۶۱
۱۲	سیمان دورود	DMU: ۶۰,۱۰ DMU: ۱۴۰,۱۲ DMU: ۲۱۰,۲۵ DMU: ۲۳۰,۱۳ DMU: ۲۹۰,۳۵	۲۷	سیمان لار سبزوار	DMU: ۷۰,۰۲۵ DMU: ۲۱۰,۵۸ DMU: ۲۲۰,۰۰۱۵ DMU: ۲۹۰,۱۰
۱۳	سیمان ساوه	DMU: ۷۰,۲۳ DMU: ۱۴۰,۴۹	۲۸	سیمان مازندران	DMU: ۶۰,۰۰۳ DMU: ۷۰,۰۰۶ DMU: ۱۹۰,۱۲ DMU: ۲۶۰,۲۸ DMU: ۲۹۰,۳۲
۱۴	سیمان سپاهان	DMU: ۱۴۱	۲۹	سیمان هرمزگان	DMU: ۲۹۱
۱۵	سیمان سفیدنی ریز	DMU: ۱۴۰,۲۰ DMU: ۲۱۰,۰۲۷ DMU: ۲۹۰,۶۹	۳۰	سیمان هگمتان	DMU: ۷۰,۰۱۳ DMU: ۱۴۰,۴۷ DMU: ۲۹۰,۳۰

مجموعه های مرجع به همراه قیمت سایه ای (λ)، برای واحدهای غیرکارا در حالت خوش بینانه به شرح ذیل می باشد:

جدول (۴-۴). مجموعه‌های مرجع واحدهای ناکارا (خوش بینانه)

DMU	نام شرکت	مجموعه‌های مرجع واحدهای ناکارا (خوش بینانه)	DMU	نام شرکت	مجموعه‌های مرجع واحدهای ناکارا (خوش بینانه)
۱	سیمان ارومیه	DMU: ۱۱	۱۶	سیمان شاهرود	DMU: ۷۰,۰۹ DMU: ۱۴۰,۳۲ DMU: ۲۳۰,۰۱۳ DMU: ۲۹۰,۴۶
۲	سیمان اصفهان	DMU: ۲۱	۱۷	سیمان شرق	DMU: ۱۰,۴۳ DMU: ۱۴۰,۳۷ DMU: ۲۹۰,۰۸
۳	سیمان ایلام	DMU: ۱۰,۵۵ DMU: ۷۰,۰۲۵ DMU: ۱۴۰,۲۹	۱۸	سیمان شمال	DMU: ۹۰,۱۸ DMU: ۱۴۰,۵۵
۴	سیمان آرتا اردبیل	DMU: ۲۰,۰۰۹ DMU: ۷۰,۱۱ DMU: ۲۳۰,۵۳ DMU: ۲۶۰,۳۳	۱۹	سیمان صوفیان	DMU: ۱۹۱
۵	سیمان بجنورد	DMU: ۱۰,۰۷۴ DMU: ۷۰,۰۰۶ DMU: ۱۴۰,۸۲	۲۰	سیمان غرب	DMU: ۷۰,۰۷۹ DMU: ۱۴۰,۵۵ DMU: ۲۳۰,۲۶
۶	سیمان بهبهان	DMU: ۶۱	۲۱	سیمان فارس	DMU: ۲۱۱
۷	سیمان تهران	DMU: ۷۱	۲۲	سیمان فارس و خوزستان	DMU: ۲۲۱
۸	سیمان خاش	DMU: ۱۴۰,۱۰ DMU: ۲۱۰,۰۵۴ DMU: ۲۳۰,۱۸ DMU: ۲۹۰,۵۹	۲۳	سیمان قائن	DMU: ۲۳۱
۹	سیمان خزر	DMU: ۹۱	۲۴	سیمان کارون	DMU: ۱۹۰,۱۳ DMU: ۲۶۰,۸۵
۱۰	سیمان داراب	DMU: ۱۱۰,۳۷ DMU: ۲۳۰,۰۴ DMU: ۲۶۰,۵۵	۲۵	سیمان کردستان	DMU: ۲۵۱

۱۱	سیمان دشتستان	DMU: ۱۱۰,۹۹	۲۶	سیمان کرمان	DMU: ۲۶۱
۱۲	سیمان دورود	DMU: ۱۲۱	۲۷	سیمان لار سبزوار	DMU: ۷۰,۰۷ DMU: ۱۹۰,۷۸ DMU: ۲۲۰,۱۴
۱۳	سیمان ساوه	DMU: ۷۰,۵۲ DMU: ۱۹۰,۳۸ DMU: ۲۶۰,۰۶	۲۸	سیمان مازندران	DMU: ۲۸۱
۱۴	سیمان سپاهان	DMU: ۱۴۱	۲۹	سیمان هرمزگان	DMU: ۲۹۱
۱۵	سیمان سفیدنی ریز	DMU: ۱۱۰,۲۳ DMU: ۲۳۰,۲۴ DMU: ۲۵۰,۲۰ DMU: ۲۶۰,۳۰	۳۰	سیمان هگمتان	DMU: ۷۰,۰۵۳ DMU: ۱۱۰,۵۰ DMU: ۲۶۰,۴۰۶

با توجه به جدول ۴-۲ ملاحظه می شود که کارایی نسبی شرکت های سیمانی اصفهان، بهبهان، تهران، دشتستان، سپاهان، صوفیان، فارس، فارس و خوزستان، قائن، کرمان و هرمزگان برابر (۱) شده و کارا در نظر گرفته شده اند و شرکت های دیگر با کارایی نسبی کمتر از یک ناکارا محسوب می شوند.

۴-۶- رتبه بندی شرکت های سیمانی

پس از نمایش کارایی واحدهای تصمیم گیری به صورت بازه، ما نیازمند یک روش برای رتبه بندی این بازه ها هستیم. روش های محدودی برای مقایسه و رتبه بندی اعداد بازه ای به وجود آمده است ولی هر یک از آن ها شامل نواقصی هستند. خصوصا زمانی که بازه ها دارای مرکز مشابه ولی شعاع متفاوت هستند که در این حالت مقایسه به سختی صورت می گیرد.

در این روش ما روش شاخص کمینه حداکثر زیان (MRA) را برای رتبه بندی و مقایسه کارایی های بازه ای استفاده کرده ایم. مهم ترین دلیلی که ما از این روش استفاده می کنیم این است که برای رتبه بندی بازه های متحدالمرکز بسیار مناسب بوده و دارای چندین ویژگی جذاب است.

نظر گرفتن $A_i = [a_i^L, a_i^U] = (m(A_i), w(A_i)) (i = 1, \dots, n)$ به عنوان بازه های کارایی واحدهای تصمیم گیری، $m(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^R + a_i^L)$ و $w(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^R - a_i^L)$ نشان دهنده مرکزها و عرض آن ها می

باشد. با فرض اینکه $A_i = [a_i^L, a_i^U]$ به عنوان بهترین بازه کارایی انتخاب شود و $b = \max_{j \neq i} \{a_j^U\}$ ، واضح است که اگر $a_i^L < b$ باشد، واحد تصمیم گیری ممکن است از افت کارایی رنج ببرد که به آن فرصت از دست رفته نیز می گویند، و احساس پشیمانی کند. حداکثر افت کارایی که این واحد ممکن است از آن رنج ببرد از فرمول زیر به دست می آید:

$$\max(r_i) = b$$

اگر $a_i^L \geq b$ باشد، واحد هیچ مقدار کارایی را از دست نداده و احساس پشیمانی نمی کند. در این حالت، پشیمانی یا فرصت از دست رفته آن صفر در نظر گرفته می شود، $i, e. r_i = 0$. با ترکیب دو حالت بالا خواهیم داشت که :

$$\max(r_i) = m$$

بنابراین شاخص کمینه حداکثر زیان بازه کارایی را انتخاب خواهد کرد که شرایط زیر را ارضا کند و بهترین بازه کارایی باشد:

$$\min_i \{\max(r_i)$$

براساس تجزیه و تحلیل های بالا، ما تعریف های زیر را برای مقایسه و رتبه بندی بازه های کارایی می دهیم.

تعریف. با در نظر گرفتن $A_i = [a_i^L, a_i^U] = (m(A_i), w(A_i)) (i = 1, \dots, n)$ ، به عنوان مجموعه بازه های کارایی، حداکثر افت کارایی یا حداکثر زیان هر بازه کارایی A_i به صورت زیر تعریف می شود:

$$R(A_i) =$$

این نشان می دهد که بازه کارایی با کمینه حداکثر افت کارایی، بهترین بازه کارایی می باشد.

از آنجایی که حداکثر فقدان کارایی اعداد نسبی هستند آن ها با توجه به حداکثر کارایی میان همه بازه های کارایی محاسبه می شوند. بنابراین آن ها می توانند برای انتخاب مرغوب ترین بازه کارایی از میان مجموعه بازه های کارایی به کار روند. ولی نمی توان از آن ها برای رتبه بندی مستقیم آن ها استفاده کرد (Wang and elt, 2005).

حال برای رتبه بندی DMU ها، گام های حذفی زیر را داریم:

گام ۱- ماکزیمم عدد کارایی را محاسبه می کنیم، بهترین بازه کارایی، بازه کارایی است که کمترین مقدار افسوس را

دارد به طور مثال A_{i_1} را در نظر می گیریم که $1 \leq i_1 \leq n$

گام ۲- A_{i_1} را حذف می کنیم و دوباره عدم کارایی را برای بقیه بازه ها محاسبه می کنیم و بهترین بازه کارایی را بین $n-1$ بازه کارایی تعیین می کنیم، فرض کنیم A_{i_2} انتخاب شده است که $i_2 \neq i_1, 1 \leq i_2 \leq n$

گام ۳- A_{i_2} را حذف می کنیم و همین کار را برای $n-2$ بازه کارایی انجام می دهیم.

گام ۴- مراحل بالا را تا آن جایی تکرار می کنیم که فقط یک کارایی بازه ای- A_{i_n} باقی بماند.

رتبه بندی نهایی به صورت $A_{i_1} > A_{i_2} > A_{i_3} > \dots > A_{i_n}$ می باشد، که نماد $>$ به معنی بهتر و مقدم تر می باشد (صانعی و همکاران، ۹۰).

برای رتبه بندی ۳۰ شرکت سیمانی از روش MRA به صورت زیر استفاده کردیم :

$$R(DMU_1) = \max [r$$

$$, 0.89, 1, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.96) - 0.92, 0] = 0.078$$

$$R(DMU_2$$

$$0.89, 0.74, 1, 0.89, 0.62, 4671570712, 1, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.96) - 1, 0] = 0$$

$$R(DMU_3) = \max [r$$

$$, 0.89, 1, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.96) - 0.70, 0] = 0.29$$

$$R(DMU_4$$

$$0.89, 0.74, 1, 0.89, 1, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.99, 1, 1, 0.96) - 0.91, 0] = 0.084$$

و به همین ترتیب برای بقیه DMU ها مقدار حداکثر افت کارایی را محاسبه کردیم. واحدی که دارای کمترین مقدار افت کارایی باشد به عنوان کاراترین واحد انتخاب می شود و با حذف آن این محاسبات را تکرار می کنیم تا جایی که فقط یک واحد باقی بماند که این واحد از نظر رتبه بندی آخرین رتبه کارایی را به خود اختصاص می دهد.

نتایج حاصل از رتبه بندی شرکت های سیمانی با استفاده از روش کمینه حداکثر افت کارایی در جدول (۴-۵) نشان داده شده است.

جدول (۴-۵). رتبه بندی شرکت های سیمانی

رتبه	بازه کارایی	واحد تصمیم گیری	DMU	رتبه	بازه کارایی	واحد تصمیم گیری	DMU
۶	(۰,۹۷۰,۹۲)	سیمان داراب	۱۰	۱	(۱ ۱)	سیمان اصفهان	۲
۷	(۰,۹۲ ۱)	سیمان ارومیه	۱	۱	(۱ ۱)	سیمان بهبهان	۶
۸	(۰,۹۹۰,۹۱)	سیمان آرتا اردبیل	۴	۱	(۱ ۱)	سیمان تهران	۷
۹	(۰,۹۰ ۰,۹۹)	سیمان کارون	۲۴	۱	(۱ ۱)	سیمان دشتستان	۱۱
۱۰	(۰,۹۹۰,۸۳)	سیمان لار سبزوار	۲۷	۱	(۱ ۱)	سیمان سپاهان	۱۴
۱۱	(۰,۹۵۰,۸۲)	سیمان بجنورد	۵	۱	(۱ ۱)	سیمان صوفیان	۱۹
۱۲	(۰,۹۳۰,۸۲)	سیمان خاش	۸	۱	(۱ ۱)	سیمان فارس	۲۱
۱۳	(۰,۸۰ ۱)	سیمان مازندران	۲۸	۱	(۱ ۱)	سیمان فارس و خوزستان	۲۲
۱۴	(۰,۷۹ ۰,۹۷)	سیمان ساوه	۱۳	۱	(۱ ۱)	سیمان قائن	۲۳
۱۵	(۰,۷۷ ۰,۸۹)	سیمان شرق	۱۷	۱	(۱ ۱)	سیمان کرمان	۲۶
۱۶	(۰,۷۶ ۱)	سیمان خزر	۹	۱	(۱ ۱)	سیمان هرمزگان	۲۹
۱۷	(۰,۸۹۰,۷۱)	سیمان غرب	۲۰	۲	(۰,۹۸ ۱)	سیمان کردستان	۲۵
۱۸	(۰,۸۶۰,۷۰)	سیمان ایلام	۳	۳	(۰,۹۷ ۱)	سیمان درود	۱۲
۱۹	(۰,۸۹۰,۶۸)	سیمان شاهرود	۱۶	۴	(۰,۹۵ ۰,۹۶)	سیمان هگمتان	۳۰
۲۰	(۰,۷۴۰,۵۳)	سیمان شمال	۱۸	۵	(۰,۹۳ ۰,۹۹)	سیمان سفید نی ریز	۱۵

نتایج رتبه بندی با استفاده از روش MRA در جدول (۴-۵) نشان داده شده اند. با توجه به جدول مشاهده می کنیم که یازده شرکت سیمانی با دارا بودن بازه کارایی (۱ ۱)، در جایگاه اول قرار گرفته و به عنوان کاراترین شرکت ها شناخته شدند. در جدول بازه کارایی و رتبه مربوط به هر شرکت نیز آمده است.

با توجه به اینکه نتایج رتبه بندی با روش MRA که در جدول (۴-۵) نشان داده شده است، یازده شرکت از میان ۳۰ شرکت دارای رتبه یکسان و کارایی برابر یک هستند. بنابراین برای دستیابی به رتبه بندی نهایی در این مرحله

با استفاده از نتایج کارایی به دست آمده از رویکرد خوشبینانه و با استفاده از روش اندرسون-پیترسون به رتبه بندی این یازده واحد پرداختیم. روش اندرسون-پیترسون که در فصل دوم در بخش رتبه بندی آن را بصورت مختصر توضیح دادیم، بر میزان تغییر مرز کارایی حادث از حذف واحد تحت بررسی از ارزیابی است. در ارزیابی به روش اندرسون-پیترسون، محدودیت متناظر با واحد تحت بررسی، از ارزیابی حذف می شود. این محدودیت سبب می شد که حداکثر مقدار تابع هدف برابر با عدد ۱ شود. با حذف این محدودیت، کارایی واحد تحت بررسی می تواند بیشتر از ۱ شود. بنابراین از این طریق می توانیم به رتبه بندی واحدهای کارا بپردازیم.

جدول (۴-۶). رتبه بندی شرکت های کارا

رتبه	امتیاز کارایی	نام شرکت	DMU
۱	۱,۷۳	تهران	۷
۲	۱,۳۷	قائن	۲۳
۳	۱,۲۹	فارس و خوزستان	۲۲
۴	۱,۱۹	صوفیان	۱۹
۵	۱,۱۶	فارس	۲۱
۶	۱,۱۳	اصفهان	۲
۷	۱,۱۰	هرمزگان	۲۹
۸	۱,۰۹	کرمان	۲۶
۹	۱,۰۴	بهبهان	۶
۱۰	۱,۰۳	دشتستان	۱۱
۱۱	۱,۰۲	سپاهان	۱۴

با توجه به رتبه بندی انجام شده توسط روش های کمینه حداکثر زیان و اندرسون-پیترسون رتبه بندی نهایی کل شرکت ها در جدول (۴-۷) نشان داده شده است.

جدول (۷-۴). رتبه بندی نهایی واحدها

رتبه	نام شرکت	DMU	رتبه	نام شرکت	DMU
۱۶	سیمان داراب	۱۰	۱	سیمان تهران	۷
۱۷	سیمان ارومیه	۱	۲	سیمان قائن	۲۳
۱۸	سیمان آرتا اردبیل	۴	۳	سیمان فارس و خوزستان	۲۲
۱۹	سیمان کارون	۲۴	۴	سیمان صوفیان	۱۹
۲۰	سیمان لار سبزوار	۲۷	۵	سیمان فارس	۲۱
۲۱	سیمان بجنورد	۵	۶	سیمان اصفهان	۲
۲۲	سیمان خاش	۸	۷	سیمان هرمزگان	۲۹
۲۳	سیمان مازندران	۲۸	۸	سیمان کرمان	۲۶
۲۴	سیمان ساوه	۱۳	۹	سیمان بهبهان	۶
۲۵	سیمان شرق	۱۷	۱۰	سیمان دشتستان	۱۱
۲۶	سیمان خزر	۹	۱۱	سیمان سپاهان	۱۴
۲۷	سیمان غرب	۲۰	۱۲	سیمان کردستان	۲۵
۲۸	سیمان ایلام	۳	۱۳	سیمان درود	۱۲
۲۹	سیمان شاهرود	۱۶	۱۴	سیمان هگمتان	۳۰
۳۰	سیمان شمال	۱۸	۱۵	سیمان سفید نی ریز	۱۵

در جدول (۷-۴) رتبه نهایی واحدها مشخص شده است. با توجه به این جدول شرکت های سیمانی تهران، قائن و فارس و خوزستان رتبه های اول تا سوم را به خود اختصاص داده اند.

۷-۴- نتیجه گیری

در این فصل در ابتدا به معرفی خروجی ها و ورودی های شرکت های سیمانی برای ارزیابی عملکرد پرداختم و با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های فازی که در فصل سوم آن را شرح داده بودیم به ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی پرداخته و کارایی آن ها محاسبه شد. کارایی هر کدام از شرکت ها با استفاده از این مدل به صورت بازه به دست آمد که برحسب نتایج به دست آمده از مدل یازده شرکت با دارا بودن بازه کارایی برابر یک به عنوان

شرکت های کارا و ۱۹ شرکت دیگر با بازه های کارایی کمتر از یک به عنوان شرکت های ناکارا شناخته شدند. سپس با استفاده از روش کمینه حداکثر زیان به رتبه بندی این بازه های کارایی پرداختیم که بر اساس این روش از ۳۰ شرکت یازده شرکت در رتبه اول قرار گرفتند و ۱۹ شرکت دیگر با دارا بودن کارایی کمتر از یک در رتبه های بعدی قرار گرفتند. در نهایت از روش اندرسون - پیترسون و با در نظر گرفتن رویکرد خوشبینانه به رتبه بندی شرکت های کارا پرداختیم.

منابع
پیترسون
پیترو
هه

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادها

۱-۵- مقدمه

بسیاری از شرکت های جهانی عملیات بازرگانی و فرآیندهای خود را به طور مداوم مورد بازنگری قرار می دهند. آنها در جستجوی مفهوم کارایی هستند تا بتوانند بهبود وضع موجود برای نیل به اهداف آتی را محقق سازند.

عملکرد سازمانی همواره اثر قابل ملاحظه ای بر فعالیت های سازمان دارد. روش ها و ابزارهای دقیق عملکرد همواره یکی از مباحث مهم در تحقیقات سازمانی آکادمیک می باشد. در چند سال اخیر ارزیابی عملکرد حجم بسیار زیادی از مطالعات آکادمیک را در سطح دنیا به خود اختصاص داده است.

سال های اخیر شاهد به کارگیری حجم وسیعی از تکنیک تحلیل پوششی داده ها، در جهت ارزیابی عملکرد انواع مختلفی از نهاده ها در حوزه های مختلف فعالیت، در بسترهای مختلف و در کشورهای مختلف بوده است. یکی از دلایل آن است که DEA از این امکان برخوردار است که در مواردی که نسبت به دیگر رویکردها- به دلیل پیچیدگی ارتباط میان نهاده ها و ستاده های ناهمگون- مقاومت نشان می دهند، به کار گرفته شود. به عنوان نمونه می توان به فعالیت های نگهداری نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا و یا نیروهای پلیس انگلستان و ویلز و همچنین عملکرد شعب بانکی در قبرس و کانادا و ... اشاره کرد. تحلیل پوششی داده ها هم چنین افق های تازه ای را در ارزیابی کارایی و فعالیت هایی که پیش تر با تکنیک هایی مورد تحلیل قرار گرفته بودند، باز نموده است. منشاء بسیاری از

ناکارایی ها در شرکت های کارآمد و سودآور گذشته به کمک تحلیل پوششی داده ها شناسایی شده است (کوپر و دیگران، ۲۰۰۷).

این تحقیق در تلاش است به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده ها به ارزیابی شرکت های مختلف تولید سیمان در ایران پرداخته و به کمک آن بتواند هم زمان با ارزیابی کارایی به مقایسه کارایی واحدهای فعال پرداخته و برخی نکات نهفته در ساختار اقتصادی این شرکت ها مانند چگونگی وضعیت بازده نسبت به مقیاس و چگونگی تاثیر حجم تولید و نوع تکنولوژی را در کارایی واحدها آشکار سازد. علاوه بر این در این مطالعه تلاش شده است تا با ارائه ی نمایی روشن از صنعت سیمان کشور راه کارهایی جهت توسعه شرکت ها و بالابردن ارزش سهام شرکت ها پیشنهاد گردد.

در فصل پنجم، اصولا به ارائه و جمع بندی یافته های پژوهش، پرداخته می شود و همچنین مهم ترین یافته های پژوهش، مورد بحث قرار می گیرد. با توجه به اینکه این یافته ها مبنای اصلی پژوهش می باشند، لذا بر اساس آنها نتیجه گیری لازم انجام می شود. در پایان با در نظر گرفتن برآیند کلی پژوهش به ارائه پیشنهادات و راه کارهای مؤثر پرداخته می شود.

۲-۵- نتایج پژوهش

در این قسمت سعی می شود تا به سوالات تحقیق پاسخ داده شود و نتایج حاصل از اجرای مدل فازی مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد.

سوالات اصلی پژوهش در مورد چگونگی مدل تحلیل پوششی داده های فازی توسعه یافته و تبدیل آن به مدل قطعی و حل آن مطرح شده بود که در فصل سوم ما به شرح مدل فازی و چگونگی تبدیل آن به قطعی با استفاده از روش آلفا-برش پرداختیم. در مدل های قبلی تحلیل پوششی داده های فازی که از رویکرد خوشبینانه و بدبینانه برای حل کردن آ» ها استفاده می شد، به دلیل استفاده از محدودیت متفاوت در هر کدام از رویکردها مرزهای متفاوتی برای کارایی بدست می آمد که مقایسه دقیق کارایی واحدها را غیرممکن می ساخت. از این رو در این پژوهش مدل را بدین گونه توسعه دادیم که به جای استفاده از مجموعه محدودیت های متفاوت برای رویکرد خوشبینانه و بدبینانه از مجموعه محدودیت های مشابه برای هر دو رویکرد استفاده کرده و از این طریق توانستیم به مرز کارایی یکسانی برای همه ی واحدهای تصمیم گیری دست پیدا کنیم. در ادامه دو رویکرد را با هم ادغام کرده و داده ها را به صورت بازه وارد مدل کردیم که حد پایین بازه رویکرد بدبینانه و حد بالا رویکرد خوشبینانه را نشان می دهد. برای تبدیل مدل فازی به دست آمده به مدل قطعی از روش برش آلفا استفاده کردیم که با اعمال این روش بر مدل، مدل ما به

یک مدل قطعی و غیر خطی تبدیل می شود در ادامه نیز برای تسهیل حل آن، مدل غیر خطی را با استفاده از تغییر متغیر مدل به خطی تبدیل کرده و با استفاده از نرم افزار لینگو آن را حل کردیم.

سوالات فرعی پژوهش در مورد انتخاب نهاده و ستانده های مورد استفاده در پژوهش بود، که همانطور که گفته شد با بررسی گسترده ادبیات تحقیق و مطالعات انجام شده در این زمینه، مصاحبه و دریافت نظر خبرگان و نهایتاً با توجه به میزان دسترسی به داده ها، نسبت کل بدهی به کل دارایی و میانگین دوره وصول مطالبات به عنوان متغیرهای مالی ورودی و نیروی انسانی، انرژی و مواد اولیه به عنوان متغیرهای غیرمالی ورودی محسوب می شوند. هم چنین نسبت آبی، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام و گردش موجودی کالا به عنوان متغیرهای مالی خروجی و ظرفیت و بهره برداری از ظرفیت به عنوان متغیرهای غیرمالی خروجی این پژوهش محسوب می شوند.

همچنین کارایی هر کدام از شرکت ها که با استفاده از روش پیشنهادی تحقیق به دست آمده بود را در فصل چهارم و در جدول (۲-۴) نشان داده ایم که به دو صورت بدبینانه و خوشبینانه نشان داده شده است. کارایی بدبینانه حد پایین بازه کارایی و کارایی خوشبینانه حد بالای آن را نشان می دهد. برای رتبه بندی بازه های کارایی شرکت های سیمانی نیز از روش MRA استفاده کردیم، این روش در فصل دوم در بخش ۲-۷-۱ شرح داده شده است. نتایج به دست آمده از رتبه بندی با روش کمینه حداکثر زیان به گونه ای بود که یازده شرکت سیمانی به طور همزمان در رتبه اول قرار گرفتند و به عنوان کاراترین شرکت ها انتخاب شدند. جدول مربوط به رتبه بندی این شرکت ها در فصل چهارم نشان داده شده است. در ادامه شرکت های کارا که کارایی برابر (۱) داشتند را با در نظر گرفتن رویکرد خوشبینانه و با استفاده از روش رتبه بندی اندرسون-پترسون، رتبه بندی کردیم که در جدول (۶-۴) نتایج این رتبه بندی را نشان دادیم. رتبه بندی نهایی شرکت های سیمانی نیز در فصل چهارم و در جدول (۷-۴) آورده شده است.

۳-۵- نوآوری حاصل از پژوهش

محاسبه میزان کارایی در گروه هایی که عملکرد یکسانی دارند، از اهمیت بسزایی برخوردار است. برای باقی ماندن در عرصه رقابت با سایر واحدها می بایست با گذر زمان میزان عملکرد خود را به سطح قابل قبولی افزایش داد. ولی صحت و مناسب بودن روش ارزیابی باعث می شود که این ارزیابی مفید واقع شده و مثمر ثمر باشد.

در زمینه ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده ها و داده های فازی تحقیقات فراوانی انجام شده است. نوآوری پژوهش حاضر تغییراتی است که در مدل های سابق داده شده است. این تغییرات به گونه ای اعمال شده است که در مدل های خوشبینانه و بدبینانه برای یک واحد و در کل مدل ها از مجموعه محدودیت های مشابه استفاده شود. این کار

باعث می شود که به جای کاربرد مرزهای متفاوت از مرز کارایی واحدی برای مقایسه واحدها استفاده شود و مقایسه واقعی تر و مفیدتر باشد. از طرفی در این پژوهش به دلیل استفاده از داده های فازی برای جلوگیری از زیاد شدن محاسبات به دلیل وجود رویکردهای بدبینانه و خوشبینانه، ما به ترکیب این دو رویکرد در یک مدل واحد پرداختیم و کارایی را به صورت بازه محاسبه کردیم. علاوه بر آن با اعمال تغییر متغیر، آلفا را از مدل حذف کردیم در غیر اینصورت می بایست مدل را برای آلفاهای مختلف حل می کردیم که نیاز به محاسبات طولانی و زمان بر داشت.

۴-۵- پیشنهادات

با توجه به پژوهش انجام شده و نتایج حاصل از آن، پیشنهادات برآمده از این تحقیق در قالب دو بخش مطرح خواهد شد. در بخش اول پیشنهاداتی در جهت بهبود کارایی شرکت های سیمانی ارائه خواهد شد و در بخش دوم زمینه های آتی تحقیق و پیشنهاداتی جهت انجام هرچه بهتر مطالعات آتی ارائه خواهد گردید.

۱-۴-۵- پیشنهادات کاربردی

- ۱- به کمک تکنیک DEA واحدهای کارا شناسایی شدند. بنابراین می توان از این واحدهای کارا به عنوان الگوی واحدهای ناکارآمد استفاده کرد و آنها را در جهت کارایی بیشتر تا رسیدن به مرز کارایی تشویق و سازمان دهی کرد.
- ۲- بر اساس نتایج حاصل از حل مدل های تحلیل پوششی داده ها فازی می توان با معرفی واحد الگو به هریک از واحدهای ناکارار و مسئولان اجرایی، جهت افزایش کارایی و عملکرد بهینه واحد ناکارار برنامه ریزی نمود، بدین منظور برای هر شرکت سیمانی ناکارار، مقادیر مطلوب مشخص شوند (در بخش ایجاد واحد مجازی) و این واحدها برای رسیدن به کارایی تلاش کنند تا به این مقادیر نزدیک شوند.

۲-۴-۵- پیشنهادات تحقیقات آتی

- ۱- از پیشنهادات آتی می توان به حل مدل RDEA با فرض وجود ورودی ها و خروجی های غیرقطعی اشاره کرد. برای این منظور باید مدل RDEA به یک مدل برنامه ریزی نیمه معین یا یک مدل NP-hard تبدیل شود و سپس با تکنیک های مناسب حل گردد.

۲- بررسی بحث سازگاری بین جواب های مدل RDEA و سایر مدل های عدم قطعیت در این حوزه مثل SFA.

۳- توسعه سایر مدل های مرتبط با DEA مثل مدل جمعی، شاخص مالم کوئیست و ... در فضای بهینه سازی استوار.

۴- به کارگیری مدل ارائه شده در صنایع دیگر.

۵- انجام پژوهش برای کلیه DMU های موجود در صنعت.

۶- مجال این تحقیق برای موشکافی کارایی واحدهای بسیار کم بوده، لذا با توجه در اختیار داشتن نتایج مدل های CCR و BCC می توان به تجزیه بیشتر کارایی و مقدار کارایی به مقیاس واحدها نیز پرداخت.

۷- در مورد نهاده ها و ستانده های واحدهای تحت بررسی، تنها ستانده های مطلوب و مثبت در نظر گرفته شده اند لذا با بررسی میزان تاثیر ستاده های نامطلوب هر واحد و یا در نظر گرفتن برخی عوامل محیطی شاید به نتایج واقعی تری بتوان دست یافت.

۵-۵- محدودیت های تحقیق

هر تحقیق و پژوهش در مراحل مختلف (از برنامه ریزی گرفته تا اجرا) با محدودیت ها یا حتی مشکلاتی مواجه می باشد. در این تحقیق نیز محدودیت هایی به شرح ذیل قابل طرح است:

۱. شاخص هایی که در زمینه ارزیابی عملکرد شرکت های سیمانی می توان بکار برد بسیار زیاد می باشند اما به دلیل محدودیتی که در روش تحلیل پوششی داده ها وجود دارد مبنی بر اینکه مجموع ورودی ها و خروجی ها نباید از یک سوم تعداد واحدهای مورد بررسی بیشتر باشد، ناگزیر به محدود کردن شاخص ها و انتخاب شاخص های مهم تر توسط خبرگان بودیم.
۲. محدودیت های مالی و در اختیار نداشتن زمان کافی
۳. عدم دسترسی سریع به داده و طولانی و وقت گیر بودن محاسبات
۴. محرمانه بودن بعضی از اطلاعات و داده های مربوطه
۵. شرکت های سیمانی به دو دسته شرکت های هلدینگ و شرکت های تولیدی تقسیم می شوند، شرکت های هلدینگ مانند شرکت سیمان تهران، شرکت های سرمایه گذاری می باشند که شرکت های تولیدی متعددی زیر مجموعه آن می باشند، در نتیجه مقایسه کارایی این شرکت ها با شرکت های تولیدی سیمان از نظر علمی درست نمی باشد و نتایج واقع بینانه ای را به دنبال نخواهد داشت. در این پژوهش می بایست ارزیابی و مقایسه شرکت های هلدینگ و شرکت های تولیدی سیمان به صورت جداگانه صورت می گرفت که به دلیل عدم دسترسی بکامل به متخصصین امکان پذیر نبود.

۶. در این پژوهش برای دستیابی به ارزیابی عملی و واقع بینانه تر باید از شاخص هایی مانند استهلاک که در عملکرد شرکت های سیمانی اهمیت بسزایی دارند و شاخص های دیگری که در این صنعت تعیین کننده هستند، استفاده می شد. اما به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات چنین شاخص هایی به ناچار از شاخص هایی با اهمیت کمتر نسبت به آن ها استفاده شد

۶-۵- نتیجه گیری

تحقیق حاضر مدلی را برای ارزیابی عملکرد با ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده ها و منطق فازی ارائه داده است که در آن با رفع کاستی های مدل های سابق امکان مقایسه و ارزیابی بهتری داشته باشیم. مدل مذکور برای ارزیابی کارایی شرکت های سیمانی بورس اوراق بهادار مورد استفاده قرار گرفت. و با استفاده از روش MRA به رتبه بندی شرکت ها پرداختیم. و نتایج را در غالب جداولی ارائه دادیم. و در نهایت با در نظر گرفتن رویکرد خوشبینانه و با استفاده از روش اندرسون- پیترسون به رتبه بندی شرکت های کارا پرداختیم. در مقایسه با پژوهش های صورت گرفته در این زمینه، نوآوری پژوهش حاضر در این است که در دو رویکرد خوشبینانه و بدبینانه مدل تحلیل پوششی داده ها به جای استفاده از محدودیت های متفاوت محدودیت های یکسانی را بکار می گیرد و این عمل منجر به بکار گیری مرز کارایی یکسانی برای ارزیابی و مقایسه کارایی واحدهای متفاوت می شود و در این صورت مقایسه، دقیق تر و عملی تر خواهد بود. از آنجایی که داده های ما فازی هستند برای تبدیل آن ها به داده های قطعی از روش برش آلفا استفاده می شود که باعث می شود مدل مذکور به یک مدل غیر خطی تبدیل شود از این رو با اعمال تغییر متغیر، مدل را به مدل خطی تبدیل می کنیم که باعث سهولت حل مدل و کاهش محاسبات می شود و از طرفی دیگر با حذف آلفا از مدل دیگر شرکت ها (واحدهای تصمیم گیرنده) قادر نخواهند بود که با کاهش یا افزایش آلفا نتایج ارزیابی خود را تغییر دهند و نتایج غیر واقعی را به دنبال نخواهد داشت.

فهرست منابع

- ۱) آذر، عادل و صفوی، سعید (۱۳۸۳)، "ارزیابی عملکرد سازمان براساس شاخص های جوایز کیفیت- رویکرد DEA"، دانشور رفتار، ۸: ۱-۱۴
- ۲) جوهری، عباس (۱۳۸۷)، "تحلیلی بر وضعیت شرکت های تعاونی کانی غیر فلزی و ماشین سازی و ریخته گری"، وزارت تعاون (معاونت نظارت و بهره برداری)
- ۳) خلیلی دامغانی، کاوه (۱۳۹۱)، "توسعه رویکردی ترکیبی، مبتنی بر تحلیل پوششی داده های شبکه ای- فازی و شبیه سازی جهت سنجش کارایی چابکی در فرایندهای زنجیره تامین"، پایان نامه دکتری، دانشگاه علامه طباطبایی
- ۴) خواجهی، شکراله، غیوری مقدم، علی (۱۳۹۰)، "بررسی کاربرد تحلیل پوششی داده ها در مقایسه و ارزیابی عملکرد واحدهای تجاری"، پژوهش حسابداری، شماره ۲
- ۵) خواجهی، شکراله، و همکاران (۱۳۸۴)، "کاربرد تحلیل پوششی داده ها (DEA) در تعیین پرتفویی از کارآترین شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، شماره دوم
- ۶) سالک روشنی، اکرم (۱۳۹۰)، "رتبه بندی کارایی بانک های منتخب سیستم بانکی ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها"، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه علامه طباطبایی
- ۷) سعادت، اسفندیار (۱۳۷۶)، مدیریت منابع انسانی، انتشارات سمت، چاپ دوم، تهران
- ۸) شوندی، حسن (۱۳۸۴)، نظریه مجموعه های فازی و کاربردهای آن در مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف
- ۹) فتحی هفشجانی، کیامرث (۱۳۸۸)، "توسعه مدل پویای تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیری"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
- ۱۰) قنبری، رعنا (۱۳۹۰)، "ارزیابی عملکرد واحدهای مرکز معاینه فنی خودروهای سبک در سطح شهر تهران با استفاده از مدل های DEA و MCDM"، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه علامه طباطبایی

۱۱) کاظمی، عالیہ، منہاج، محمدباقر، مہرگان، محمدرضا و کامیاب مقدس، امین (۱۳۸۶)، "طراحی مدل رتبه بندی پالایشگاه های نفت کشور به روش تحلیل پوششی داده های فازی"، هفتمین کنفرانس سیستمهای فازی، دانشگاه فردوسی مشهد

۱۲) کاشانی، مجتبی (۱۳۹۲)، "ارزیابی عملکرد چند دوره ای شرکت های تولید کننده سیمان با استفاده از رویکرد DEA-PCA"، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه علامه طباطبائی

۱۳) کاشانی پور، محمد (۱۳۸۳)، "مقایسه و ارزیابی روش های سنجش کارایی شعب بانک و الگوی مناسب (شعب بانک تجارت استان تهران)"، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران

۱۴) کایدپور، فرجام (۱۳۹۰)، "سنجش کارایی شرکت های صنعت مواد دارویی بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد حداقل مربعات معمولی اصلاح شده و تحلیل پوششی داده ها"، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه علامه طباطبائی

۱۵) محمد زنجیرانی، داریوش (۱۳۸۶)، طراحی مدل و الگوی ارزیابی عملکرد زنجیره عرضه و توسعه فنون اندازه گیری عملکرد، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران

۱۶) مصدق خواه، مسعود، ساکت چقوش، علیرضا (۱۳۹۰)، "طراحی الگوی ارزیابی عملکرد کارکنان نهادهای ارزش محور مطالعه موردی: سازمان بسیج مستضعفان"، فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت اسلامی، سال ۱۹، شماره ۱، ۲۰۱-۲۲۲

۱۷) مہرگان، محمدرضا (۱۳۸۷)، مدل های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان ها (تحلیل پوششی داده ها)، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، چاپ دوم

۱۸) نوو، ریموند پی (۱۹۸۹)، مدیریت مالی: جلد اول، ترجمه علی جهانخانی و علی پارسایان (۱۳۸۵)، تهران، انتشارات سمت

19) Amin, G. R., Toloo, M. (2006). Finding the most efficient DMUs in DEA: An improved integrated model, Computers & Industrial Engineering. Article in press

20) Che, Z.H, Wang, H.S, Chuang (2010), "A fuzzy AHP and DEA approach for making bank loan decisions for small and medium enterprises in Taiwan", Expert systems with Applications

- 21) Hatami-Marbini, Adel, Emrouznejad, Ali, Tavana, Madjid(2011), "A taxonomy and review of the fuzzy Data envelopment analysis literature :two decades of" making, European journal of operational research
- 22) Hatami marbini, Adel, Saber, Saati, Madjid, Tavana(2010), AN ideal-seeking fuzzy data envelopment analysis framework, Applid Soft Computing
- 23) Hemati, Mohammad, Danaei, Abolfazl and Shahhosseini, Mahsa(2012), "An empirical study to measure the relative efficiency and strategic planning using BSC-DEA and DEMATEL", Management Science Letters, 1109-1122
- 24) Jofreh, Manouchehr, Khoshbeen, Fateme, Dashgarzadeh, Khodabakhsh, The Relationship between Quality of work life and staff performance of Iranian Gas Engineering and development company
- 25) Lawler, E.E, Strategic Human Resources management: An Idea whose time has com, In B.Downie and M.T.Coates (eds.), Managing Human Resources in the 1999s and Beyond :Is the workplace Being Trans Formed? Kingston, Canada: IRC Press, 1995, PP. 46-70
- 26) Neely, A.D. Richard, A.H. Mills, J.F. Platts, K.W. Bourne, M.C.S. Gregory, M. and Kennerley, M. (1999), Performance measurement system design: developing and testing a process-based approach, International Journal of Operation & Production management, vol.20 NO-10, PP19-45
- 27) Rostami-Malkhalifeh, Mohsen, Mollaeian, Elahe (2012), Evaluating performance supply chain by a new non-Radial network DEA model with fuzzy data, Journal of Data envelopment analysis and Decision
- 27) Sohrabi Haghighat, Mehdi, Khorram, Esmail (2005), "The maximum and minimum number of efficient units in DEA with interval data", Applied Mathematics and Computation
- 28) Tangen, S (2004), Professional Practice performance measurement : From philosophy to practice, International Journal of Productivity and performance management, 53(8) : 726-737
- 29) Udoncy Olugu, Ezutah, Yew Wong, Kuan (2009), Supply chain Performance Evaluation : Trends and Challenges, American J. of Engineering and Applied sciences

- 30) Wang, Ying-Ming, Greatbanks, Richard, Yang, Jian-Bo(2005),"Interval efficiency assessment using data envelopment analysis",Fuzzy Sets and Systems, 153,pp.,347-370
- 31) Zimmermann H.J(1999),"Fuzzy set theory and its application", 3rd ed., Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publisher, pp, 11-38
- 32) zbranek, peter(2013),"Data Envelopment Analysis As a Tool For Evaluation Of Employees Performance", Acta Oeconomica et Informatica

پوست

خروجی های نرم افزار Lingo

الف) نتایج حد بالا و پایین کارایی

MODEL RESULT:

DMU1 E_L = 0.9210663988741041 E_U = 1

DMU2 E_L = 1 E_U = 1

DMU3 E_L = 0.7002132001897005 E_U = 0.8688198568600223

DMU4 E_L = 0.9159092658599927 E_U = 0.9902408008523103

DMU5 E_L = 0.8268315849659846 E_U = 0.9555785051754995

DMU6 E_L = 1 E_U = 1

DMU7 E_L = 1 E_U = 1

DMU8 E_L = 0.8254316142628049 E_U = 0.9311415393520774

DMU9 E_L = 0.763639915879755 E_U = 1

DMU10 E_L = 0.9271173988751675 E_U = 0.9788540822657769

DMU11 E_L = 1 E_U = 1

DMU12 E_L = 0.9703333703141771 E_U = 1

DMU13 E_L = 0.7938688473581761 E_U = 0.9776894234186535

DMU14	$E_L = 1$	$E_U = 1$
DMU15	$E_L = 0.9314759928694634$	$E_U = 0.9915222880073993$
DMU16	$E_L = 0.6804800970039853$	$E_U = 0.8945549113043868$
DMU17	$E_L = 0.7731914268705526$	$E_U = 0.8910628530901299$
DMU18	$E_L = 0.5307885920690506$	$E_U = 0.7485644561145883$
DMU19	$E_L = 1$	$E_U = 1$
DMU20	$E_L = 0.7113385066472973$	$E_U = 0.8980624671570712$
DMU21	$E_L = 1$	$E_U = 1$
DMU22	$E_L = 1$	$E_U = 1$
DMU23	$E_L = 1$	$E_U = 1$
DMU24	$E_L = 0.9054218644359656$	$E_U = 0.9966082249134879$
DMU25	$E_L = 0.9810676810247234$	$E_U = 1$
DMU26	$E_L = 1$	$E_U = 1$
DMU27	$E_L = 0.8336800497778405$	$E_U = 0.9931287835378737$
DMU28	$E_L = 0.8002811314653576$	$E_U = 1$
DMU29	$E_L = 1$	$E_U = 1$
DMU30	$E_L = 0.950648618136163$	$E_U = 0.966012114695938$

(ب) واحدهای مرجع مربوط به مدل بدبینانه

REFERENCE SET LOWER MODEL:

DMU1 REF_DUM:11 0.8543759309882396
DMU1 REF_DUM:26 0.06669046788586464

DMU2 REF_DUM:2 1

DMU3 REF_DUM:11 0.02974929762895835
DMU3 REF_DUM:26 0.6704639025607422

DMU4 REF_DUM:6 0.104183993317899
DMU4 REF_DUM:7 0.003416105196772074
DMU4 REF_DUM:14 0.06195400701050285
DMU4 REF_DUM:21 0.1976826530930663
DMU4 REF_DUM:23 0.3157915001594341
DMU4 REF_DUM:29 0.2328810070823185

DMU5 REF_DUM:11 0.3504456931900389
DMU5 REF_DUM:26 0.4763858917759457

DMU6 REF_DUM:6 1

DMU7 REF_DUM:7 1

DMU8 REF_DUM:6 0.01257157544949619
DMU8 REF_DUM:11 0.3049800980967511
DMU8 REF_DUM:23 0.1365313055314559
DMU8 REF_DUM:26 0.3713486351851017

DMU9 REF_DUM:7 0.202415776408691
DMU9 REF_DUM:19 0.4946991513364875
DMU9 REF_DUM:21 0.03908698795160841
DMU9 REF_DUM:26 0.01752024866128582
DMU9 REF_DUM:29 0.009917751521682476

DMU10 REF_DUM:14 0.4699280564104623
DMU10 REF_DUM:21 0.005013871254599556
DMU10 REF_DUM:29 0.4521754712101057

DMU11 REF_DUM:11 1

DMU12 REF_DUM:6 0.1079737182740787
DMU12 REF_DUM:14 0.1201908237023033
DMU12 REF_DUM:21 0.2502214546644002
DMU12 REF_DUM:23 0.1328861570453593
DMU12 REF_DUM:29 0.3590612166280347

DMU13 REF_DUM:7 0.2328615284725447
DMU13 REF_DUM:14 0.4913611553772074

DMU14 REF_DUM:14 1

DMU15 REF_DUM:14 0.2051571943975754
DMU15 REF_DUM:21 0.02730552690554514
DMU15 REF_DUM:29 0.699013271566343

DMU16 REF_DUM:6 0.4578312964148676
DMU16 REF_DUM:7 0.1092565510640672
DMU16 REF_DUM:19 0.08172956846918161
DMU16 REF_DUM:26 0.03166268105586893

DMU17 REF_DUM:7 0.1316215081458376
DMU17 REF_DUM:19 0.1159095809540715
DMU17 REF_DUM:26 0.5256603377706436

DMU18 REF_DUM:7 0.02680549162568573
DMU18 REF_DUM:19 0.08849731638800495
DMU18 REF_DUM:22 0.0008733367403322754
DMU18 REF_DUM:26 0.4146124473150276

DMU19 REF_DUM:19 1

DMU20 REF_DUM:7 0.05514886407158267
DMU20 REF_DUM:11 0.2457400639040056
DMU20 REF_DUM:26 0.4104495786717089

DMU21 REF_DUM:21 1

DMU22 REF_DUM:22 1

DMU23 REF_DUM:23 1

DMU24 REF_DUM:14 0.3662271875325312
DMU24 REF_DUM:21 0.1027925155480178
DMU24 REF_DUM:29 0.4364021613554165

DMU25 REF_DUM:14 0.3188753537364041
DMU25 REF_DUM:21 0.06265734730163158
DMU25 REF_DUM:23 0.2327922165891736
DMU25 REF_DUM:29 0.3667427633975142

DMU26 REF_DUM:26 1

DMU27 REF_DUM:7 0.0254170204643188
DMU27 REF_DUM:21 0.58294475906245
DMU27 REF_DUM:22 0.001560341053777337
DMU27 REF_DUM:29 0.1068000502684096

DMU28 REF_DUM:6 0.003145715445876773
DMU28 REF_DUM:7 0.06356901388134233
DMU28 REF_DUM:19 0.1273248287422497
DMU28 REF_DUM:26 0.2844007326143058
DMU28 REF_DUM:29 0.3218408407815829

DMU29 REF_DUM:29 1

DMU30 REF_DUM:7 0.01399999158197063
DMU30 REF_DUM:14 0.4733224449091978
DMU30 REF_DUM:29 0.308129184514701

(ج) واحدهای مرجع مربوط به مدل خوشبینانه

REFERENCE SET UPPER MODEL:

DMU1 REF_DUM:1 1

DMU2 REF_DUM:2 1

DMU3 REF_DUM:1 0.5529846233471873
DMU3 REF_DUM:7 0.0255886959343351
DMU3 REF_DUM:14 0.2902465375784999

DMU4 REF_DUM:2 0.009392496992828125
DMU4 REF_DUM:7 0.112846415628122
DMU4 REF_DUM:23 0.5332950985845729
DMU4 REF_DUM:26 0.3347067896467877

DMU5 REF_DUM:1 0.07435042968220515
DMU5 REF_DUM:7 0.06041741870277753
DMU5 REF_DUM:14 0.8208106567905167

DMU6 REF_DUM:6 1

DMU7 REF_DUM:7 1

DMU8 REF_DUM:14 0.1024908137972069
DMU8 REF_DUM:21 0.05406986049029339
DMU8 REF_DUM:23 0.1809125460212568
DMU8 REF_DUM:29 0.5936683190433202

DMU9 REF_DUM:9 1

DMU10 REF_DUM:11 0.3762278844573189
DMU10 REF_DUM:23 0.04404633405605973
DMU10 REF_DUM:26 0.5585798637523981

DMU11 REF_DUM:11 0.9999999999999998

DMU12 REF_DUM:12 1

DMU13 REF_DUM:7 0.5284709253460294
DMU13 REF_DUM:19 0.3887902842427666
DMU13 REF_DUM:26 0.06042821382985752

DMU14 REF_DUM:14 1

DMU15 REF_DUM:11 0.2386142514343825
DMU15 REF_DUM:23 0.2451512720767282
DMU15 REF_DUM:25 0.2017480810484223
DMU15 REF_DUM:26 0.3060086834478663

DMU16 REF_DUM:7 0.09017508703563526
DMU16 REF_DUM:14 0.3244223885366493
DMU16 REF_DUM:23 0.01329693318564972
DMU16 REF_DUM:29 0.4666605025464526

DMU17 REF_DUM:1 0.4308332019925415
DMU17 REF_DUM:14 0.3720261063038201
DMU17 REF_DUM:29 0.0882035447937683

DMU18 REF_DUM:9 0.1893703012148583
DMU18 REF_DUM:14 0.5591941548997301

DMU19 REF_DUM:19 1

DMU20 REF_DUM:7 0.07979933662014643
DMU20 REF_DUM:14 0.5573450809247106
DMU20 REF_DUM:23 0.2609180496122142

DMU21 REF_DUM:21 1

DMU22 REF_DUM:22 1

DMU23 REF_DUM:23 1

DMU24 REF_DUM:19 0.1399359078319619
DMU24 REF_DUM:26 0.856672317081526

DMU25 REF_DUM:25 1

DMU26 REF_DUM:26 1

DMU27 REF_DUM:7 0.07089306647030239
DMU27 REF_DUM:19 0.7807954896485623
DMU27 REF_DUM:22 0.1414402274190091

DMU28 REF_DUM:28 1

DMU29 REF_DUM:29 1

DMU30 REF_DUM:7 0.05300361415820008
DMU30 REF_DUM:11 0.5069831727948498
DMU30 REF_DUM:26 0.406025327742888

(د) جداول مربوط به رتبه بندی با استفاده از روش MRA

منابع
پایارس
پژوه

جدول (۱-د) نتایج مرحله اول روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
2	سیمان اصفهان	1	1	0
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
6	سیمان بهبهان	1	1	0
7	سیمان تهران	1	1	0
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
11	سیمان دشتستان	0.9563072321891316	1	0.043693
12	سیمان دورود	0.9703333703141771	1	0.029667
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
14	سیمان سپاهان	1	1	0
15	سیمان سفیدنی ریز	0.9314759928694634	0.9915222880073993	0.068524
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
19	سیمان صوفیان	0.9332455447483314	1	0.066754
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
21	سیمان فارس	1	1	0
22	سیمان فارس و خوزستان	1	1	0
23	سیمان قائن	1	1	0
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
25	سیمان کردستان	0.9810676810247234	1	0.018932
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719
29	سیمان هرمزگان	1	1	0
30	سیمان هگمتان	0.950648618136163	0.966012114695938	0.049351

جدول (۲-د) نتایج مرحله دوم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
11	سیمان دشتستان	0.9563072321891316	1	0.043693
12	سیمان دورود	0.9703333703141771	1	0.029667
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
15	سیمان سفیدنی ریز	0.9314759928694634	0.9915222880073993	0.068524
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
19	سیمان صوفیان	0.9332455447483314	1	0.066754
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
25	سیمان کردستان	0.9810676810247234	1	0.018932
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719
30	سیمان هگمتان	0.950648618136163	0.966012114695938	0.049351

جدول (۳-۵) نتایج مرحله سوم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
11	سیمان دشتستان	0.9563072321891316	1	0.043693
12	سیمان دورود	0.9703333703141771	1	0.029667
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
15	سیمان سفیدنی ریز	0.9314759928694634	0.9915222880073993	0.068524
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
19	سیمان صوفیان	0.9332455447483314	1	0.066754
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719
30	سیمان هگمتان	0.950648618136163	0.966012114695938	0.049351

جدول (۴-د) نتایج مرحله چهارم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
11	سیمان دشتستان	0.9563072321891316	1	0.043693
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
15	سیمان سفیدنی ریز	0.9314759928694634	0.9915222880073993	0.068524
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
19	سیمان صوفیان	0.9332455447483314	1	0.066754
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719
30	سیمان هگمتان	0.950648618136163	0.966012114695938	0.049351

جدول (۵-د) نتایج مرحله پنجم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
15	سیمان سفیدنی ریز	0.9314759928694634	0.9915222880073993	0.068524
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
19	سیمان صوفیان	0.9332455447483314	1	0.066754
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719
30	سیمان هگمتان	0.950648618136163	0.966012114695938	0.049351

جدول (۶-د) نتایج مرحله ششم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
15	سیمان سفیدنی ریز	0.9314759928694634	0.9915222880073993	0.068524
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
19	سیمان صوفیان	0.9332455447483314	1	0.066754
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۷-د) نتایج مرحله هفتم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
15	سیمان سفیدنی ریز	0.9314759928694634	0.9915222880073993	0.068524
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۸-د) نتایج مرحله هشتم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
10	سیمان داراب	0.9271173988751675	0.9788540822657769	0.072883
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۹-د) نتایج مرحله نهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
1	سیمان ارومیه	0.9210663988741041	1	0.078934
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۰-د) نتایج مرحله دهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
4	سیمان آرتا اردبیل	0.9159092658599927	0.9902408008523103	0.084091
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۱-د) نتایج مرحله یازدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
24	سیمان کارون	0.9054218644359656	0.9966082249134879	0.094578
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۲-د) نتایج مرحله دوازدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
26	سیمان کرمان	0.8858392693480832	1	0.114161
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۳-د) نتایج مرحله سیزدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
27	سیمان لار سبزوار	0.8336800497778405	0.9931287835378737	0.16632
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۴-د) نتایج مرحله چهاردهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
5	سیمان بجنورد	0.8268315849659846	0.9555785051754995	0.173168
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۵-د) نتایج مرحله پانزدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
8	سیمان خاش	0.8254316142628049	0.9311415393520774	0.174568
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۶-د) نتایج مرحله شانزدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661
28	سیمان مازندران	0.8002811314653576	1	0.199719

جدول (۱۷-د) نتایج مرحله هفدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
13	سیمان ساوه	0.7938688473581761	0.9776894234186535	0.206131
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661

جدول (۱۸-د) نتایج مرحله هجدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
17	سیمان شرق	0.7731914268705526	0.8910628530901299	0.226809
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661

جدول (۱۹-د) نتایج مرحله نوزدهم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.299787
9	سیمان خزر	0.763639915879755	1	0.23636
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.31952
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.469211
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.288661

جدول (۲۰-د) نتایج مرحله بیستم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.197849
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.217582
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.367274
20	سیمان غرب	0.7113385066472973	0.8980624671570712	0.186724

جدول (۲۱-د) نتایج مرحله بیست و یکم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
3	سیمان ایلام	0.7002132001897005	0.8688198568600223	0.194342
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.214075
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.217776

جدول (۲۲-د) نتایج مرحله بیست و دوم روش MRA

DMU	نام شرکت	بدبینانه	خوشبینانه	حداکثر افت کارایی
16	سیمان شاهرود	0.6804800970039853	0.8945549113043868	0.214075
18	سیمان شمال	0.5307885920690506	0.7485644561145883	0.217776

ث) خروجی نرم افزار Lingo برای رتبه بندی واحدهای کارا با استفاده از روش AP

Scores of Efficient DMUs:

DMU2 $E_U = 1.132295111940044$

DMU6 $E_U = 1.044178922391744$

DMU7 $E_U = 1.738513384860843$

DMU11 $E_U = 1.037607146752867$

DMU14 $E_U = 1.027613907586034$

DMU19 $E_U = 1.192627810944248$

DMU21 $E_U = 1.16293275795475$

DMU22 $E_U = 1.296840249882834$

DMU23 $E_U = 1.370994784541981$

DMU26 $E_U = 1.091063972912038$

DMU29 $E_U = 1.100039324890108$

Abstract

In this research we introduced and developed the fuzzy DEA model in away so it can be used for a more realistic and more practical evaluation. In the existent models of FDEA, the model was solved by taking the optimistic and pessimistic approach. In this method, the two approaches have different constraint sets to measure the efficiencies of DMUs, which led to adopt different production frontiers for evaluation. If the production frontier was not fixed and not unified, the comparisons among the efficiencies would become meaningless. That is why we attempt to solve this problem by using the same constraint set for each optimistic and pessimistic approach. In this article first by using the same constraint set for the both approaches we gain a common production frontier, then we Merged the optimistic and pessimistic models in one model. Finally by using α -cut method we turn edit into a deterministic model and by substituting the Variable in the model, it was converted to a linear model.

We used the proposed model to measure the efficiency of Cement Companies. The efficiency that calculated from this model represented by the intervals, therefore, we use the MRA method for ranking this interval efficiencies, since eleven Companies with interval efficiency (1 1) get the first place together we use the AP approach to rank this eleven Companies, which Based on the results of this method, Cement companies of Tehran, Cain and Khuzestan ranked from the first to the third place.

Keywords: Performance Evaluation, **DEA**, fuzzy logic, α -cut, MRA