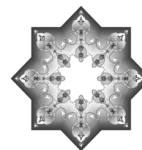


ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌ها جهت انتخاب تأمین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای پایداری (مطالعه موردی: صنعت سنگ)



صفحات ۸۹ تا ۱۱۵

دریافت: ۹۳/۱۲/۲۴

پذیرش: ۹۴/۳/۱۴

فرناز برزین‌پور^۱حانیه مؤذنی^۲میرسامان پیشوایی^۳

چکیده

انتخاب مناسب تأمین‌کنندگان یکی از استراتژی‌های حیاتی و اساسی برای بالا بردن کیفیت خروجی هر سازمان بوده که طی آن، خریدار با در نظر گرفتن تمامی گزینه‌های انتخاب و معیارهای ارزیابی آنها سعی در بهبود روابط خود با تأمین‌کننده انتخابی دارد. یکی از روش‌های به کار گرفته شده جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان، روش تحلیل پوششی داده‌هاست. هدف از این مقاله، ارائه مدلی جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان با رویکرد تحلیل پوششی داده‌هاست که در آن معیارهای اقتصادی در کنار معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی به‌عنوان ورودی و خروجی در نظر گرفته شده و از سه رویکرد خوش‌بینانه، بدبینانه و محافظه‌کارانه تحلیل پوششی داده‌ها جهت تصمیم‌گیری در شرایط مختلف استفاده شده است. در این تحقیق مطالعه موردی در یکی از کارخانه‌های تولید سنگ انجام شده است. داده‌های ۱۹ معدن سنگ به‌عنوان تأمین‌کنندگان این کارخانه جمع‌آوری شده و ۱۰ تأمین‌کننده برتر انتخاب و به واحد صنعتی مربوطه پیشنهاد می‌شود. مدل پیشنهادی با روش حلی دقیق در نرم‌افزار GAMS حل شده و آنالیز حساسیت بر روی رتبه تأمین‌کننده برتر، اهمیت معیارها را در ارزیابی تأمین‌کنندگان مشخص می‌کند.

واژگان کلیدی: انتخاب تأمین‌کنندگان، تحلیل پوششی داده‌ها، معیار زیست‌محیطی، معیار اجتماعی و معیار اقتصادی.

۱. استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران؛ نویسنده مسئول (barzinpour@iust.ac.ir)

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران (hmoazeni@ind.iust.ac.ir)

۳. استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران (pishvae@iust.ac.ir)

مقدمه

در مدیریت، زنجیره تأمین تلاش شرکت‌ها و سازمان‌ها بر این است که از این طریق مشتریان بتوانند محصولات مورد نیاز خود را با بالاترین کیفیت و کمترین هزینه دریافت کنند. به همراه بهبود در فرایندهای تولید مدیران بسیاری از صنایع اهمیت این موضوع را به خوبی متوجه شدند که حضور در بازار رقابتی تنها با بهبود فرایندهای داخلی و انعطاف‌پذیری در توانایی‌های شرکت کافی نیست، بلکه تأمین‌کنندگان شرکت نیز باید موادی با بهترین کیفیت و کمترین هزینه تولید کنند. از این رو مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان به‌عنوان اولین گره در زنجیره تأمین از ضروری‌ترین مسائلی است که تا کنون توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است.

در گذشته در سازمان‌های کسب و کار، مدیریت تأمین‌کنندگان نقش تعیین‌کننده‌ای را در موفقیت کسب و کار نداشته است. با اهمیت یافتن مفهوم زنجیره تأمین، انتخاب تأمین‌کنندگان یکی از اساسی‌ترین مسائل در موفقیت سازمان‌ها شناخته شد. از سال ۱۹۶۰ میلادی توجه بسیاری به بررسی معیارهای انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان شده است. ابتدا در سال ۱۹۶۰ دیکسون^۱ ۲۳ معیار را برای این مسأله در نظر گرفت (Patil et al., 2014: 679-693). به دلیل تأثیر معیارها بر یکدیگر از رویکرد ANP^۲ استفاده شد (Sarkis et al., 2002: 18-28). در تحقیقی دیگر معیارهای زمان تدارک از لحظه ارسال سفارش تا تحویل کالا، نسبت تحویل به موقع کالاها و هزینه در مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان در نظر گرفته شد و از روش الگوریتم ژنتیک استفاده کردند (Ding et al., 2005: 210-224). در سال ۲۰۰۹ با ترکیب روش AHP^۳ و برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی چندهدفه با هدف انتخاب بهترین تأمین‌کننده و تخصیص سفارش مدلی جدید توسعه یافت (Kokangul et al., 2009: 1417-1429). در پژوهشی با ادغام رویکردهای ANP، TOPSIS^۴ و برنامه‌ریزی خطی موضوع انتخاب تأمین‌کنندگان مورد بررسی قرار گرفت (Lin et al., 2011: 1760-1765). در مسأله‌ای دیگر با در نظر گرفتن کمینه کردن هزینه‌ها و بیشینه کردن ارزش خرید مدلی ریاضی برای این مسأله ارائه شد (Kannan et al., 2013: 355-367). در سال

-
1. Dickson
 2. Analytical network process
 3. Analytic hierarchy process
 4. Technique for order of preference by similarity to ideal solution

۲۰۰۹ اصلی‌ترین و مهم‌ترین رویکردهای مربوط به تأمین‌کنندگان، همانند انتخاب تأمین‌کنندگان تا سال ۲۰۰۷ مورد بررسی قرار گرفت. در تحقیقی دیگر در سال ۲۰۱۰ رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب تأمین‌کنندگان از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ دسته‌بندی شدند (Chai et al., 2012:451-471). معیارهای قیمت، هزینه حمل‌ونقل، کیفیت و تحویل در انتخاب بهترین تأمین‌کننده با کمترین هزینه در نظر گرفته شد (Ware et al., 2014: 261-274). با بررسی مقاله‌ها و معیارهای مختلف، این نتیجه حاصل شد که کیفیت، تحویل، قیمت، شهرت سازمان، توانایی فنی، خدمات پس از فروش، موقعیت مالی، مدیریت معیارهایی است که اکثر محققان با بررسی‌های که انجام داده‌اند شناسایی کرده‌اند (Patil et al., 2014:679-693). در تحقیقی در سال ۱۳۷۹ مسأله انتخاب و توسعه تأمین‌کنندگان به‌طور همزمان مورد بررسی قرار گرفت. معیارهایی که در نظر گرفته شد، شامل مواردی همچون ظرفیت تأمین‌کننده، تقاضا و نیاز تولیدکننده، کیفیت، قیمت و موعد تحویل است (تیموری، ۱۳۷۹). در تحقیقی دیگر طراحی مدل تصمیم‌گیری جهت انتخاب تأمین‌کننده استراتژیک جهانی در شرکت ایران خودرو مورد بررسی قرار گرفت (گودرزی، ۱۳۸۲). در سال ۱۳۸۶ نیز بررسی همزمان دو مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان و حجم تخصیصی به تأمین‌کنندگان انتخاب‌شده توسعه یافت (رزمی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۵۲-۱۲۱).

در این مقاله سعی شده با در نظر گرفتن مهم‌ترین معیارها در صنعت مربوطه و لحاظ کردن جنبه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به‌طور همزمان روشی به‌منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با سیاست‌های مختلف صنعت مورد نظر توسعه داده شود. بدین منظور از رویکردهای خوش‌بینانه، بدبینانه و محافظه‌کارانه تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده و برای اولین بار در صنعت سنگ تراورتن پیاده‌سازی شد. در بخش‌های دیگر به مرور ادبیات موضوع مورد نظر پرداخته شده و سپس مدل پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفت و در انتها نتایج حاصل و تحلیل حساسیت‌های مربوط به رتبه تأمین‌کننده برتر ارائه شده است.

مبانی نظری

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای^۱ است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. فارل، به‌اندازه‌گیری

1. Decision Making Unit (DMU)

کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مدنظر قرارداد، شامل یک ورودی و یک خروجی بود (Farrell, 1957: 253-290). چارنز، کوپر و رودز الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را با فرض بازده به مقیاس ثابت داشت. این الگو، به الگوی CCR معروف شد (Charnes et al., 1978: 429-444). در سال ۱۹۸۴ بنکر، چارنز و کوپر روش CCR را برای حالت‌های بازده به مقیاس متغیر تعمیم دادند که به مدل BCC معروف شد (Banker et al., 1984: 1078-1092). یکی از روش‌هایی که در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان بسیار کاربرد داشته، DEA است که با بهره‌گیری از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی به ارزیابی عملکرد مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری می‌پردازد. این روش در مسائلی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیری که در این مسأله تأمین‌کنندگان ما هستند، عملکرد مدل به‌خوبی حفظ خواهد شد. در این مطالعه از روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌منظور ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شده است.

پیشینه تحقیق

در سال ۲۰۱۶ مدلی پویا مبنی بر تحلیل پوششی داده‌ها، جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه شد (Yousefi et al., 2016: 72-85). در بسیاری اوقات، یافتن و جمع‌آوری تمامی داده‌های مربوط به تأمین‌کنندگان کاندید، کاری بسیار وقت‌گیر و هزینه‌بر است. هدف از پژوهشی که در سال ۲۰۰۸ انجام شد، ارائه یک روش جدید برای رو به رو شدن با این مشکل است که در آن به ترکیب شبکه‌های عصبی و DEA پرداخته شده و در صنعت تولید خودرو پیاده‌سازی شد (Celebi et al., 2008: 1698-1710). یک مدل جدید با در نظر گرفتن DEA به‌عنوان مدل عمومی، به‌منظور پیشینه کردن بهره‌وری زنجیره تأمین ارائه در سال ۲۰۰۷ ارائه شد (Liu et al. 2007: 108-112). مدلی که در مقاله آزاده ارائه شده است، از سه مدل مختلف در انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شده است. این سه مدل عبارتند از: تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، تحلیل پوششی داده‌های فازی، تحلیل پوششی داده‌ها با محدودیت شانس. معیارهایی که آزاده در نظر گرفته شامل هزینه و کیفیت و تحویل به‌موقع است (Azadeh et al., 2009: 72-76). بسیاری از مسائلی که در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان سبز است از روش AHP و ANP برای حل مسأله استفاده کرده‌اند

1. Fuzzy Data Envelopment Analysis (FDEA)
2. Chance constraint DEA

که این‌گونه روش‌ها برای مسائل کوچک قابل استفاده هستند. در پژوهشی در سال ۲۰۱۰ از ترکیب روش AHP و DEA استفاده شده و یک مجموعه از معیارهای مختلف همانند مسائل سبز برای انتخاب تأمین‌کنندگان سبز در نظر گرفته شده است (Wen et al., 2010:70-74). فرضی‌پور صائن با ارائه تحقیقی اثر خروجی‌های نامطلوب و داده‌های غیردقیق را در تحلیل پوششی داده‌ها نشان داد (Saen, 2010: 249-262).

با بررسی پژوهش‌های گذشته و توجه اندکی که به وجود داده‌های غیر دقیق در انتخاب تأمین‌کنندگان شده است، این موضوع در سال ۲۰۱۱ با گسترش روش DEA در حضور این‌گونه از داده‌ها نشان داده شد (Toloo et al., 2011:14726-14731). مقاله‌ی لی در سال ۲۰۱۲ یک روش ترکیبی است که ابتدا از AHP فازی و سپس از DEA برای انتخاب چندین تأمین‌کننده بهره گرفته است (Lee et al., 2012:584-593). پژوهش دابس مربوط به استفاده از DEA به همراه CWA (تجزیه و تحلیل وزن‌های مشترک) است. اولین اقدامی که در پژوهش دابس انجام شد، تقسیم‌بندی معیارها به دو دسته معیارهای سنتی و معیارهای زیست‌محیطی بود (Dobos et al., 2012: 567-578). در سال ۲۰۱۲ از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شده است و در یکی از بخش‌های شرکت مخابرات در ایران انجام شد و هدف آن شرکت در زنجیره تأمین با در نظر گرفتن معیارهایی همانند بهبود کیفیت کابل‌های خریداری شده، کاهش زمان سفارش^۱ است (Amindoust et al., 2012: 166-178). کارساک نیز با استفاده از ترکیبی از روش‌های QFD، DEA و FWA به بررسی موضوع انتخاب تأمین‌کنندگان پرداخته است. از جمله معیارهای انتخاب تأمین‌کننده در این مسأله عبارتند از: تجربه تأمین‌کننده، نوآوری و انعطاف‌پذیری در پاسخ به نیازهای مشتری، ثبات مالی، توانایی مدیریت سفارش‌ها آنلاین و موقعیت جغرافیایی (Karsak et al., 2014: 6995-7004). در سال ۲۰۱۴ با هدف مطالعه کاربرد DEA در اندازه‌گیری عملکرد تأمین‌کنندگان پژوهشی انجام شد (Sahai et al., 2014: 270-292). مهدی طلوع نیز از دیگر محققانی بود که یک مدل یکپارچه برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط-تحلیل پوششی داده‌ها (MIP-DEA) را برای انتخاب تأمین‌کنندگان با حضور داده‌های نادقیق گسترش داد. دو ورودی کل هزینه‌های حمل‌ونقل و اعتبار تأمین‌کنندگان و یک خروجی صورت حساب‌های بدون خطا دریافتی از تأمین‌کنندگان کالا (مالی) را در مقاله‌ای مورد بررسی قرارداد (Toloo et al., 2014: 1141-1148). ارائه یک چارچوب جدید با

1. Lead Time (LT)

وجود معیارهای چندگانه و فازی با در نظر گرفتن مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان از جمله پژوهش‌های ارتگول کارساک است که برای این کار از ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و گسترش عملکرد کیفیت استفاده کرده است (Karsak et al., 2014: 6995-7004). در تحقیقی دیگر در مرحله اول از DEA استفاده شده و سپس تأمین‌کنندگان کارآمد توسط رویکرد پرومته^۱ رتبه‌بندی می‌شوند. این مقاله در شرکت تولید گیربکس و محور در ایران پیاده‌سازی شد (Radfar et al., 2014: 189-197). در مقاله‌ای دیگر که در سال ۲۰۱۵ منتشر شد، روشی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین سبز با استفاده از DEA فازی ارائه شد. این مدل در شرکت صنعتی رزین شیمیایی آذر در قزوین پیاده‌سازی شد (Azadi et al., 2015: 274-285). در سال ۲۰۱۴ برای انتخاب تأمین‌کنندگان سبز نیز از DEA استفاده شده است و شاخص‌ها به سه دسته شاخص‌های نرم، شاخص‌های سخت و شاخص‌های زیست‌محیطی تقسیم شد (Shi et al., 2014: 1-11). در برخی از مقالات همانند مقاله‌ای که دابس در سال ۲۰۱۴ انجام داد، معیارهای مدیریتی و زیست‌محیطی در روش DEA مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرند (Dobos et al., 2014: 273-278).

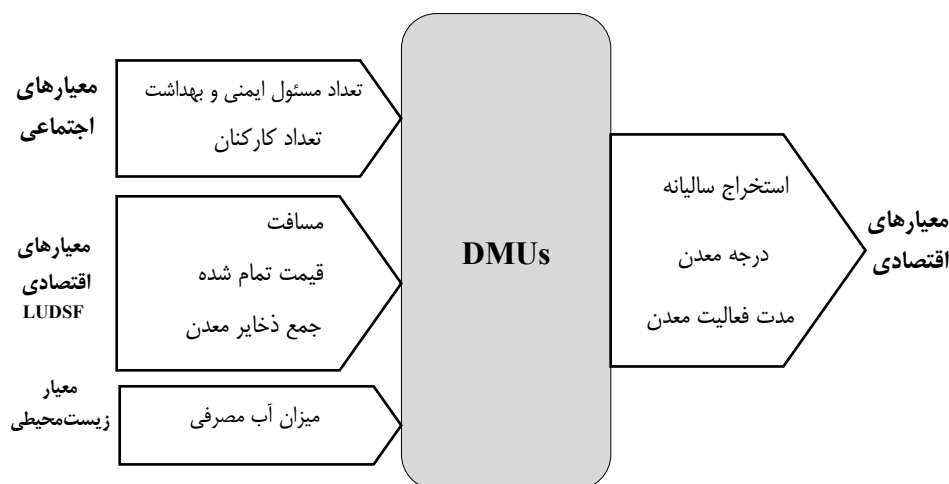
جدول ۱، دسته‌بندی مربوط به مقالات مطالعه شده در این زمینه را نشان می‌دهد. در تمامی پژوهش‌های بررسی شده، سه نوع معیار پایداری، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی همزمان در مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها در نظر گرفته نشده است و پیاده‌سازی مدل پیشنهادی در صنعت سنگ از جمله نوآوری‌های این پژوهش است. استفاده از سه رویکرد متفاوت به منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان نیز تصمیم‌گیری در شرایط متفاوت و منطبق با سیاست‌های مختلف سازمان را میسر می‌سازد.

جدول ۱. دسته‌بندی مقالات انتخاب تأمین‌کنندگان با رویکرد DEA

معیارهای زیست محیطی	معیارهای اجتماعی	معیارهای اقتصادی			معیارهای مربوط به خدمات			معیارهای مربوط به محصول		معیارهای ساختاری		معیارهای مدیریتی				پایه سازی مدل		تلفیق DEA با سایر روش‌ها		نوع مدل			رویکرد تصمیم‌گیری			منبع	
		دارایی‌ها و سرمایه	هزینه	مالی/اقتصادی	پاسخگویی به تقاضا	خدمات پس از فروش	تحويل	قیمت	کیفیت	مکان/موقعیت	ظرفیت تولید	مستند سازی و خود ممیزی	استراتژی/فرهنگ سازمانی	تجربه/مهارت/ایمنی/نوآوری	مدیریت	شبیه سازی داده‌ها	داده واقعی	CCR	BCC	احتمالی	فازی	قطعی					
																		*									liu et al.(2007)
			*		*		*											*					*				celebi et al.(2008)
			*		*		*											*					*				wu(2009)
			*		*		*											*					*				Azadeh et al.(2009)
			*		*		*											*					*				Farzipoor saeri(2010)
			*		*		*											*					*				Xu et al.(2010)
*			*		*		*											*					*				Wen et al.(2010)
			*		*		*											*					*				Toloo et al.(2011)
			*		*		*											*					*				Amiridoust et al.(2011)
			*		*		*											*					*				Li et al.(2012)
*			*		*		*											*					*				Dobos et al.(2012)
			*		*		*											*					*				Ghaemi-nasab et al.(2013)
			*		*		*											*					*				Karsak et al.(2013)
			*		*		*											*					*				Toloo et al.(2014)
*			*		*		*											*					*				Azadi et al.(2014)
*			*		*		*											*					*				Dobos et al.(2014)
*			*		*		*											*					*				Shi et al.(2014)
			*		*		*											*					*				Radfar et al.(2014)
			*		*		*											*					*				Karsak et al.(2014)
			*		*		*											*					*				Toloo(2014)
			*		*		*											*					*				Saha et al.(2014)

مدل پیشنهادی

با توجه به مرور ادبیات مربوط به انتخاب تأمین‌کنندگان به این نتیجه رسیدیم که در پژوهش‌های انجام‌شده روش‌های تصمیم‌گیری همانند AHP، TOPSIS و.. مورد بررسی قرار گرفته است، درحالی‌که روش تحلیل پوششی داده‌ها به منظور انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین پایدار می‌تواند تصمیمی مناسب برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده ارائه دهد. دلیل استفاده از این رویکرد، این است که در مسائلی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیری که در این مسأله تأمین‌کنندگان ما هستند زیاد باشد، عملکرد مدل به خوبی حفظ خواهد شد. همان‌طور که اشاره شد، در این پژوهش برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان و تعیین وزن نهایی برای آنها از رویکردهای بدبینانه، خوش‌بینانه و محافظه‌کارانه تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. ورودی‌ها و خروجی‌هایی که در نظر گرفته شده، شامل معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بوده که همانند شکل ۱ است.



شکل ۱. ورودی و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها

در ادامه با در نظر گرفتن تعداد کارکنان، تعداد مسئول ایمنی و بهداشت و جمع ذخایر معدن به عنوان ورودی‌های نامطلوب و درجه معدن به عنوان خروجی نامطلوب، باید نکته زیر را مدنظر قرار داد.

خروجی‌ها و ورودی‌های نامطلوب

اگر Y_{ij}^g نشان‌دهنده خروجی مطلوب و Y_{ij}^b نمایانگر خروجی نامطلوب باشد، ما خواهان افزایش Y_{ij}^g و کاهش Y_{ij}^b هستیم. در این حالت به منظور افزایش خروجی مطلوب و کاهش خروجی نامطلوب، خروجی‌های نامطلوب را در -1 ضرب و سپس مقدار t_r را به خروجی‌های نامطلوب منفی اضافه می‌کنیم تا مقدار آنها مثبت شود، به گونه‌ای که معادله ۱ برقرار شود:

$$Y_{ij}^g = -y_{ij}^b + t_r > 0 \quad \text{معادله (۱)}$$

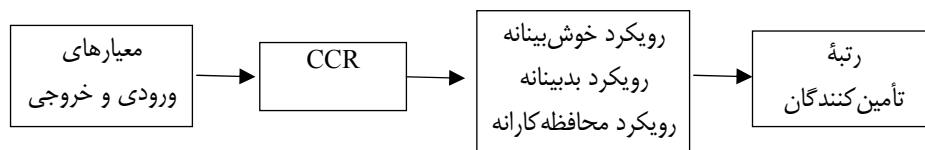
$$t_r = \text{Max} \{ Y_{ij}^b \} + 1 \quad \text{معادله (۲)}$$

سایر خروجی‌های مطلوب را می‌توان به همان صورت قبل به مدل وارد کرد. همچنین برای بهبود عملکرد بایستی مقدار ورودی‌ها افزایش یابد. X_{ij}^D و X_{ij}^I ورودی‌هایی هستند که به ترتیب باید افزایش و کاهش یابند. X_{ij}^I را باید قبل از ورود به مدل در -1 ضرب کرد و مقدار k را به آن افزود:

$$X_{ij}^{-D} = -X_{ij}^I + K_i \quad \text{معادله (۳)}$$

ساختار مدل پیشنهادی

در ابتدای امر باید کارایی تأمین‌کنندگان با استفاده از رویکرد CCR تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شود که این کارایی به دست آمده، ورودی برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان از طریق سه رویکرد خوش‌بینانه، بدبینانه و محافظه‌کارانه است.



شکل ۲. ساختار پیشنهادی به منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

کارایی متقاطع

در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، هر واحد تصمیم‌گیری آزادانه مجموعه‌ای از وزن‌ها را به ورودی‌ها و خروجی‌های خود اختصاص می‌دهد تا به بیشینه کارایی خود برسد. این امر سبب

می‌شود که بیش از یک واحد تصمیم‌گیری کارا شناخته شوند که هیچیک از آنها مزیتی نسبت به هم ندارند. به همین دلیل باید به دنبال روشی بود تا بتوان این واحدها را رتبه‌بندی کرد. یکی از روش‌های رتبه‌بندی، روش کارایی متقاطع است که توسط سکستون در سال ۱۹۸۶ ارائه شد (Sexton, 1986: 73-105). در این رویکرد واحدهای تصمیم‌گیری علاوه بر ارزیابی خود موظف به ارزیابی کارایی سایر واحدها نیز است. کارایی متقاطع به دست آمده نیز ممکن است یکتا نباشد. برای رفع این مشکل، سکستون در همان سال استفاده از اهداف فرعی را پیشنهاد کرد که پس از پیشنهاد وی، دوایل و گرین پرکاربردترین این اهداف را توسعه دادند که با استفاده از آنها علاوه بر حفظ کارایی واحد تصمیم‌گیری تحت ارزیابی، کارایی متقاطع سایر واحدها بیشینه یا کمینه می‌شود که مدل‌های خوشبین^۱ و بدبین^۲ نام دارند (Doyle, 1994, 567-578). در مدل بدبین به دنبال یافتن گروهی از وزن‌ها برای ورودی‌ها و خروجی‌ها هستیم که علاوه بر بیشینه کردن کارایی ساده واحد تصمیم‌گیری تحت بررسی، کارایی متقاطع سایر واحدها را کمینه کند. اما در رویکرد خوشبینانه با هدف بیشینه کردن کارایی سایر واحدها، علاوه بر بیشینه کردن واحد مورد بررسی، سعی در یافتن مجموعه‌ای از وزن‌ها داریم. مدل ۱ یک مدل بدبین است. این مدل با داشتن محدودیت اول کارایی DMU را حفظ می‌کند.

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{j=1}^n \left(\sum_{r=1}^s u_{r0} y_{rj} \right) - \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{ij} \right) \\ & \text{s to : } \sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0} - \theta_{00}^* \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} = 0, \\ & \sum_{r=1}^s u_{r0} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{ij} \leq 0, \quad (j=1,2,\dots,n; j \neq 0) \\ & u_{r0} \geq 0, \quad (r=1,2,\dots,m) \\ & v_{i0} \geq 0, \quad (i=1,2,\dots,m) \end{aligned}$$

مدل (۱)

-
1. Benevolent
 2. Aggressive

به‌طور مشابه داریم:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \sum_{j=1}^n \left(\sum_{r=1}^s u_{r0} y_{rj} \right) - \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{ij} \right) \\
 & \text{s to} : \sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0} - \theta_{00}^* \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} = 0, \\
 & \sum_{r=1}^s u_{r0} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{ij} \leq 0, \quad (j=1,2,\dots,n; j \neq 0) \\
 & u_{r0} \geq 0, \quad (r=1,2,\dots,m) \\
 & v_{i0} \geq 0, \quad (r=1,2,\dots,m)
 \end{aligned}$$

مدل (۲)

این مدل یک مدل خوش‌بین است و با داشتن محدودیت اول کارایی DMU0 را حفظ می‌کند. در این مدل‌ها، کمینه و بیشینه کردن مجموع تفاضل صورت و مخرج کسرهای کارایی متقاطع جایگزینی مناسب برای تابع هدف، به‌عنوان یک هدف فرعی پیشنهاد شده است (Sexton, op cit). از آنجایی که دو مدل خوش‌بین و بدبین با دو روش متفاوت وزن‌ها را تعریف می‌کنند، تضمینی وجود ندارد که رتبه‌بندی به‌دست آمده از این دو یکسان باشد. با همین انگیزه در این پژوهش از روش محافظه‌کارانه نیز برای رتبه‌بندی واحدها استفاده شده است. در مدل محافظه‌کارانه، هر واحد وزن‌ها را فقط از نقطه نظر خودش و بدون در نظر گرفتن این وزن‌ها بر سایر واحدها تعیین می‌کند (رفیع، ۱۳۸۹). در این مدل زمانی که به یک DMU این امکان داده می‌شود که وزن ورودی و خروجی‌ها را خودش انتخاب کند، آنچه برای آن واحد مهم است این موضوع است که این وزن‌های انتخابی تا چه اندازه برای خودش مطلوب هستند و هنگام انتخاب وزن‌ها به اینکه وزن‌ها چقدر بر کارایی سایر DMUها اثر می‌گذارد، توجهی نمی‌کند. بر این اساس مدل محافظه‌کارانه به‌صورت مدل ۳ ارائه می‌شود که در آن هدف، بیشینه کردن کمینه کارایی α تأمین خروجی DMU0 است.

$$\begin{aligned}
 \text{Max } \delta = \text{Min } & \left\{ \frac{u_{r_0} y_{r_0}}{\sum_{i=1}^m v_{i_0} x_{i_0}} \right\} \quad r \in \{1, 2, \dots, s\} \\
 \text{s.t. } & \theta_{00}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_{r_0} y_{r_0}}{\sum_{i=1}^m v_{i_0} x_{i_0}} \\
 & \theta_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_{r_0} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{i_0} x_{ij}} \leq 1, \quad (j = 1, 2, \dots, n; j \neq 0) \\
 & u_{r_0} \geq 0, \quad (r = 1, 2, \dots, s) \\
 & v_{i_0} \geq 0, \quad (i = 1, 2, \dots, m)
 \end{aligned}$$

مدل (۳)

مفهوم اقتصادی مدل بالا این گونه تفسیر می‌شود که همزمان با اینکه DMU0 در جست‌وجوی یک مجموعه از وزن‌های ورودی و خروجی برای بیشینه کردن کارایی خودش است، هر کدام از خروجی‌هایش را هم تا حد ممکن کارا می‌سازد. مدل ۳ طبق تبدیلات چارنز و کوپر به صورت مدل ۴ خطی می‌شود. مشابه همه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی متقاطع، مدل بالا بایستی n بار و هربار برای یک تصمیم‌گیرنده حل شود. نکته مثبت دیگر، این است که خروجی‌ها در مدل محافظه‌کارانه تا حد امکان قابل استفاده هستند (همان).

Max δ

$$\begin{aligned}
 \text{s.t. } & \sum_{i=1}^m v_{i_0} x_{i_0} = 1, \\
 & \sum_{r=1}^s u_{r_0} y_{r_0} = \theta_{00}^*, \\
 & \sum_{r=1}^s u_{r_0} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{i_0} x_{ij} \leq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n; j \neq 0) \\
 & u_{r_0} y_{r_0} - \delta \geq 0, \\
 & u_{r_0} \geq 0, \quad (r = 1, 2, \dots, s) \\
 & v_{i_0} \geq 0, \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\
 & \delta \geq 0
 \end{aligned}$$

مدل (۴)

مطالعه موردی

این بخش به بررسی مطالعه موردی در کارخانه سنگ می‌پردازد. صنایع سنگ الماس در نیمه دوم سال ۱۳۶۹ هجری شمسی فعالیت خود را در زمینه برش و فرآوری سنگ‌های تزئینی، نما و کف، با ظرفیت اسمی ۲۰۰۰ تن و با به‌کارگیری ۱۷ نفر به‌طور میانگین آغاز کرد. علاوه بر معادنی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است، مرمریت آباد، هر سین، صلصالی، انارک، مرمریت خوی، گوهره خرم‌آباد، سنگ چینی الیگودرز و ازنا، سنگ چینی قروه، سنگ کریستال قروه، سنگ کریستال لایید، سنگ چینی نقده از سنگ‌های برش خورده در طی این سال‌ها در این کارخانه بوده است، اما در حال حاضر بسته به نیاز مشتری، عمده فعالیت این واحد صنفی در زمینه برش و فرآوری سنگ تراورتن است که در ادامه به‌اختصار انواع آن بیان می‌شود: تراورتن محلات، حاجی‌آباد، عباس‌آباد، آتش کوه، آبیار، همدان، ترشاب، تکاب و آذرشهر.

شناسایی تأمین‌کنندگان و معیارهای ارزیابی آنها

با بررسی‌های انجام‌شده و تحقیقاتی که در رابطه با کارخانه سنگ تراورتن انجام شد، معادن سنگی که بیشترین تعامل را با کارخانه داشته و همچنین معادنی که در دوره‌ای خاص نیاز کارخانه را برطرف می‌کردند، شناسایی و حدود ۱۹ معدن فعال تراورتن به‌عنوان تأمین‌کنندگان اصلی کارخانه در نظر گرفته شد. در این مرحله ضروری است معیارها و فاکتورهایی که بتوان به‌وسیله آنها ارزیابی معادن سنگ به‌عنوان تأمین‌کنندگان این کارخانه را انجام داد، شناسایی شود. با بحث و گفت‌وگو و مصاحبه با خبرگان صنعت سنگ و مطالعه پژوهش‌ها و تاریخچه ادبیاتی موضوع، معیارها شناسایی شده و جدول اطلاعات مربوط به معیارها از معادن جمع‌آوری شد. جدول ۲ تمامی معیارها و داده‌های مربوط به آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۲. داده‌های مربوط به معادن تراورتن

نام معدن	موقعیت جغرافیایی معدن	درجه معدن	مدت فعالیت معدن (سال)	جمع ذخایر معدن (تن)	استخراج سالیانه شده هر تن (هزار تومان)	قیمت تمام شده هر تن (هزار تومان)	فروش هر تن (هزار تومان)	تعداد کارکنان	تعداد مسئولین ایمنی و بهداشت	میزان آب مصرفی روزانه (حین عملیات (لیتر))	تخفیف مقدار	
											ضایعات در هر تن	میزان سفارش (میلیون تومان)
نادیونلی ۱	تبریز	۴	۱۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۴۰	۵۵	۲۵	۱	۱۰۰۰۰	۶۰٪	۵۰- >۵۰
نادیونلی ۲	تبریز	۴	۵	۹۵۰۰۰	۷۰۰۰	۴۰	۵۰	۲۰	۱	۱۰۰۰۰	۶۰٪	۵۰- >۵۰
الوان سپاهان	اصفهان	۳	۸	۷۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۰	۴۵	۸	۱	۷۰۰۰	۴۰٪	۴۰- >۴۰
شاه بلبل	محلات	۳	۱۲	۶۱۰۰۰	۸۰۰۰	۳۰	۴۰	۸	۱	۵۰۰۰	۷۰٪	۴۰- >۱۰
گل میشه چی	اصفهان	۲	۲۳	۲۴۰۰۰۰	۳۴۰۰۰	۴۵	۸۵	۲۷	۲	۱۵۰۰۰	۳۰٪	۸۰- >۸۰
گوهر طرق سپاهان	اصفهان	۳	۱۲	۸۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۴۰	۵۵	۸	۱	۸۰۰۰	۴۰٪	۵۰- >۵۰
آبگرم	محلات	۴	۵	۳۰۰۰۰۰	۸۰۰۰	۵۰	۶۵	۸	۰	۱۰۰۰۰	۶۰٪	۶۵- >۶۵
گندمک شیراز	شیراز	۳	۱۵	۳۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۳۵	۴۰	۹	۰	۶۰۰۰۰	۸۰٪	۴۰- >۳۰
کتیول	محلات	۳	۱۴	۶۰۰۰۰	۸۰۰۰	۴۰	۸۰	۵	۲	۳۰۰۰	۳۵٪	۸۰- >۴۰
شوراب	کاشان	۳	۲	۲۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۰	۳۵	۸	۱	۱۰۰۰۰	۶۰٪	۳۵- >۵۰
شرق کوه	کاشان	۴	۵	۱۶۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۳۰	۳۵	۴	۱	۱۰۰۰۰	۷۰٪	۳۵- >۵۰
امام حسینی	کرمان	۲	۶	۳۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۴۰	۶۰	۲۲	۱	۱۸۰۰۰	۷۰٪	۶۰- >۵۰
علی آباد	محلات	۲	۹	۱۵۰۰۰۰	۶۰۰۰	۴۰	۷۰	۵	۱	۲۰۰۰	۳۰٪	۷۰- >۴۰
شرق ورگوران	نطنز	۳	۵	۵۰۰۰۰۰	۱۸۰۰۰	۵۰	۶۰	۱۷	۲	۱۹۰۰۰	۳۰٪	۶۰- >۵۰
غره نقیل	زنجان	۴	۲	۵۰۰۰۰۰	۸۰۰۰	۵۰	۶۰	۱۸	۱	۱۰۰۰۰	۳۰٪	۶۰- >۵۰
تکاب	آذربایجان غربی	۳	۱۲	۵۴۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۰	۳۵	۶	۰	۱۵۰۰۰	۶۰٪	۳۵- >۵۰
همدان	همدان	۴	۱۲	۳۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۸	۴۰	۶	۰	۱۵۰۰۰	۷۰٪	۴۰- >۵۰
فراکوه شرق ۱	یزد	۳	۵	۷۰۰۰۰	۶۰۰۰	۲۵	۳۵	۶	۰	۳۰۰۰	۷۰٪	۳۵- >۳۰
فراکوه شرق ۲	یزد	۴	۱	۱۵۰۰۰۰	۷۰۰۰	۲۰	۳۰	۶	۰	۵۰۰۰	۶۵٪	۳۰- >۳۰

ارزیابی تأمین کنندگان

پس از شناسایی معیارها و جمع‌آوری داده‌های معادن در رابطه با آنها، معادن به‌عنوان تأمین‌کنندگان صنعت مورد نظر توسط رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. با در نظر گرفتن تصمیم‌مدیریت کارخانه، به این نتیجه رسیدیم که در برخی مواقع مدیریت ترجیح می‌دهد مدلی را انتخاب نماید که کارایی را در بهترین حالت و با در نظر گرفتن منفعت سایر معادن (خوش‌بین) محاسبه کرده و در برخی اوقات برعکس (بدبین). به همین دلیل و با توجه به اینکه رتبه‌ای که از این دو روش به دست می‌آید که در اکثر مواقع یکسان نیست، از روش

محافظه کارانه‌ای که رفیع (۱۳۸۹) به بررسی آن پرداخته است می‌پردازیم. با مطالعه ادبیات موضوع و پرسش از خبرگان و صاحبان صنعت مورد نظر، معادن و کارخانه‌های سنگ، ورودی‌ها و خروجی‌هایی که در تحلیل پوششی داده‌ها در نظر گرفته شد مشخص شده است. جدول ۳ اطلاعات ورودی و خروجی معادن را نشان می‌دهد. همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد، ورودی‌های تعداد کارکنان، تعداد مسئول ایمنی و بهداشت و جمع ذخایر معدن و خروجی درجه معدن نامطلوب بوده و باید با اعمال تغییراتی وارد مدل شوند. با توجه به توضیحاتی که داده شد، جدول نهایی داده‌ها با در نظر گرفتن نامطلوب بودن برخی معیارها به صورت جدول ۴ است. داده‌های تغییر یافته با رنگ خاکستری در جدول ۴ مشخص شده‌اند.

جدول ۳. داده‌های مربوط به معیارهای معدن تراورتن

خروجی‌ها			ورودی‌ها					تعداد مسئول ایمنی و بهداشت	DMUs
استخراج (سالیانه تن)	درجه معدن	مدت فعالیت معدن (سال)	مسافت (کیلومتر)	تعداد کارکنان	قیمت تمام‌شده هر تن (هزار تومان)	جمع ذخایر معدن (تن)	میزان آب مصرفی روزانه (لیتر)		
۸۰۰۰	۴	۱۰	۷۵۰	۲۵	۴۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱	۱
۷۰۰۰	۴	۵	۷۵۰	۲۰	۴۰	۹۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱	۲
۱۵۰۰۰	۳	۸	۲۷۹	۸	۳۰	۷۰۰۰۰۰	۷۰۰۰	۱	۳
۸۰۰۰	۳	۱۲	۱۲۰	۸	۳۰	۶۱۰۰۰	۵۰۰۰	۱	۴
۳۴۰۰۰	۲	۲۳	۲۷۹	۲۷	۴۵	۲۴۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲	۵
۱۵۰۰۰	۳	۱۲	۲۷۹	۸	۴۰	۸۰۰۰۰۰	۸۰۰۰	۱	۶
۸۰۰۰	۴	۵	۱۲۰	۸	۵۰	۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۰	۷
۱۰۰۰۰	۳	۱۵	۷۶۴	۹	۳۵	۲۳۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۰	۸
۸۰۰۰	۳	۱۴	۱۲۰	۵	۴۰	۶۰۰۰۰	۳۰۰۰	۲	۹
۱۵۰۰۰	۳	۲	۱۱۴	۸	۳۰	۲۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱	۱۰
۱۰۰۰۰	۴	۵	۱۱۴	۴	۳۰	۱۶۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱	۱۱
۱۵۰۰۰	۲	۶	۸۴۶	۲۲	۴۰	۲۰۰۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱	۱۲
۶۰۰۰	۲	۹	۱۲۰	۵	۴۰	۱۵۰۰۰۰	۲۰۰۰	۱	۱۳
۱۸۰۰۰	۳	۵	۱۸۲	۱۷	۵۰	۵۰۰۰۰۰	۱۹۰۰۰	۲	۱۴
۸۰۰۰	۴	۲	۴۵۱	۱۸	۵۰	۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱	۱۵
۱۵۰۰۰	۳	۱۲	۵۱۳	۶	۳۰	۵۴۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۰	۱۶
۱۵۰۰۰	۴	۱۲	۲۸۹	۶	۳۸	۳۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۰	۱۷
۶۰۰۰	۳	۵	۴۸۵	۶	۲۵	۷۰۰۰۰	۳۰۰۰	۰	۱۸
۷۰۰۰	۴	۱	۴۸۵	۶	۲۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰	۰	۱۹

جدول ۴. داده‌های مربوط به معیارهای معادن تراورتن با نگرش تبدیل داده‌های نامطلوب به مطلوب

خروجی‌ها			ورودی‌ها						DMUs
استخراج (سالیانه تن)	درجه معدن	مدت فعالیت معدن (سال)	مسافت (کیلومتر)	تعداد کارکنان	قیمت تمام‌شده هر تن (هزار تومان)	جمع ذخایر معدن (تن)	میزان آب مصرفی روزانه (لیتر)	تعداد مسئول ایمنی و بهداشت	
۸۰۰۰	۱	۱۰	۷۵۰	۳	۴۰	۷۰۰۰۰۱	۱۰۰۰۰	۲	۱
۷۰۰۰	۱	۵	۷۵۰	۸	۴۰	۷۰۵۰۰۱	۱۰۰۰۰	۲	۲
۱۵۰۰۰	۲	۸	۳۷۹	۲۰	۳۰	۱۰۰۰۰۱	۷۰۰۰	۲	۳
۸۰۰۰	۲	۱۲	۱۲۰	۲۰	۳۰	۷۳۹۰۰۱	۵۰۰۰	۲	۴
۳۴۰۰۰	۳	۲۳	۳۷۹	۱	۴۵	۵۶۰۰۰۱	۱۵۰۰۰	۱	۵
۱۵۰۰۰	۲	۱۲	۳۷۹	۲۰	۴۰	۱	۸۰۰۰	۲	۶
۸۰۰۰	۱	۵	۱۲۰	۲۰	۵۰	۶۰۰۰۰۱	۱۰۰۰۰	۳	۷
۱۰۰۰۰	۲	۱۵	۷۶۴	۱۹	۳۵	۵۷۰۰۰۱	۶۰۰۰۰	۳	۸
۸۰۰۰	۲	۱۴	۱۲۰	۲۳	۴۰	۷۴۰۰۰۱	۳۰۰۰	۱	۹
۱۵۰۰۰	۲	۲	۱۱۴	۲۰	۳۰	۵۵۰۰۰۱	۱۰۰۰۰	۲	۱۰
۱۰۰۰۰	۱	۵	۱۱۴	۲۴	۳۰	۶۴۰۰۰۱	۱۰۰۰۰	۲	۱۱
۱۵۰۰۰	۳	۶	۸۴۶	۶	۴۰	۶۰۰۰۰۱	۱۸۰۰۰	۲	۱۲
۶۰۰۰	۳	۹	۱۲۰	۲۳	۴۰	۶۵۰۰۰۱	۲۰۰۰	۲	۱۳
۱۸۰۰۰	۲	۵	۱۸۲	۱۱	۵۰	۳۰۰۰۰۱	۱۹۰۰۰	۱	۱۴
۸۰۰۰	۱	۲	۴۵۱	۱۰	۵۰	۳۰۰۰۰۱	۱۰۰۰۰	۲	۱۵
۱۵۰۰۰	۲	۱۲	۵۱۳	۲۲	۳۰	۲۶۰۰۰۱	۱۵۰۰۰	۳	۱۶
۱۵۰۰۰	۱	۱۲	۲۸۹	۲۲	۳۸	۵۰۰۰۰۱	۱۵۰۰۰	۳	۱۷
۶۰۰۰	۲	۵	۴۸۵	۲۲	۲۵	۷۳۰۰۰۱	۳۰۰۰	۳	۱۸
۷۰۰۰	۱	۱	۴۸۵	۲۲	۲۰	۶۵۰۰۰۱	۵۰۰۰	۳	۱۹

کارایی به دست آمده برای این واحدهای تصمیم‌گیری با رویکرد CCR در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. کارایی به‌دست‌آمده از روش CCR برای معادن تراورتن

کارایی	DMUs
۰/۶۱۱۹۹۹۵	۱
۰/۳۵۸۵۱۹۸	۲
۱	۳
۱	۴
۱	۵
۱	۶
۰/۵۹۰۶۵۱	۷
۰/۸۵۰۹۸۳۷	۸
۱	۹
۱	۱۰
۰/۷۰۰۳۳۴	۱۱
۱	۱۲
۱	۱۳
۱	۱۴
۰/۴۲۵۰۷۳۸	۱۵
۱	۱۶
۰/۶۱۷۶۳۹۲	۱۷
۱	۱۸
۰/۶۸۳۳۳۷۳	۱۹

جداول ۶، ۷ و ۸ نتایج حاصل از رتبه‌بندی با سه رویکرد خوش‌بین، بدبین و محافظه‌کارانه را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، رتبه‌ای که از دو رویکرد خوش‌بین و بدبین به‌دست آمده است یکسان نیست و تصمیم برای انتخاب یکی از این دو رویکرد کاری مشکل است. رویکرد محافظه‌کارانه این مشکل را رفع نموده است. جدول ۹ نیز رتبه‌بندی تأمین کنندگان با استفاده از این سه رویکرد را مشخص می‌کند.

پژوهش‌های مدیریت راهبردی، سال بیست‌ویکم، شماره ۵۹، زمستان ۱۳۹۴

جدول ۶. رتبه‌بندی معادن تراورتن با استفاده از رویکرد خوش‌بینانه

Table with 19 columns (ranked 1-19) and 19 rows (ranked 1-19). Each cell contains numerical values representing the ranking of metal mines using the optimistic approach.

جدول ۷. رتبه‌بندی معادن تراورتن با استفاده از رویکرد بدبینانه

Table with 19 columns (ranked 1-19) and 19 rows (ranked 1-19). Each cell contains numerical values representing the ranking of metal mines using the pessimistic approach.

جدول ۸. رتبه‌بندی معادن تراورتن با استفاده از رویکرد محافظه‌کارانه

Table with 19 columns (ranked 1-19) and 19 rows (ranked 1-19). Each cell contains numerical values representing the ranking of metal mines using the conservative approach.

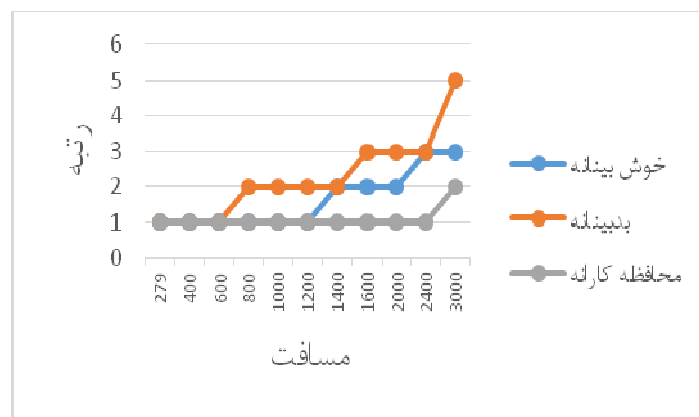
جدول ۹. رتبه تأمین‌کنندگان با استفاده از سه رویکرد خوش‌بینانه، بدبینانه و محافظه‌کارانه

رویکرد	DMUS	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹
خوش‌بینانه	۱۶	۱۷	۶	۶	۳	۱	۱۱	۱۸	۹	۱۰	۸	۱۴	۵	۲	۱۲	۱۹	۷	۱۵	۴	۱۳
بدبینانه	۱۵	۱۸	۶	۳	۱	۷	۱۶	۱۳	۴	۵	۱۲	۸	۲	۹	۱۹	۱۱	۱۴	۱۰	۱۷	۱۶
محافظه‌کارانه	۱۵	۱۸	۵	۴	۱	۶	۱۷	۱۴	۳	۷	۱۲	۱۱	۲	۱۰	۱۹	۹	۱۳	۸	۱۶	۱۶

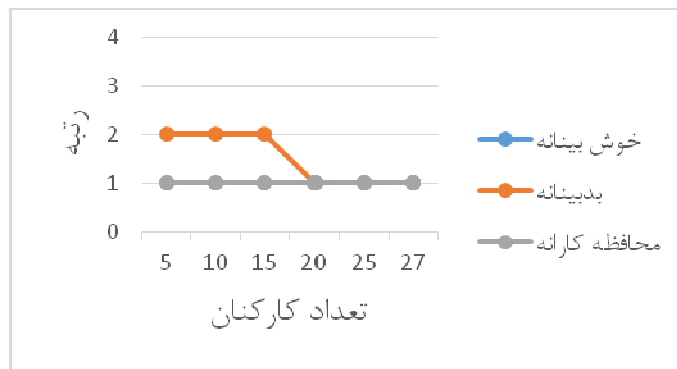
تأثیر تغییر معیارهای مختلف در وزن تأمین‌کننده پنجم

از آنجا که تأمین‌کننده پنجم علی‌رغم قیمت فروش بالایی که دارد، با هر سه رویکرد خوش‌بینانه، بدبینانه و محافظه‌کارانه تأمین‌کننده برتر انتخاب شده است، در این قسمت به بررسی تأثیر تغییر پارامترها در رتبه این تأمین‌کننده می‌پردازیم تا از این طریق مؤثرترین معیار در رتبه تأمین‌کننده پنجم شناسایی شده و سایر تأمین‌کنندگان با شناسایی مؤثرترین معیار عملکرد خود را بهبود بخشند. با انجام محاسبات و تغییراتی که در میزان ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها از جمله مسافت، تعداد کارکنان، قیمت تمام‌شده، جمع ذخایر معدن، میزان آب مصرفی روزانه، میزان استخراج سالیانه، درجه معدن، مدت فعالیت معدن و تعداد مسئول ایمنی و بهداشت داده شد، نتایج حاصل آمد که بر روی شکل‌های ۳ تا ۸ نشان داده شده است. لازم به ذکر است، تغییر در جمع ذخایر معدن، درجه معدن و مدت فعالیت معدن تأثیری بر رتبه تأمین‌کننده پنجم نداشته است و این رتبه حساسیتی نسبت به تغییر این پارامترها ندارد. با توجه به شکل ۳، متوجه می‌شویم که مسافتی که تأمین‌کننده پنجم با کارخانه موردنظر دارد، در رتبه‌ای این تأمین‌کننده تأثیر بسزایی داشته است و این تأثیر در رویکرد بدبینانه نسبت به سایر رویکردها بیشتر است.

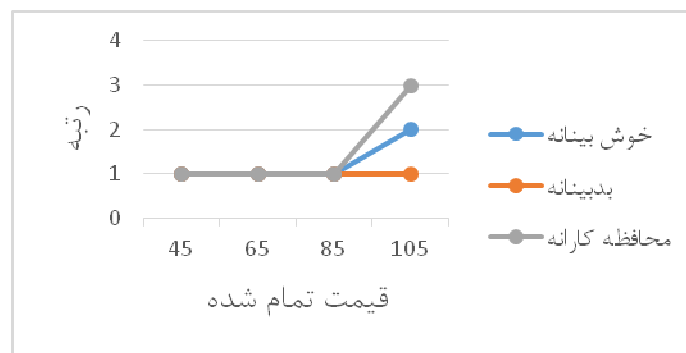
تعداد کارکنان معدن شماره ۵، ۲۷ نفر بوده است، با کم کردن این تعداد متوجه تغییر رتبه این تأمین‌کننده در رویکرد بدینانه از رتبه اول به رتبه دوم می‌شویم که این موضوع بر روی شکل ۴ مشخص شده است. همان‌طور که واضح است، این تغییر در رویکردهای خوش‌بینانه و محافظه‌کارانه تأثیری نداشته است و رتبه معدن ۵ را ثابت نگه‌داشته است. با بیشتر شدن قیمت تمام‌شده از ۸۵ تومان، رتبه تأمین‌کننده پنجم در رویکردهای خوش‌بینانه و بی‌طرف، به ترتیب یک و دو رتبه افزایش یافته است که این تغییرات بر روی شکل ۵ نشان داده شده است. شکل ۶ بیانگر این موضوع است که تغییرات در میزان آب مصرفی روزانه، رتبه معدن ۵ را فقط در رویکرد محافظه‌کارانه به رتبه دوم تغییر می‌دهد. در رویکرد بدینانه نیز با تغییر میزان استخراج سالیانه رتبه تأمین‌کننده ۵ از رتبه یک به رتبه سوم نزول می‌یابد که این نتیجه در شکل ۷ مشخص است. با توجه به شکل ۸، در رویکرد بدینانه، تغییر تعداد مسئول ایمنی و بهداشت به شدت در رتبه تأمین‌کننده ۵ اثر گذاشته و رتبه آن را به رتبه ۵ کشانده است.



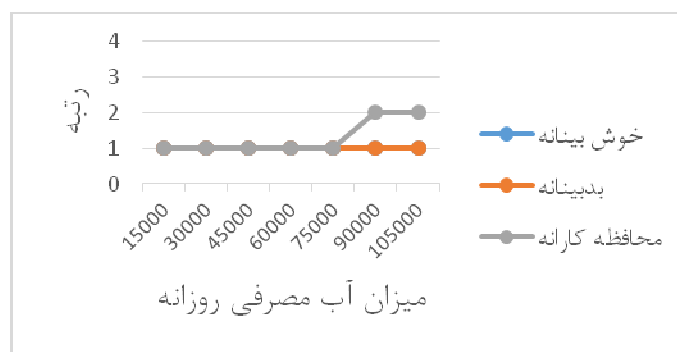
شکل ۳. نمودار تغییرات رتبه تأمین‌کننده ۵ نسبت به مسافت



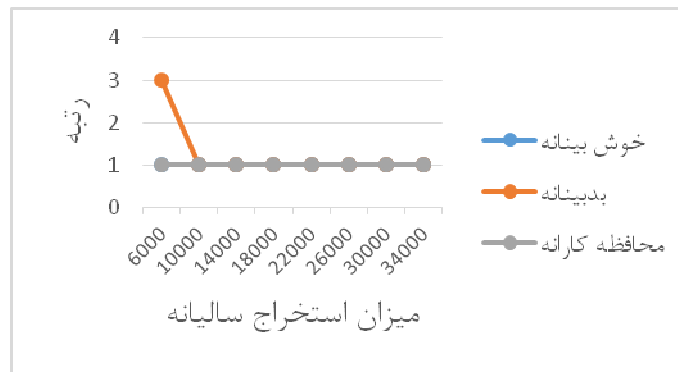
شکل ۴. نمودار تغییرات رتبه تأمین‌کننده ۵ نسبت به تعداد کارکنان



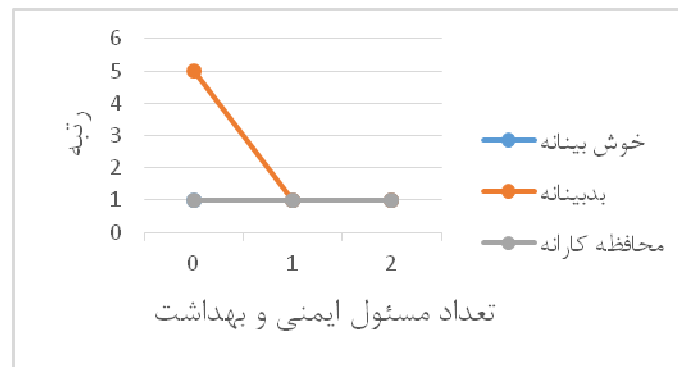
شکل ۵. نمودار تغییرات رتبه تأمین‌کننده ۵ نسبت به قیمت تمام‌شده



شکل ۶. نمودار تغییرات رتبه تأمین‌کننده ۵ نسبت به میزان آب مصرفی روزانه



شکل ۷. نمودار تغییرات رتبه تأمین کننده ۵ نسبت به میزان استخراج سالیانه



شکل ۸. نمودار تغییرات رتبه تأمین کننده ۵ نسبت به تعداد مسئول ایمنی و بهداشت

جمع بندی و نتیجه گیری

مسأله انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان یکی از استراتژی‌های حیاتی و اساسی برای بالا بردن کیفیت خروجی هر سازمان است و تأثیری مستقیم بر رقابت‌پذیری سازمان‌ها دارد. اکثر مقاله‌های انتخاب تأمین کنندگان، به ارزیابی تأمین کنندگان تنها با در نظر گرفتن یکی از جنبه‌های پایداری اکتفا کرده‌اند، این در حالی است که مدل ارائه‌شده معیارهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را برای ارزیابی تأمین کنندگان به کار برده است. استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با سه رویکرد خوش بینانه، بدبینانه و محافظه کارانه، این امکان را به



تصمیم‌گیرنده می‌دهد تا بر اساس سیاست‌های سازمان تأمین‌کنندگان مدنظر را ارزیابی کرده و به تخصیص سفارش پردازد. با پیاده‌سازی مدل ارائه‌شده در یک واحد صنعتی، امکان و کاربرد این مدل برای تصمیمات سازمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. از دیگر نوآوری‌های این مقاله، اجرای مدل در صنعت سنگ تراورتن و شناسایی مهم‌ترین معیارهای تأثیرگذار در این صنعت بوده که با استقبال بسیاری از کارخانه‌های سنگ‌بری و نظام مهندسی معدن مواجه شده است. انجام تحلیل حساسیت‌های ارائه‌شده، تأثیر اهمیت تک‌تک معیارها را بر روی انتخاب بهترین تأمین‌کننده در هر سه رویکرد به‌خوبی نشان می‌دهد تا از این طریق سایر تأمین‌کنندگان با شناسایی اثرگذارترین معیار، سطح کارکرد خود را در تمام زمینه‌های اقتصادی و اجتماعی بهبود بخشند.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مقاله، برای تحقیقات آتی می‌توان مواردی را در نظر گرفت. داده‌هایی که در مدل در نظر گرفته شده است می‌تواند در هر دو حالت فازی و احتمالی در نظر گرفته شود. می‌توان به منظور نزدیک شده به مفروضات دنیای واقعی از مدل‌های احتمالی استفاده کرد. این مدل توانایی پیاده‌سازی در سازمان‌ها و صنایع مختلفی را دارد و می‌توان از آن به‌منظور بهبود فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان در اکثر سازمان‌ها استفاده کرد. با توجه به پیاده‌سازی مدل در صنعت سنگ و نوآوری‌های موجود در این صنعت، می‌توان در تحقیقات آتی دو فناوری دفع ضایعات سنگی را وارد مدل کرد تا بهترین راه با توجه به این فناوری جدید انتخاب شود. به‌منظور انتخاب دقیق‌تر تأمین‌کنندگان، می‌توان معیارهایی نظیر میزان تأثیر اکتشاف معدن در آب‌وهوا و محیط‌زیست منطقه را با بررسی آمارهای سالیانه از این تغییرات قبل و بعد از اکتشاف مورد بررسی قرارداد و معیاری جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان در نظر گرفت.

فهرست منابع

منابع فارسی

- تیموری، ابراهیم (۱۳۷۹). توسعه مدل انتخاب تأمین‌کنندگان و توزیع با نگرش مدیریت زنجیره تأمین، رساله دکتری، مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- رزمی، جعفر، فریبرز جولای و مجید شخص نیایی (۱۳۸۶). «ارائه مدل ترکیبی برای مسأله تصمیم‌گیری انتخاب تأمین‌کننده و حل آن توسط الگوریتم ژنتیک»، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۳: ۱۵۲-۱۲۱.
- رفیع، ندا (۱۳۸۹). یک روش بی‌طرفانه و توسعه آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند.
- گودرزی، غلامرضا (۱۳۸۲). «طراحی مدل تصمیم‌گیری استراتژیک صنعتی زنجیره تأمین قطعات در ابعاد تولید در مقیاس جهانی»، رساله دکتری، مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس.

منابع لاتین

- Amindoust, A., Ahmed, S., & Saghafinia, A. (2012). "Supplier Selection and Performance Evaluation of Telecommunication Company", *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5 (1).
- Awasthi, A., & Kannan, G. (2016). "Green Supplier Development Program Selection Using NGT and VIKOR Under Fuzzy Environment", *Computers & Industrial Engineering*, 91: 100-108 .
- Azadeh, A., Alem, S. M., Nazari-Shirkoohi, S. & Rezaie, K. (2009). "An Integrated Computer Simulation-DEA and Its Extension Models For Vendor Selection Problem", *IJSSST*, 10 (3): 72-76.
- Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F. & Mirhedayatian, S. M. (2015). "A New Fuzzy DEA Model For Evaluation of Efficiency and Effectiveness of Suppliers in Sustainable Supply Chain Management Context", *Computers & Operations Research*, 54: 274-285.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). "Some Models For Estimating Technical and Scale Inefficiencies In Data Envelopment Analysis", *Management science*, 30 (9): 1078-1092.
- Çelebi, D., & Bayraktar, D. (2008). "An integrated Neural Network and Data Envelopment Analysis For Supplier Evaluation Under Incomplete Information", *Expert Systems with Applications*, 35 (4): 1698-1710.
- Chai, J., Liu, J. N. & Xu, Z. (2012). "A New Rule-Based SIR Approach To Supplier Selection Under Intuitionistic Fuzzy Environments", *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems*, 20 (03): 451-471.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European journal of operational research*, 2 (6): 429-444.
- Dickson, G. W. (1996). "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions", *Journal of Purchasing* 2 (1): 5-17.

- Ding, H., Benyoucef, L. & Xie, X. (2005). "A Simulation Optimization Methodology For Supplier Selection Problem", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 18 (2-3): 210-224.
- Dobos, I., & Vörösmarty, G. (2014). "Green Supplier Selection and Evaluation Using DEA-type Composite Indicators", *International Journal of Production Economics*, 157: 273-278.
- Dobos, I. & Vörösmarty, G. (2012). *Supplier Selection and Evaluation Decision Considering Environmental Aspects*, Corvinus University of Budapest Institute of Business Economics.
- Doyle, J. & Green, R. (1994). "Efficiency and Cross-efficiency in DEA: Derivations, Meanings and Uses", *Journal of the operational research society*: 567-578.
- Farrell, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*: 253-290 .
- Ghaemi-Nasab, F. & Mamizadeh-Chatghayehb, S. (2013). "Supplier Selection Using a DEA-TOPSIS Method", *Int. J. Data Envelopment Analysis*, 1 (1).
- Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A. & Diabat, A. (2013). "Integrated Fuzzy Multi Criteria Decision Making Method and Multi-Objective Programming Approach for Supplier Selection and Order Allocation in a Green Supply Chain", *Journal of Cleaner Production*, 47: 355-367.
- Karpak, B., Kumcu, E. & Kasuganti, R. R. (2001). "Purchasing Materials in the Supply Chain: Managing A Multi-Objective Task", *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7 (3): 209-216.
- Karsak, E. E. & Dursun, M. (2014). "An Integrated Supplier Selection Methodology Incorporating QFD and DEA with Imprecise Data", *Expert Systems with Applications*, 41 (16): 6995-7004.
- Kokangul, A. & Susuz, Z. (2009). "Integrated Analytical Hierarch Process and Mathematical Programming to Supplier Selection Problem with Quantity Discount", *Applied mathematical modelling*, 33 (3): 1417-1429.
- Lee, A. H., Kang, H. Y., Lai, C. M. & Hong, W. Y. (2013). "An Integrated Model For Lot Sizing With Supplier Selection And Quantity Discounts", *Applied Mathematical Modelling*, 37 (7): 4733-4746.
- Lee, C. Y. & Johnson, A. L. (2012). "Two-dimensional Efficiency Decomposition To Measure the Demand Effect In Productivity Analysis", *European Journal of Operational Research*, 216 (3): 584-593 .
- Li, Y., Liu, X. D. & Chen, Y. (2012). "Supplier Evaluation and selection Using Axiomatic Fuzzy Set and DEA Methodology in Supply Chain Management", *International Journal of Fuzzy Systems*, 14 (2): 215-225.
- Lin, C. T., Chen, C. B. & Ting, Y. C. (2011). "An ERP Model For Supplier Selection in Electronics Industry", *Expert Systems with Applications*, 38 (3): 1760-1765.
- Liu, S. F. & WU, H. C. (2007). "Evaluation on the R&D Relative Efficiency of Different Areas in China Based on Improved DEA Model", *[J]. R&D Management*, 2: 108-112.
- Patil, S. K. & Kant, R. (2014). "A Fuzzy AHP-TOPSIS Framework For Ranking The Solutions of

- Knowledge Management Adoption in Supply Chain to Overcome Its Barriers", *Expert Systems with Applications*, 41 (2): 679-693.
- Radfar, R. & Salahi, F. (2014). "Evaluation and ranking of suppliers with fuzzy DEA and PROMETHEE approach", *International Journal of Industrial Mathematics*, 6 (3): 189-197.
- Saen, R. F. (2010). "Technology Selection in the Presence of Dual-role Factors", *International Journal of Advanced Operations Management*, 2 (3): 249-262.
- Saen, R. F. (2010). "Developing a New Data Envelopment Analysis Methodology For Supplier Selection in the Presence of both Undesirable Outputs And Imprecise Data", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 51 (9-12): 1243-1250.
- Sahai, M., Agarwal, P., Mishra, V., Bag, M. & Singh, V. (2014). "Supplier Selection through Application of DEA", *IJEM-International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM)*, 4 (1):1.
- Sarkis, J. & Talluri, S. (2002). "A Model For Strategic Supplier Selection", *Journal of supply chain management*, 38 (4): 18-28.
- Setak, M, Sharifi, S. and Alimohammadian, A. (2012). "Supplier Selection and Order Allocation Models In Supply Chain Management: A Review", *World applied sciences journal*, 18 (1): 55-72.
- Sexton, T. R., Silkman, R. H. & Hogan, A. J. (1986). "Data Envelopment Analysis: Critique and extensions", *New Directions for Program Evaluation*, 1986 (32): 73-105.
- Shi, P., Yan, B., Shi, S. & Ke, C. (2014). "A Decision Support System To Select Suppliers for a Sustainable Supply Chain Based on a Systematic DEA Approach", *Information Technology and Management*: 1-11.
- Toloo, M. (2014). "Selecting and Full Ranking Suppliers with Imprecise Data: A New DEA Method", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 74 (5-8): 1141-1148.
- Toloo, M. & Nalchigar, S. (2011). "A New DEA Method For Supplier Selection In Presence of both Cardinal and Ordinal Data", *Expert Systems with Applications*, 38 (12): 14726-14731 .
- Toloo, M. & Ertay, T. (2014). "The Most Cost Efficient Automotive Vendor with Price Uncertainty: A New DEA Approach", *Measurement*, 52:135-144.
- Ware, N. R., Singh, S. P. & Banwet, D. K. (2014). "A Mixed-Integer Non-Linear Program to Model Dynamic Supplier Selection Problem", *Expert Systems with Applications*, 41 (2): 671-678.
- Ware, N. R., Singh, S. P. & Banwet, D. K. (2014). "Modeling Flexible Supplier Selection Framework", *Global Journal of Flexible Systems Management*, 15 (3): 261-274 .
- Weber, C. A., Current, J. R. & Desai, A. (1998). "Non-cooperative Negotiation Strategies for Vendor Selection". *European Journal of Operational Research*, 108 (1): 208-223 .
- Weber, C. A. , Current, J. R. , & Benton, W. C. (1991). "Vendor selection criteria and methods". *European journal of operational research*, 50 (1) , 2-18.
- Wen, U. P. & Chi, J. M. (2010). "Developing Green Supplier Selection Procedure: A DEA Approach, In *Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM)*," 2010 IEEE

17Th International Conference on IEEE.

- Wu, D. (2009). "Supplier Selection: A Hybrid Model Using DEA, Decision Tree and Neural Network". *Expert Systems with Applications*, 36 (5): 9105-9112.
- Yousefi, S., Shabanpour, H., Fisher, R. & Saen, R. F. (2016). "Evaluating and Ranking Sustainable Suppliers By Robust Dynamic Data Envelopment Analysis", *Measurement*, 83:72-85.