رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در زنجیره تامین پایدار با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی : شرکت آب و فاضلاب منطقه شش شهر تهران)

محمد کاظم عقا
کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیکی، دانشکده فنی مهندسی، تهران، ایران.

علی نعیمی صدیق (نویسنده مسئول)
استادیار پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)
Naimi@irandoc.ac.ir

چکیده

بحث مدیریت زنجیره تأمین از مهمترین بحث‌های حاضر در سازمان‌ها می‌باشد. اما وجود مشکلات متعدد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی سازمان‌ها را تشویق به استفاده از مدیریت زنجیره تامین پایدار هدایت نموده است. چون که زنجیره تامین پایدار عبارت است از بهبود عملکرد طولانی مدت زنجیره تامین جهت رفع مشکلات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی در زنجیره تأمین سنتی می‌باشد. با توجه به اینکه زنجیره‌های تامین در سال های اخیر به سرعت رشد یافته‌اند و تنها توجه نمودن بر عملکرد اقتصادی برای بهینه سازی هزینه‌ها نمی‌تواند سبب توسعه پایدار در زنجیره تأمین شود لذا تاثیر فعالیت‌های گوناگون درگیر در زنجیره تأمین بر زندگی اجتماعی و مسایل زیست محیطی که منجر به توسعه پایدار می‌گردد را نیز باید در نظر گرفت. در این تحقیق هدف ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها می‌باشد. به اینصورت که ابتدا با استفاده از مطالعات قبلی در این حوزه به شناسایی متغیرهای مهم انتخاب تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار با توجه به سنجه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی برای شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ می پردازیم. بعد از آن با توجه به مصاحبه با خبرگان این حوزه شاخص‌ها را کاهش دادیم. در نهایت با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به رتبه بندی تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران به‌عنوان جامعه آماری مورد مطالعه پرداختیم.

کلید واژه:
مدیریت زنجیره تامین، پایداری، تحلیل پوششی داده‌ها، شرکت آب و فاضلاب

مقدمه

معنی پایداری اینگونه تعریف شده است که یعنی انسان نیاز به درآمد حاصل از سرمایه های طبیعت دارد و نه سرمایه های خود، لذا برای کسب پایداری همواره شرکت ها در تلاش هستند تا نسبت به تولید محصولاتی که آسیب های محیطی و اجتماعی ندارند را تولید نمایند. منشا مدیریت زنجیره تامین پایدار همان پایداری آن می‌باشد؛ در واقع پایداری در زنجیره تامین به معنی جهت دادن زنجیره تامین به سوی جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می باشد، همچنین حل نمودن معضلات و مشکلات مربوط به این جنبه هادر زنجیره تامین سنتی را نیز مدیریت می‌کند. بیشترین تعریف پذیرفته‌شده برای مدیریت زنجیره تامین پایدار، فرآیند مدیریت زنجیره تامین با مد نظر قرار دادن مسائل محیطی، اقتصادی و اجتماعی برای افزایش هدف های اقتصادی بلند مدت شرکت‌ها و زنجیره تامین آنها می‌باشد (ال-اوده و اسمالوود، ۲۰۱۲). کلیر بریندلی و لین اوکسبرو ۱(۲۰۱۳) در مقاله خود با عنوان "هماهنگ کردن زنجیره تأمین پایدار با نیازهای بازاریابی سبز: مطالعه موردی" چالش‌هایی را مورد تحقیق قرار می‌دهند که سازمان‌ها هنگام هماهنگ نمودن الزامات تدارکات پایدار و نیازهای بازار با آن روبرو می‌باشند و تغییرات در روش‌های مدیریت زنجیره تامین مورد بررسی قرار می‌گیرد. آزادی و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله با عنوان "یک مدل DEA فازی جدید به منظور ارزیابی بهره‌وری و اثربخشی تأمین‌کنندگان در زمینه مدیریت زنجیره تأمین پایدار" یک مدل یکپارچه ی جدید فازی برای انتخاب تأمین کننده ی پایدار را مد نظر قرار می دهند. این مطالعه به منظور انتخاب بهترین تأمین کننده ی پایدار شرکت شیمیایی آذر رزین در استان قزوین ارایه شده است و معیار های مورد بررسی آن شامل هزینه کلی حمل و نقل، قیمت و تعداد محموله در هر ماه می‌باشد. چون می سو۲ و همکارن (۲۰۱۵) در مقاله خود با عنوان "بهبود مدیریت زنجیره تأمین پایدار با استفاده از رویکرد دیماتل – خاکستری

سلسله مراتبی جدید" بر توسعه ساختار سلسله مراتب SSCM در مرحله اولیه و یک رویکرد جدید با بهره گیری از روش خاکستری و دیماتل برای حل اطلاعات ناقص و ساختار سلسله مراتبی در جهت بدست آوردن رابطه بین معیار های اصلی و عرضه کننده خاص متمرکز می‌باشد.در این مطالعه دو نوع داده یعنی اطلاعات کیفی و کمی را در نظر می‌گیرد. برونا و همکارانش (۲۰۱۵) تحقیقی را در زمینه طراحی و برنامه‌ریزی اقتصادی، محیطی و اجتماعی در زنجیره تامین پایدار شرکت تولید و توزیع باطری در پرتغال انجام داده‌اند. در این پژوهش یک مدل ریاضی چند هدفه برای طراحی و برنامه‌ریزی زنجیره تأمین جهت یکپارچه نمودن بعد های پایداری که شامل ابعاد اقتصادی ، محیطی و اجتماعی می‌باشد، ارایه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل در سه بعد پایداری زنجیره تامین بهبودیافته است و بینش‌های مهم مدیریتی را پیشنهاد می‌نمایند. کوارشی و همکاران (۲۰۱۶) تحقیقی در زمینه مسئولیت اجتماعی شرکت و پایداری در زنجیره تامین با بررسی مقالات اخلاق کسب و کار و مدیریت زنجیره تامین انجام داده اند. در این تحقیق با بررسی ۱۹۵ مقاله از سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ انجام شده است و نتایج دلالت برآن دارد که تنها موردی که در مدیریت زنجیره تامین مطرح شد و در اخلاق کسب و کار نبود، لجستیک معکوس بود. بارداج (۲۰۱۶) تحقیقی را در زمینه نقش خط مشی سبز بر مدیریت زنجیره تامین پایدار با یک مدل اجرای مسئولیت اجتماعی شرکتی در صنایع هندی انجام داده‌اند. در این تحقیق با بررسی ۱۰۰۰ شرکت هندی در راستای آزمون ۲ فرضیه انجام گردید و نتایج دلالت برآن دارد که خط مشی سبز و مدیریت زنجیره تامین سبز منجر به پایداری می‌شوند. صائب بهرام و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله خود با عنوان "استفاده از تحلیل سلسه مراتبی فازی در انتخاب تامین کننده در زنجیره تامین پایدار" سه معیار اقتصادی ، اجتماعی و زیست محیطی برای ۴ تأمین‌کننده (A,B,C,D) مورد بررسی قرار داده‌اند. که شرکت A نسبت به سایر تامین‌کنندگان امتیاز بیشتری کسب کرده اما در معیارهای توانایی مالی و مدیریت زنجیره تأمین سبز امتیاز پایینی را نسبت به سایر تامین‌کنندگان به دست آورده است این تأمین‌کننده با بهبود امتیازها این معیارها به دلیل برتری در سایر معیارها می‌تواند بخش زیادی از سفارشات را به خود اختصاص دهد. مهسا مصطفی زاده و عزیزاله جعفری (۱۳۹۴) در مقاله خود با عنوان "ارایه مدل ریاضی چند هدفه برای طراحی شبکه زنجیره تامین پایدار با در نظر گرفتن مدیریت موجودی " مدلی را جهت طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار به دست آورده‌اند. یکی از هدف های مدیریت زنجیره تامین پایدار حداقل نمودن میزان کل آلوده‌کننده‌های منتشر شده تحت تاثیر نوع وسیله نقلیه استفاده شده در شبکه است. هدف با برقرار نمودن محدودیت در میزان تولید گاز دی‌اکسید کربن منتشر شده در کل شبکه ارضا می‌شود و همچنین با در نظر گرفتن مدیریت موجودی در مدل زنجیره تامین پایدار به جهت محاسبه دقیقتر و مناسبتر گاز CO_2 منتشر شده در شبکه می پردازد. کریمی و همکاران (۱۳۹۴) تحقیقی را در جهت بهینه نمودن وبرنامه‌ریزی چند هدفه در زنجیره تأمین سبز انجام داده‌اند. در این پژوهش یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط با دو تابع هدف بیشترین سود و کمترین میزان انتشار گاز دی اکسید کربن ارایه نمودند. این مدل کمک می کند تا برای یک شبکه حمل بار موجود برای یک صنعت بهترین وسیله‌های حمل را بتوان انتخاب نمود تا علاوه بر افزایش سود، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن نیز حداقل گردد.

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته بر روی تاریخچه، مشخص شد که بیشترین مدل‌های موجود در زمینه پایداری، سه بعد زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به‌عنوان ابعاد اصلی پایداری می‌باشند. در این مقاله سنجه‌های هر سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ***را لحاظ و با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها تأمین‌کنندگان کارا را شناسایی نموده و رتبه‌بندی انجام شده است.***

۱. بیان مسأله

زنجیره تامین پایدار بسیار شبیه به زنجیره تامین معمولی می‌باشد، با این تفاوت که فعالیت‌های لجستیکی معکوس، بازیافت، باز استفاده، باز تولید در زنجیره تأمین معمولی قرار داده شده است. زنجیره تامین و پایداری دو مفهوم متفاوت ولی بسیار نزدیک و ترکیب شده می‌باشند. در جدول ۱ تفاوت‌های کلیدی میان زنجیره تامین پایدار و زنجیره تامین سنتی آورده شده است (حسین، ۲۰۱۱).

جدول ۱: تفاوت کلیدی میان زنجیره تأمین پایدار و زنجیره تأمین سنتی (حسین، ۲۰۱۱)

زنجیره تأمین سنتی	زنجیره تأمین پایدار
تمرکز تنها بر روی عرضه کالا از تأمین کننده تا مشتری نهایی	مفاهیم اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در طول زنجیره تأمین در نظر گرفته ه شود.
جریان مواد و اطلاعات خطی هستند.	جریان مواد به منظور ترکیب سه شاخص فوق پیچیده‌اند.
در اینجا همکاری محدود وجود دارد.	در اینجا سطح بالایی از همکاری وجود دارد.
لجستیک معکوس جز مکمل فرآیند نیست.	لجستیک معکوس یکی از قسمت های مهم فرآیند زنجیره تامین است.

تحلیل پوششی داده‌ها، روش برنامه‌ریزی ریاضی غیرپارامتریک برای برآورد مرز تولید می‌باشد. یا به عبارتی مفهومی از محاسبه و ارزیابی سطوح کارایی را در داخل یک گروه از سازمان‌ها را نشان می‌دهد، که کارایی هر واحد در مقایسه با گروهی محاسبه می‌شود که دارای بالاترین عملکرد می‌باشند (مهرگان، ۱۳۸۳). با توجه به اهمیت اندازه گیری کارایی و جایگاه آن در ارزیابی عملکردی مربوط به سازمان‌ها و موسسات این موضوع از نظر محققین دارای اهمیت ویژه ای می‌باشد. درسال ۱۹۵۷ فارل با استفاده از روشی مانند اندازه-گیری کارایی در مباحث مهندسی اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای یک واحد تولیدی نمود (Farrel, 1957). موردی که فارل برای اندازه-گیری کارایی مدنظر قرار داده بود شامل یک ورودی و یک خروجی بود. مطالعه فارل شامل اندازه‌گیری"کارایی‌های فنی" و "تخصیصی" و "مشتق تابع تولید کارا" بود. فارل از مدل خود برای پیش بینی مقدار کارایی حوزه کشاورزی کشور ایالات متحده با مابقی کشورها استفاده کرد، ولی با توجه به اینکه این روش تمامی ورودی‌ها و خروجی های مختلف را پوشش نمی‌داد روش موفقی نبود. "چارنز "، "کوپر " و "رودرز " دیدگاه فارل را توسعه داده و مدلی را ارائه نمودند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. این مدل تحت عنوان "تحلیل پوششی داده‌ها" نام گرفت و اولین بار در رساله دکتری "ادوارد رودرز" و به راهنمایی "کوپر" تحت عنوان "ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مدارس ملی آمریکا" در سال ۱۹۷۶ در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت و درسال ۱۹۷۸ در مقاله‌ای تحت عنوان "اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده" ارائه شد. با توجه به ارائه این مدل توسط "چارنز" ، "کوپر" و "رودرز"(Chrnes et al.,1978) به مدل CCR معروف شد، که از حروف اول نام سه فرد مذکور استفاده گردید. منظور از این مدل اندازه‌گرفتن کارایی و مقایسه نمودن کارایی نسبی واحدهای سازمانی که دارای چندین ورودی و خروجی شبیه به هم باشند، می‌باشد. با عنایت به لزوم بهره گیری سازمان‌ها از بهره‌وری با هدف استفاده از منابع در جهت نیل به اهداف سازمانی و با توجه به وضع قوانین متعدد بین‌اللملی و تقاضای مشتریان در خصوص جنبه های زیست محیطی، شاهد یک هماهنگی و سازشی مطلوب بین هدف های مربوط به رشد اقتصادی و حفظ از محیط زیست ایجاد گردید که این امر سبب شد تا امروزه زنجیره تامین سبز به عنوان یک عامل استراتژیک جهت به دست آوردن مزیت رقابتی پایدار معرفی شود. لذا ضمانت و استمرار توسعه پایدار در هر کشوری وابسته به حفظ نمودن و استفاده صحیح از منابع محدود و معمولا غیر قابل جایگزین آنها می باشد، با توجه به این موضوع که زنجیره تامین شامل تمامی فعالیتهای مربوط به جریان تبدیل کالا تا لحظه تحویل به مصرف‌کننده نهایی را شامل می‌شود، از این رو تاثیر به‌سزایی بر محیط زیست می گذارد و معمولا مدیران زنجیره تامین همواره در جهت تحویل به موقع کالا و خدمات و همچنین کاهش هزینه ها و افزایش کیفیت تلاش چشمگیری دارند (طاهری، ۱۳۸۵). اثر فعالیت‌های گوناگون درگیر در زنجیره تامین بر زندگی اجتماعی و مسائل زیست محیطی که منجر به توسعه پایدار می‌شود را نیز باید مد نظر قرار داد، مفاهیم مدیریت زنجیره تامین سبز و مدیریت زنجیره تامین پایدار به منظور اهمیت نگرانی‌های اجتماعی و زیست محیطی همراه با عوامل اقتصادی در برنامه-ریزی زنجیره تامین مشخص شد. (ماهنامه تخصصی لجستیک و زنجیره تأمین پایدار ،۱۳۹۳).

در این مقاله هدف ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. به اینصورت که ابتدا با استفاده از مطالعات قبلی در این حوزه به شناسایی متغیرهای مهم انتخاب تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار با توجه به سنجه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی برای شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ می‌پردازیم. بعد از آن با توجه به مصاحبه با خبرگان این حوزه شاخص ها را کاهش دادیم. در نهایت با استفاده از مدل های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به رتبه‌بندی تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار شرکت آب و فاضلاب به‌عنوان جامعه آماری مورد مطالعه پرداختیم. این مقاله از جهت هدف کاربردی و از نظر شیوه جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی و ریاضی می‌باشد بطوریکه نخست انواع مدل‌های ارزیابی عملکرد و انتخاب تامین‌کننده زنجیره تامین پایدار توصیف می‌شود و سپس از میان مدل‌های موجود، با توجه به وضعیت زنجیره تامین شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ تهران یک مدل ریاضی انتخاب گردید.

۲. روش اجرای تحقیق

تحقیق را می‌توان به‌عنوان تجزیه و تحلیل و ثبت عینی و سیستماتیک مشاهدات کنترل شده که ممکن است به پرورش دادن و تکمیل قوانین کلی، اصول یا نظریه‌هایی منتهی گردد و به پیش‌بینی یا شاید کنترل نهایی رویدادها منجر شود، تعریف کرد. هدف تحقیق پروراندن نظریه‌ها از طریق کشف اصول یا قاعده های کلی می‌باشد.

به‌طورکلی روش‌های تحقیق در علوم رفتاری را می‌توان به دو دسته – اهداف تحقیق و چگونگی گردآوری داده‌ها– طبقه‌بندی نمود. تحقیقات علمی بر اساس اهداف تحقیق، را می توان به سه دسته ذیل تقسیم کرد: (سرمد و دیگران،۱۳۹۶):

تحقیق بنیادی: هدف اساسی و اصلی این نوع تحقیقات آزمون نظریه‌ها، تبیین روابط بین پدیده‌ها، افزودن و توسعه به مجموعهٔ دانش موجود در موضوعی خاص می باشند. تحقیقات بنیادی، بعد از بررسی نظریه‌ها ، آن ها را تایید، تعدیل یا مردود می کند.

تحقیقات کاربردی: هدف تحقیقات کاربردی توسعهٔ دانش کاربردی در زمینه‌ای خاص می‌باشد. لذا این تحقیقات با استفاده از زمینه و بستر شناختی و معلوماتی که توسط تحقیقات بنیادی فراهم شده برای رفع نیازمندی‌ها و برطرف نمودن ضعف‌های بشر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تحقیق و توسعه: فرآیندی که به‌منظور تدوین و تشخیص مناسب بودن یک فرآورده جهت انجام امور مذکور انجام می‌گردد.

از طرف دیگر تحقیقات علمی‌را بر اساس چگونگی گردآوری داده‌های مورد نیاز (طرح تحقیق) می‌توان به دو دسته به شرح ذیل تقسیم بندی کرد:

۱- تحقیق آزمایشی: به‌منظور برقراری ارتباط علت- معلولی بین دو یا چند متغیر از طرح‌های آزمایشی استفاده می‌گردد.

۲- تحقیق توصیفی: این تحقیقات با هدف توصیف و شناخت بیشتر شرایط موجود یا پدیده‌های مورد مطالعه یا یاری دادن به فرایند تصمیم‌گیری قابل اجرا می باشد. تحقیقات توصیفی را می‌توان به دسته‌های پیمایشی، همبستگی، اقدام پژوهی، موردی، عملی مقایسه‌ای تقسیم بندی نمود. (سرمد و دیگران،۱۳۹۶)

هدف تحقیقات کاربردی، توسعه دانش کاربردی در زمینه‌ای خاص می باشد. به‌عبارت دیگر تحقیقات کاربردی به‌سمت کاربرد عملی دانش هدایت و مورد استفاده قرار می گیرد. (سرمد و دیگران،۱۳۹۶).

این پژوهش از نظر ماهیت آن از نوع پژوهش‌های کاربردی است. همچنین روش پژوهش از نظر نوع مساله تحقیق توصیفی، مورد کاوی و پیمایشی است و از نظر جمع‌آوری داده‌ها مقطعی بوده، و نیز از نظر ماهیت کمی، همچنین برای جمع‌آوری مطالعات و پیشینه پژوهش از روش‌های کتابخانه‌ای استفاده شده است. این پژوهش به صورت مطالعه موردی در شرکت آبفای منطقه ۶ تهران انجام شده؛ جامعه آماری مورد نظر شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ تهران در سال ۱۳۹۵ می باشد. روش نمونه‌گیری به شکل نظری است، زیرا بخشی از جامعه بر اساس قضاوت و داوری محقق و بر اساس تجربیات واحدهای درگیر و مرتبط گزینش شده است.

۳. شیوه جمع‌آوری اطلاعات

۳.۱. فرآیند استخراج و تبین شاخص‌ها:

مراجعه به کتابخانه ها ، سایت ها و پایگاه‌های اطلاعاتی:

ابتدا از طریق مطالعه مقالات و تحقیقات انجام گرفته در خصوص ارزیابی عملکرد و کارایی تامین کنندگان در زنجیره تامین پایدار، مدل های ارزیابی عملکرد و انتخاب تامین کننده شناسایی و شاخص‌های و پارامترهای مورد نیاز شناسایی گردید.

مصاحبه: طی مصاحبه‌ای با کارشناسان و خبرگان شرکت آبفای منطقه ۶ شهر تهران (کارشناسان حوزه بهره‌برداری، مدیران تخصصی فنی و منهدسی و بهره‌برداری، اعضای کمیته ارزیابی کیفی و فنی شرکت، مدیران و کارشناسان بازرگانی)، معیارهای ارزیابی عملکرد تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار نهایی شد.

۳.۱.۱. جمع‌آوری اطلاعات مربوط به معیارها:

از آنجایی که معیار های انتخابی همگی کمی بودند، لذا برای جمع آوری اطلاعات مربوط به معیارهای تامین کنندگان از بانک اطلاعاتی شرکت آبفای منطقه۶ شهر شامل: اسناد تامین کنندگان لوله و اتصالات، بانک اطلاعاتی موجود در امور بازرگانی و قراردادهای شرکت، دفتر مدیریت مصرف آب و دفتر انرژی ، سامانه امداد و حوادث آب استفاده شد.

۴. روایی۳ و پایایی۴ پرسش نامه

روایی محتوا به تحلیل منطقی محتوای یک آزمون بستگی دارد و تعیین آن بر اساس قضاوت ذهنی و فردی می باشد. دو نوع اعتبار محتوا وجود دارد: روایی صوری و روایی منطقی. گاهی اوقات روایی صوری، روایی ذهنی نیز نامیده می‌شود. هنگامی این روایی برقرار است که فردی آزمونی را بررسی نماید و نتیجه بگیرد که این آزمون صفت مورد نظر را اندازه گیری می کند. فردی که این بررسی را انجام می دهد می تواند یک پاسخگو یا یک متخصص در خصوص موضوع مربوطه باشد. چنانچه افراد مختلف در زمینه اعتبار آزمون توافق نداشته باشند، اعتبار صوری مورد تردید قرار می گیرد. اعتبار صوری ممکن است برای توصیه برخی از مقیاس ها و پرسشنامه-ها کافی بوده و برای برخی از آزمون‌ها با توجه به هدف استفاده از آنها الزامی باشد، به عنوان مثال در صورتی که برای انتخاب داوطلبان کار در یک مؤسسه آزمونی اجرا می گردد، اما بین نمره های آزمون و شغل مورد نظر رابطه آشکاری وجود نداشته، دراین مواقع ممکن است آزمون شونده علاقه‌ای به جواب دادن سوال‌های آزمون از خود نشان ندهد، زیرا شاید چنین تصور گردد که آزمون به تصمیم‌های اتخاذی در مورد استخدام او ربطی ندارد. بنابر این اگرچه روایی صوری، ضامن اندازه‌گیری دقیق نیست اما بر انگیزش

پاسخگو و در نتیجه بر روایی پاسخ ها تأثیر به سزایی خواهد داشت. مفهوم اعتبار به این سوال پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه گیری تا چه حد خصیصه مورد نظر را مورد سنجش قرار می دهد بدون آگاهی از اعتبار ابزار اندازه گیری نمی‌توان به دقت داده‌های حاصل از آن اطمینان داشت. ابزار اندازه گیری ممکن است برای اندازه‌گیری یک خصیصه بر روی جامعه دیگر از هیچگونه اعتبار لازم و کافی برخوردار نباشد (سرمد و دیگران،۱۳۹۶).

قابلیت اعتماد (پایایی): به‌طور معمول مفهوم پایایی به عنوان شاخصی از تکرار پذیری اندازه‌گیری می‌باشد. اولین بار چارلز اسپیرمن در اوایل دهه ۱۹۰۰ در مقاله خود در دو مجله معتبر اصطلاح پایایی را معرفی نمود. در ابتدای این دهه مفهوم خطای اندازه گیری به عنوان اندازه گیری از عدم دقتِ آزمون مطرح گشت، تا در دهه ۱۹۵۰ مفهوم پایایی جایگزین مفهوم خطای اندازه گیری شود.. مفهوم یاد شده با این امر سروکار دارد که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه حد نتایج یکسانی به دست می دهد، معمولا دامنه ضرایب قابلیت اعتماد از صفر (عدم ارتباط) تا ۱+ (ارتباط کامل) متغیر می‌باشد (سرمد و دیگران،۱۳۹۶).

برای محاسبه ضریب قابلیت اعتماد نیز شیوه های مختلفی بکار برده می شوند. با توجه به کمی بودن تحقیق و عدم استفاده از پرسشنامه این مورد در این پژوهش موضوعیت نداشته است.

۱.٤. جامعه آماری و حجم تقریبی نمونه

جامعه آماری به عنوان همه عناصری تعریف می گردد که دارای یک یا چند ویژگی مشترک است و امکان دارد برای مطالعه جهت موضوع مشخصی انتخاب شود (سرمد و دیگران،۱۳۹۶).

جامعه آماری این تحقیق، تامین‌کنندگان اصلی لوله و اتصالات شرکت آبفای منطقه ۶ شهر تهران در زمینه می‌باشند و چون از تمام اطلاعات جامعه آماری استفاده خواهیم کرد، نمونه‌گیری نخواهیم داشت.

۵. تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش جهت تجزیه و تحلیل داده های تحقیق پس جمع آوری اطلاعات از طریق پرسشنامه، مصاحبه، مطالعات کتابخانه‌ای، برگزاری جلسات با مدیران ،معاونین و کارشناسان حوزه های تخصصی شرکت از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده خواهد شد. به منظور اجرای مدل های تحلیل پوششی داده‌ها که مدل اصلی این تحقیق می‌باشد، از نرم افزار لینگو ۱۱ استفاده خواهیم نمود.

۱.۵. مراحل اجرای تحقیق

مطالعه، شناخت و استخراج معیارهای موثری که در ارزیابی عملکرد و انتخاب تامین کنندگان زنجیره تامین پایدار در صنایع مختلف و به خصوص صنعت آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به مرور صورت گرفته روی ادبیات، مشخص شد که بیشترین مدل‌های موجود در زمینه پایداری، سه بعد زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به عنوان ابعاد اصلی پایداری در نظر گرفته شده‌اند. در نتیجه در این تحقیق نیز این سه بعد به عنوان ابعاد اصلی مورد توجه است. همچنین، نهایی کردن آن‌ها از طریق مصاحبه با کارشناسان و خبرگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ مزحله دیگر است.

معیارهای ذیل در تحقیق حاضر به عنوان معیارهای نهایی در ارزیابی عملکرد زنجیره تامین پایدار تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران مورد استفاده قرار گرفت:

- میزان درآمد ناشی از فروش محصولات (بعد اقتصادی)
- قیمت پیشنهادی (بعد اقتصادی)
- تحویل به موقع کالا (بعد اجتماعی)
- آلودگی ایجاد شده (بعد زیست‌محیطی)
- استفاده از فناوری های پاک (بعد زیست‌محیطی)
- میزان بازیافت (بعد زیست‌محیطی)
- میزان رضایت جامعه (سامانه ۱۲۲، بعد اجتماعی)
- میزان آموزش کارکنان (بعد اقتصادی)
- میزان رضایت کارفرما (بعد اجتماعی)

۲.۵. تشریح مدل

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) روشی برای اندازه‌گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده مشابه با چندین شاخص ورودی و خروجی است (چارنز و همکاران، ۱۹۷۸). این واحدهای تصمیم‌گیری می‌توانند شعبات بانک، بیمارستان ها، ارگان‌ها و سازمان‌های دولتی، کارخانجات و غیره باشند (کوک، ۲۰۰۹). در این پژوهش در مرحله اول، بعد از تفکیک معیارها به دو بخش ورودی و خروجی، از یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی استفاده می‌کنیم. اما با توجه به داده‌های ورودی و خروجی مورد زیر را داریم: فرض بازده به مقیاس ثابت نسبت برای ورودی و خروجی‌ها وجود خواهد داشت.

پس بنابه دلیل فوق در این تحقیق از مدل CCR که از مدل‌های زیر مجموعه تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد، اقدام به سنجش کارایی هر یک از تامین‌کنندگان زنجیر تامین پایدار به عنوان واحد های تصمیم گیری خواهیم کرد. چون ممکن است تعداد زیادی از واحد های تصمیم گیری نمره کارایی۱ را داشته باشند و نتوان رتبه بندی انجام نمود در اینجا از مدل‌های اندرسون پترسون۵ (AP) استفاده می کنیم و کارایی واحدهای که کارا هستند، دوباره ارزیابی می‌کنیم. در نهایت هر یک از واحدهای تصمیم گیری را با توجه به امتیاز کارایی بدست آمده به وسیله این مدل‌ها رتبه‌بندی خواهیم نمود که در ادامه این مدل ها تشریح خواهند شد.

۳.۵. مدل CCR ورودی محور

هدف این مدل آن است که $\boldsymbol{\theta}$ را برای رسیدن به کمترین سطح ورودی حداقل کند. مدل پوششی CCR ورودی محور با افزودن متغیرهای کمکی به صورت زیر است:

$$\boldsymbol{min\theta}$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{\lambda_j x_{ij}} \leq \boldsymbol{\theta x_{io}}\ \boldsymbol{i = 1,..,m} \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{\lambda_j y_{rj}} \geq \boldsymbol{y_{ro}}\ \boldsymbol{r = 1,\dots,s}$$

$$\boldsymbol{\lambda_j \geq o} \quad , \quad \boldsymbol{(j = 1,\dots,n)}$$

۴.۵. مدل اندرسون- پیترسون (AP)

ایده اصلی در این روش مقایسه واحد مورد ارزیابی با یک ترکیب خطی از سایر واحدهای موجود در نمونه است. به عبارت دیگر واحد مورد ارزیابی در ترکیبی که مرجع را می‌سازد، در نظر گرفته نمی‌شود.

مدل اندرسون- پترسون CCR ورودی محور به صورت زیر می‌باشد:

$$\boldsymbol{min\ \theta}$$

s.t.

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq o}}^{n} \boldsymbol{\lambda_j x_{ij}} \leq \boldsymbol{\theta x_{io}}\ \boldsymbol{i = 1,..,m}$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq o}}^{n} \boldsymbol{\lambda_j y_{rj}} \geq \boldsymbol{y_{ro}}\ \boldsymbol{r = 1,\dots,s} \qquad (۲)$$

$$\boldsymbol{\lambda_j \geq o} \quad , \quad \boldsymbol{(j = 1,\dots,n,\ \ j \neq o)}$$

مقدار کارایی در مدل فوق بزرگتر یا مساوی ۱ می‌گردد. در واقع هدف از مدل فوق اینست که ببینیم شرایط فوق چقدر از ورودی‌های واحد تصمیم‌گیری حذف شده را می‌تواند، تولید نماید.

۱. **مراحل اجرای پژوهش در شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران**

مطالعه، شناخت و استخراج معیارهای موثری که در ارزیابی عملکرد و انتخاب تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار در صنایع مختلف و به خصوص صنعت آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. ابتدا تحقیقات و مطالعات صورت گرفته در زمینه معیارهای موثر در زمینه زنجیره تامین پایدار مطرح شد. سپس از طریق مصاحبه با کارشناسان و خبرگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ معیارهای زیر به عنوان معیارهای نهایی در ارزیابی عملکرد زنجیره تامین پایدار تامین کنندگان این شرکت مورد استفاده قرار گرفت:

- قیمت پیشنهادی
- آلودگی ایجاد شده
- تحویل به موقع کالا
- استفاده از فناوری پاک
- میزان آموزش کارکنان
- میزان رضایت کارفرما
- میزان درآمد ناشی از فروش محصولات
- میزان بازیافت
- میزان رضایت جامعه (سامانه ۱۲۲)

تقسیم معیارها به متغیرهای ورودی و خروجی

برای استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها نیاز است، متغیرها را به دو دسته ورودی و خروجی تقسیم‌بندی کنیم. متغیر ورودی یک متغیر است که کاهش آن به سود است و اما متغیر خروجی است اگر افزایش آن به سود باشد (جهانشاهلو و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به این متغیرها ارزیابی عملکرد را به صورت زیر به دو دسته ورودی و خروجی تقسیم‌بندی می‌کنیم:

۵.۵. قیمت پیشنهادی (ورودی)

تامین کنندگان کالا در عرصه رقابت و فضای کسب و کار می‌توانند با دریافت اسناد مربوط به مناقصه جهت شرکت در مناقصات مربوط به تامین کالای سازمان ها و شرکت ها پس از مطالعه برآورد پیشنهادی سازمان مربوطه و آنالیزهای مربوط به تهیه کالا، نسبت به ارایه قیمت های پیشنهادی خود اقدام می‌نمایند. روال در قالب سازمان ها به این شکل می باشد که پس از برگزاری مناقصه و چاپ اگهی شرکت در مناقصات، مناقصه گذار پس از اعلام شرایط اختصاصی مناقصه، مدت زمانی را جهت تحویل اسناد مربوطه به تامین-کنندگان می دهد، لذا بعد از دریافت اسناد مناقصه شرکت ها در صورت دو مرحله ای بودن مناقصه باید ابتدا توسط کمیته ارزیابی شرکت، در ارزیابی کیفی مورد ارزیابی قرار بگیرند و پس از کسب حداقل امتیاز ممکن به مرحله ارزیابی فنی راه پیدا کنند. در ارزیابی فنی بعد از تایید صلاحیت شرکت های تامین کننده، پاکت قیمت پیشنهادی شرکت ها بازگشایی می شود که می تواند براساس پایه قیمت برآورد و یا پایین تر از برآورد محاسبه شده (مینوس) و یا بالاتر از برآورد (پلوس) باشد. لذا با توجه به بهای عادله (که توسط کارشناس منتخب هیئت مدیره شرکت ها برآورد اعلام شده مورد بررسی قرار می گیرد و حداقل و حداکثر درصد برای آن مشخص می گردد) قیمت پیشنهادی شرکت ها اعلام می گردد بدیهی است قیمت اعلامی با توجه به امتیاز کسب شده در ارزیابی فنی تراز می شود و و حداقل قیمت پیشنهادی نزدیک به قیمت برآوردی به عنوان برنده مناقصه جهت تامین کالا معرفی می گردد. با توجه به توضیحات داده شده ضمن بررسی اطلاعات و مستندات موجود شرکتهای تامین کننده لوله و همچنین استفاده از نظرات اعضای کمیته ارزیابی شرکت آب و فاضلاب منطقه شش، در ابتدا جنس لوله های مورد استفاده مشخص گردید و سه نوع فولادی، چدن داکتیل و پلی اتیلن به‌عنوان بیشترین کاربردها مشخص گردید. نخست متوسط قیمت این سه نوع بر اساس متر معلوم شد، سپس برای هر تامین کننده در ۵ مناقصه بر اساس قیمت برآوردی توسط مناقصه گذار ، قیمت پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه هر تامین کننده برای ارایه قیمت پیشنهادی اعلام شده خود باید آنالیز دقیقی داشته باشد لذا میانگین قیمت‌های پیشنهادی هر تامین‌کننده در ۵ مناقصه محاسبه می‌شود و تامین‌کننده‌ها بر اساس اختلاف میانگین قیمت پیشنهادی با قیمت برآوردی امتیاز کسب می‌کنند. بدیهی است امتیاز هر تامین‌کننده به ماکزیمم امتیاز کسب شده در این معیار تقسیم شده و امتیاز نرمال شده هر تامین کننده بدست می‌آید.

۶.۵. آلودگی ایجاد شده (ورودی)

آلودگی ایجاد شده توسط کارخانجات تامین کننده لوله و اتصالات به دو دسته تقسیم می‌شوند:

آلودگی هوا ناشی از وجود کارخانجات

آلودگی ناشی از پساب های کارخانجات

آلودگی هوا با توجه به گسترش شهرها و افزایش کارخانجات صنعتی افزایش منابع آلاینده های هوا، هوای اغلب شهرهای بزرگ و صنعتی آلوده می باشد و با توجه به خطراتی که این آلودگی برای سلامت افراد ساکن در مناطق آلوده علی الخصوص اطراف کارخانجات تولید کننده و صنعتی می باشد بطور کلی آلودگی هوا سه مرحله دارد : الف) نحوه و نوع انتشار الودگی هوا ب) نحوه پراکنش آلودگی هوا ج) تاثیرات آلودگی هوا.

الودگی ناشی از صنایع منبع اصلی آلودگی است که در اثر فعالیت های مصنوعی ایجاد می‌شود. سوخت اکثر کارخانجات از مواد فسیلی مانند نفت و گاز و زغال سنگ می‌باشد. که آلودگی‌های شدیدی در اثر استفاده از این سوخت‌ها ایجاد می شود. معمولا کارخانجات باید فاصله زیادی با شهرها داشته باشند تا آلودگی‌های ناشی از آنها به مردم شهر ضرر نرساند اما متاسفانه در کشور، کارخانجات زیادی در اطراف کلان شهرهایی مثل تهران قرار گرفته اند که آلودگی‌های هوا را چندین برابر کرده است. آلوده شدن هوای اطراف که منبع تنفس همه موجودات است به طور قطع پاسخگویی بسیاری از بیماریهای تنفسی خواهد شد. آلودگی های ناشی از پساب‌های کارخانجات: آب های آلوده‌ای که در کارخانجات و مراکز صنعتی تولید شده به شدت سمی می باشند و نمی‌تواند به مصارفی برسند و برای برگشت آنها دوباره به محیط زیست باید به‌صورت دقیق تصفیه شوند و چه بسا آب‌هایی که مصارف خاصی داشته اند قابل استفاده مجدد نمی-باشند. فاضلاب‌های صنعتی با توجه به ترکیبات خاصی که دارند باعث آلودگی آب و مرگ آبزیان می گردند. فاضلاب‌های صنعتی نسبت به فاضلاب‌های خانگی دارای ترکیبات شیمیایی سمی بیشتری می باشند و دارای خاصیت خورندگی و قلیایی و اسیدی بالایی هستند؛ از مهمترین ترکیبات این فاضلاب‌ها وجود مواد شیمیایی با ترکیب آرسنیک، سرب، جیوه می‌باشند. پساب کارخانجات به جهت فجایع زیست محیطی که ایجاد میکنند اهمیت ویژه‌ای دارند چنانچه که پساب کارخانه‌ای با ترکیبات جیوه‌ای می‌تواند باعث خلق هزاران نوزاد ناقص الخلقه و مرگ و میر مردم گردد. لذا آلودگی ایجاد شده توسط تامین‌کننده گان لوله و اتصالات می‌تواند از دیدگاه زیست محیطی دارای اهمیت زیادی باشد. به همین نسبت بازدید از کارخانجات تولید کننده و بررسی وضعیت موجود آنها از لحاظ مرقبت های انجام شده در بحث آلودگی هوا و آب مورد تاکید بوده و در این خصوص نیز دقت نظر بیشتری مورد تاکید می‌باشد. با توجه به اینکه در کارخانجات تولید لوله با جنس‌های چدن، فولاد و پلی اتیلن مصرف آب زیادی جهت تولید لوله استفاده نمی‌گردد و تنها در تولید لوله‌های پلی اتیلن بعد از اتمام ساخت به منظور مواردی همچون تست فشار، شستشو به میزان بیشتری نسبت به لوله های با جنس چدن و فولاد آب مصرف می گردد که پساب آن دارای آلودگی شیمیایی زیادی نمی‌باشد ولی در مراحل تولید لوله مواردی همچون ریخته گری، پرداخت لوله ها و رنگ‌آمیزی آن‌ها باعث ایجاد آلودگی هوا با ذرات معلق در هوا می شود به همین جهت آلودگی ایجاد شده توسط تولید کننده گان در بخش آلودگی هوا مورد بررسی قرار گرفته و مشخص گردید که مساحت سالن های تولید (سالن‌های رنگ، ریخته‌گری، پرداخت ...) به‌عنوان یک معیار مهم جهت ارزیابی آلودگی ایجاد شده توسط هر تولید کننده می‌باشد. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته و اهمیت موضوع در این پژوهش سالن های رنگ و آلودگی ایجاد شده توسط این بخش فضای سالن رنگ به عنوان یک معیار مهم انتخاب گردید. بر این اساس فضای سالن رنگ در هر شرکت تامین کننده را بر میزان ظرفیت تولید سالانه آن تقسیم شده و سپس عدد به دست آمده نرمال گردید.

۵ .۷. تحویل به موقع کالا (ورودی)

تامین‌کنندگان مواد و قطعات کاملا مرغوب را در دست‌های کوچک و فواصل زمانی دقیق و مناسب تحویل می دهند زیر در سیستم کالاهی نامرغوب و تحویل های خارج از زمان پیش‌بینی، باعث گسیختگی در جریان منظم کارها می‌شود. به علاوه بازرسی مواد و قطعات خریداری شده کاری بیهوده تلقی می شود. زیرا باعث اضافه شدن ارزش افزوده به محصولات نمی‌شود در این نظام بازرسی و کنترل کیفی بر دوش فروشنده و تامین‌کننده است و خریداران با فروشندگانی معامله می کنند که برای آنها سطوح کیفیت مورد نظر را فراهم کنند. تامین کنندگان محدود، ولی قابل اعتماد و با ارتباطات مستمر انتخاب می‌شوند، فاصله مسافت آنها نزدیک و محلی هستند که این امر به علت نیاز به تحویل های به مقدار کم ولی مستمر و به ارتباط طولانی بین خریداران و فروشندگان تفاهم بین آنها را زیادتر و مستحکمتر می‌کند. تحویل به موقع کالا توسط تامین‌کنندگان لوله یکی از معیارهای مهم برای شرکت آب و فاضلاب منطقه شش به حساب می‌آید. در پروژه‌های بازسازی و توسعه شبکه های توزیع و انتقال آب با اهداف افزایش کیفیت و کمیت و همچنین کاهش حوادث ناشی از شکستگی های خطوط لوله، تامین به موقع لوله و اتصالات آن بسیار حیاتی می باشد. در خصوص این معیار برای هر تامین کننده در طول یک سال و ۵ سفارش ،میانگین تعداد روزهای تاخیر در تحویل کالا برای هر تامین کننده به دست آمده و با توجه به اینکه مطلوبیت در این معیار منفی میباشد هر تامین‌کننده که عدد کسب شده آن پایین‌تر باشد به‌عنوان رتبه بالاتر نسبت به سایر تامین‌کننده در این معیار خواهد بود.

۵ .۸. استفاده از فناوری پاک (ورودی)

استفاده از فناوری پاک به منظور حفظ محیط زیست طبیعی و منابع و جلوگیری از اثرات منفی دخالت انسانی است این اصطلاح همچنین برای توصیف فناوری‌های تولید انرژی پایدار به کار می‌رود. انرژی های تجدیدپذیر، انرژی‌هایی است که می تواند به سادگی تجدید شوند. فن‌آوری‌های پاک می توانند با رقبای متعارف خود (مانند جایگزینی انرژی خورشید به جای نفت) رقابت کنند و دارای مزایای بسیار قابل توجه می باشد. در خصوص استفاده از فناوری پاک هر کدام از شرکت‌های تامین کننده مورد بررسی قرار گرفته و استفاده

از انرژی‌های نو به عنوان یک پارامتر مثبت در نظر گرفته شده است. استفاده از پنل‌های خورشیدی به منظور تولید انرژی مورد استفاده در کارخانجات صنعتی یکی از راههای استفاده از فناوری پاک می‌باشد که تاثیر بسزایی در کاهش آلاینده‌ها و همچنین جایگزینی مناسب برای منبع اصلی انرژی می‌باشند. در این معیار با توجه به بررسی‌های انجام شده برای تامین‌کنندگان لوله استفاده از پنل‌های خورشیدی بعنوان یک منبع مولد انرژی پاک در نظر گرفته شد. استفاده از این منابع خورشیدی علاوه بر اینکه بعنوان یک فناوری پاک بحساب می‌آید در بازه زمانی بلند مدت از نظر اقتصادی نیز اهمیت زیادی دارد. برای ارزیابی تامین‌کنندگان در این بخش از نسبت انرژی تولید شده توسط پنل خورشیدی به میزان کل مصرف انرژی در کارخانه مربوطه محاسبه گردید و با توجه به نحوه ارسال صورتحساب برق به صورت ماهیانه لحاظ شده است و این میزان در یک سال محاسبه شده و بعد از مشخص شدن تامین کننده با ماکزیمم به‌دست آمده نرمال گردید.

۹.۵. میزان آموزش کارکنان (ورودی)

تاکید برداشتن کارکنان ماهر رمز موفقیت بسیاری از شرکت ها و کارخانجات می باشد. با داشتن کارگران توانمند و نوآور پیشرفت و توسعه هر تولید کننده می تواند به راحتی انجام پذیرد. لذا بحث میزان آموزش می تواند به عنوان یکی از مهمترین معیارها برای هر تامین کننده باشد. در این بخش از آموزش کارکنان شامل مدیر عامل و اعضای هیئت مدیره آن و همچنین کارکنان کلیدی شرکت ها مدنظر می باشد. و براساس دوره های آموزشی در زمینه های تخصصی مورد ارزیابی قرار می گیرند. آموزشها در ارزیابی فنی شرکت ها به دو بخش آموزش کوتاه مدت و آموزش بلند مدت تقسیم می شود. (دوره های کوتاه مدت شامل آموزش های کمتر از ۱۲۰ ساعت و بلند مدت بیشتر از ۱۲۰ ساعت می باشد). با توجه به میزان اثربخشی آموزشهای حین خدمت و تاثیر آن در عملکرد کارگران و سرپرستان در شرکت‌های تامین کننده لوله، آموزش‌های حین خدمت برای نفرات لحاظ گردید و به منظور اثر بخش بودن آن از آموزشهای تخصصی در بخش های تولید همچون آموزش‌های نگهداری و تعمیرات، HSE، ابزار شناسی و نحوه استفاده از تجهیزات بعنوان آموزشهای تخصصی و کاربردی استفاده گردید. برای ارزیابی تامین کنندگان در بخش از نسبت ساعات میزان آموزش تخصصی هر فرد در طول سال به تعداد کل نیروهای هر تامین کننده استفاده گردید و به جهت استمرار داشتن آموزشهای مربوطه این روند در سه سال مشخص گردید و بدین ترتیب میانگین سرانه آموزش برحسب ساعت برای هر تامین‌کننده مشخص گردید.

۱۰.۵. میزان رضایت کارفرما (ورودی)

اهمیت رضایت کارفرما از تامین کننده بسیار مهم می‌باشد. چرا که حفظ مشتری‌های موجود نسبت به جذب مشتری‌های جدید هزینه کمتری دارد. تامین کنندگان برای تداوم کسب و کار خود ضروری است تا رضایت کارفرما را به عنوان مشتری خود حفظ نمایند. میزان رضایت کارفرما بعد از تحویل پروژه و یا قرارداد با تامین کننده براساس رضایت نامه و یا حسن انجام کار توسط کارفرما اعلام می‌گردد. بدیهی است این رضایت نامه به منظور خرید مجدد از تامین کننده توسط شرکت مذکور و یا شرکت‌های دیگر حائز اهمیت می‌باشد و در ارزیابی کیفی تامین کننده گان بعنوان یکی از معیارهای مهمی به شمار می رود که کارفرما نسبت به اعتبار تامین کننده می‌تواند مطمئن تر عمل نماید. شاید بتوان گفت اکثر مشتریان رضایتمند یا دوباره به شما سفارش کالا می دهند و یا این که مشتریان جدیدی را به شما معرفی می‌کنند. این یعنی این که مشتری هم پول به شما می‌دهد و هم درآمد آینده شما را تضمین می‌کند. شرکت‌های تامین‌کننده لوله بعد از اتمام پروژه و بعد از تحویل موقت و قطعی پروژه می‌توانند با درخواست از دستگاه نظارت (کارفرما) نسبت به دریافت رضایت نامه و حسن انجام کار اقدام نمایند و کارفرما بر اساس نحوه کارکرد شرکت‌های تامین کننده رضایت و یا عدم رضایت خود را اعلام می‌نماید. ارزیابی شرکت‌ها در این معیار بر اساس نسبت تعداد رضایت نامه‌های صادر شده توسط کارفرما برای تامین کنندگان به تعداد قراردادهای منعقد شده در طول سال محاسبه گردید.

۱۱.۵. میزان درآمد ناشی از فروش محصولات (خروجی)

اولین معیار خروجی ها مربوط به میزان درآمد ناشی از فروش محصولات می‌باشد. با توجه به اینکه در بخش ورودی، کاهش آن به سود است ولی در متغییرهای خروجی افزایش آن‌ها به سود می‌باشد. در واقع در قسمت خروجی می توان عملکرد تامین کنندگان را بر مبنای نوع و کیفیت عملکرد آنها سنجید لذا در این بخش براساس ترازهای مالی هر تامین کننده در بازه ۳ سال گذشته و سال مالی منتهی به ۳ سال مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر می باشد که شرکت‌ها و تامین کنندگان در دوره‌های ۳ ماهه میزان سود پیش بینی شده خود را اعلام می‌نمایند و در این میان گزارش‌های اولین پیش بینی درآمد ۶ ماهه، آخرین عملکرد باید به تایید سازمان حسابرسی قرار بگیرد. در انتهای جداول صورت‌های مالی شرکت‌ها، شرکت سرمایه گذار درآمد حاصل از سرمایه گذاری های خود را به صورت یک جدول ارایه می دهد در صورت مالی سود و زیان، مبلغ کل درآمد حاصل از سرمایه گذاری ها را بر سود خالص پس از کسر مالیات تقسیم کرده و در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنیم. عدد بدست آمده درصد درآمدهای سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد. پس بنابراین

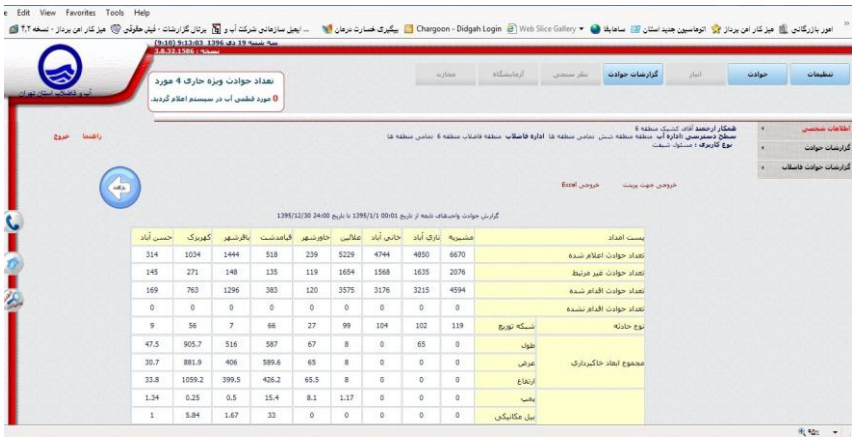
با توجه به موارد فوق هر یک از تامین کنندگان در بازه زمانی ۳ سال براساس صورت‌های مالی منتهی در هر ۳ سال گذشته مورد سنجش قرار گرفتند و بر این اساس رتبه بندی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه شش مشخص گردید.

۵ .۱۲ . میزان بازیافت (خروجی)

با توجه به اینکه در حال حاضر در شبکه‌های توزیع و خطوط انتقال آب غالبا از لوله های با جنس چدن، چدن داکتیل، پلی اتیلن، فولادی استفاده می‌شود ابتدا در خصوص هر یک توضیحات کوتاهی داده می‌شود. لوله‌های فولادی لوله‌هایی هستند که از فولاد ساخته شده و به سه قسمت فولادی، گالوانیزه و سیاه تقسیم می شوند که بسته به فولاد مصرفی در پروژه های آبرسانی استفاده می شوند و دارای قطرهای بالاتر از ۶ اینچ می‌باشند. لوله‌های فولادی در مقابل فشارهای بالا تحمل زیاد دارند. کارگذاری لوله‌های فولادی به سبب طویل بودن شاخه ها ساده است، عموما در شاخه‌های ۱۲ متری می‌باشد و در داخل کشور تولید می‌گردند و به علت نداشتن پوشش خارجی در خاک خورده می شوند و سطح صاف داخل خود را از دست می دهند. لوله‌های چدنی یا داکتیل: این لوله ها که همان چدن نشکن معروف می‌باشد دارای مقداری منیزیم می باشد و لوله‌های چدن داکتیل نسبت به چدن معمولی از قابلیت انعطاف پذیری بیشتری همراه می‌باشد و به نسبت فولاد مقاومت بیشتری در مقابل خوردگی دارند و در حال حاضر استفاده از این لوله در خطوط شبکه توزیع و انتقال آب در صنعت آب بیشتر انجام می‌گردد. لوله های پلی اتیلن: این نوع لوله‌ها تحت سه نوع پلی اتیلن سبک، خطی، و سنگین به بازار عرضه می‌شود در مقابل خوردگی دوام نسبتا خوبی دارند، انحرافات و نشست‌های زمینی را به صورت افقی و عمودی به خوبی حمل می کنند. حال بعد از این توضیحات طرح این موضوع اهمیت دارد که میزان بازیافت و منافع حاصل از آن توسط هر یک از تامین کنندگان به چه میزان می‌باشد، در این بخش با بررسی هر یک از شرکت تامین کننده می‌توان میزان بازیافت را در لوله های مختلف با جنس های متفاوت مورد بررسی قرار داد. برای مثال پلی اتیلن که یکی از ساده ترین و ارزان‌ترین پلیمرها است که به صورت اختصاری PE نمایش داده می شود بعد از بازیافت می‌تواند برای بسته‌بندی مواد غذایی، البسه، کیسه های پلاستیکی، عایق های رطوبتی، پوشش های صندلی اتومبیل های نو، و غیره مورد استفاده قرار گیرد. برای ارزیابی تامین کنندگان در این معیار ابتدا بر اساس نوع بازیافت‌های مربوط به لوله های با جنس های گفته شده قیمت واحد مشخص گردید. قیمت واحدبر مقدار بازیافت هر تامین کننده در طول سال بر اساس واحد تن ضرب شده و عدد بدست آمده بر میزان درآمد شرکت تقسیم می‌گردد.

۵ .۱۳ . میزان رضایت جامعه (سامانه ۱۲۲، خروجی)

شماره تلفن سه رقمی ۱۲۲ متعلق به شرکت آب و فاضلاب استان تهران است و در تمام طول شبانه روز برای تسریع در رسیدگی به حوادث آماده پاسخگویی به مشترکان و دریافت پیام ها و گزارش های مردمی است. تماس مشترکان برای اعلام خرابی با نرم افزار ۱۲۲ صورت می گیرد، که اپراتورها به پست امداد مربوطه ارجاع می‌دهند تا گروههای امدادی در اسرع وقت برای رفع حادثه در محل حضور یابد که در این راستا برای ردیابی از کارهای امدادی، گروهای امدادی پس از رسیدن به محل، ابتدا از خرابی عکس گرفته و ارسال می-کنند. در پایان کار نیز عکس بعد از تعمیر گرفته شده و به سامانه ۱۲۲ ارسال می شود (شکل۲).



شکل ۲: سامانه ۱۲۲ جهت گزارش‌گیری و تماس مشترکین جهت ارائه مشکلات

بر اساس گزارشات اخذ شده از سامانه ۱۲۲ تعداد حوادث (شکستگی) لوله در واحد طول شبکه توزیع در پهنه مربوطه در فاصله زمانی سه ساله محاسبه شده و با توجه باینکه در این معیار مطلوبیت منفی میباشد پس تامین کنندگانی که در این معیار دارای مقادیر پایین‌تر باشند دارای عملکرد مناسبتری می‌باشند و بر این مبنا رتبه‌بندی می‌گردند.

۶. جمع‌آوری اطلاعات مربوط به متغیرهای ورودی و خروجی(معیارها)

به منظور گردآوری اطلاعات درباره معیارهای مورد نظر، از مستندات و گزارش های سالیانه شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ استفاده شد، همچنین برای جمع آوری اطلاعات تکمیلی در ارتباط با برخی از معیارها به دفتر تامین کنندگان مراجعه گردید. در این بخش، اطلاعات استخراج شده جهت استفاده در روش تحلیل پوششی داده ها برای این پژوهش را بین صفر و یک نرمالیزه کردیم. در این روش نرمال سازی، هر مقدار در هر ستون (شاخص) را به ماکزیمم مقدار موجود در ستون تقسیم می‌کنیم، به عبارت دیگر:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{Max\ a_{ij}} \qquad (۳)$$

اکنون پس از تعیین ورودی و خروجی، جمع آوری اطلاعات مربوط به آن و نیز تعیین مدل برای ارزیابی تامین کنندگان زنجیره تامین پایدار، اقدام به ارزیابی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ تهران به عنوان واحد تصمیم گیری خواهیم نمود.

۶.۱. ورود اطلاعات به مدل ارائه شده CCR

پس از مشخص شدن ورودی و خروجی ها، با استفاده از مدل CCR کارایی واحد های تصمیم گیرنده را محاسبه می کنیم. برای اجرایی مدل از نرم افزار لینگو ۱۱ استفاده می کنیم. مقدار کارایی هر تامین کننده در جدول ۱۳ آورده شده است. هدف این مدل آن است که θ را برای رسیدن به کمترین سطح ورودی حداقل کند.

چارنز، کوپر و رودز در ساخت مدل تحلیلی پوششی دادهها به یک رابطه تجربی در ارتباط با تعداد وناحدهای مورد ارزیابی و تعداد ورودی ها و خروجی ها به صورت زیر رسیده اند:

(تعداد خروجی ها + تعداد رودی ها) ۳ $\geq$ تعداد واحدهای مورد ارزیابی

عدم بکارگیری رابطه فوق در عمل موجب می شود که تعداد زیادی از واحدها بر روی مرز کارا قرار گرفته و به عبارت دیگر دارای امتیاز کارایی یک گردند، ذا قدرت تفکیک مدل به این ترتیب کاهش می یابد. از آنجا که برای هر واحد باید یک محدودیت نوشته شود به این ترتیب مدل برنامه ریزی خطی به دست خواهد آمد که تعداد محدودیت های آن از تعداد متغیرهایش بیشتر است و از آنجا که حجم عملیات در حل سیمپلکیس بیشتر وابسته به تعداد محدودیت‌ها است تا متغیرها، لذا حل مسئله ثانویه مدل فوق نیازمند حجم عملیات کمتری خواهد شد.

در صورتیکه متغیر متناظر با محدودیت $\sum_{i=1}^{m} v_i , x_{i0} = 1$ (فرم مضربی CCR) را در مسئله ثانویه با θ و متغیرهای متناظر با محدودیت های $\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ri} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0$ با λ_J بیان گردد، مدل ثانویه به صورت زیر خواهد بود:

$$Miny_0 = \theta$$

$$st:$$

$$\sum \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \qquad (r = 1,2,\ldots,s)$$

$$\theta x_{i0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \geq 0 \qquad (i = 1,2,\ldots,m)$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad (j = 1,2,\ldots,n)$$

مدل پوششی CCR ورودی محور با افزودن متغیرهای کمکی به صورت زیر است:

$$s.t.$$

$$(۴) \sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{\lambda_j x_{ij}} \leq \boldsymbol{\theta x_{io}}\ \boldsymbol{i = 1,..,m}$$

که باز شده مدل (۴) برای ارزیابی تامین کننده ۱ به صورت (۵) است.

در مدل(۴) ، x ها ورودی و y ها خروجی های ما هستند بعنوان مثال منظور ما از $\boldsymbol{x_{11}}$ یعنی ورودی اول تامین کننده اول یا $\boldsymbol{y_{12}}$ یعنی خروجی اول تامین کننده دوم و ...

در این مدل نسبت کاهش ورودی‌های واحد تحت بررسی را جهت بهبود کارایی $\boldsymbol{\theta}$ نشان می‌دهد. (m=6، s=3، n=21)

برای $\boldsymbol{o = 1}$ $\boldsymbol{r = 1,2,3}$ $\boldsymbol{j = 1,\ldots,21}$ $\boldsymbol{i = 1,\ldots 6}$ مدل (۵) را داریم.

با حل مدل فوق برای تامین کننده ۱ با توجه به اینکه x ها و y ها معلومند(ورودیها و خروجی ها می‌باشند، مقدار $\boldsymbol{\theta}$ که نسبت کاهش ورودی‌های واحد تحت بررسی را جهت بهبود کارایی نشان می‌دهد، و نیز مقدار $\boldsymbol{\lambda_j}$ ها بدست می آیند، که در اینجا $\boldsymbol{\lambda_1 = 1}$ و بقیه $\boldsymbol{\lambda_j}$ ها$\boldsymbol{(j = 2,3,\ldots,21)}$ برابر صفر می‌باشند. همچنین مقدار $\boldsymbol{\theta}$ که کارایی تامین کننده ۱ را می دهد برابر ۱ می باشد و این یعنی این تامین کننده ۱ کارا می‌باشد.

چون مدل ارزیابی کارایی ورودی محور است باید کارایی همه واحد های تصمیم گیری کوچکتر یا مساوی ۱ باشد و هر تامین کننده که نمره کارایی آن ۱ باشد به عنوان تامین کننده کارا شناخته می‌شود و هر چه میزان کارایی کمتر از ۱ باشد، تامین کننده به عنوان واحد تصمیم گیری بیشتر ناکارا شناخته می‌شود. با توجه به جدول ۱۴ تامین کنندگان ۱، ۲، ۱۴ و ۲۱ به عنوان تامین کننده کارا شناخته شدهاند زیرا مقدار کارایی یک برایشان بدست آمد پس با این اطلاعات نمی‌توان گفت که کارایی کدام یک از این ۴ تامین کننده‌ها نسبت به دیگری بهتر است به عبارت دیگر نمی‌توان تشخیص داد که کدام یک بهتر عمل کرده و رتبه بهتری دارند. مبنای شکل‌گیری این مدل، تعریف کارایی به صورت نسبت یک خروجی به یک ورودی است. به عبارت دیگر، در مدل CCR برای محاسبهٔ کارایی، به جای استفاده از نسبت یک خروجی به یک ورودی، از نسبت مجموع موزون خروجی‌ها (خروجی مجازی) به مجموع موزون ورودی‌ها (ورودی مجازی) استفاده می‌شود. در مدل‌ها DEA، راهکار بهبود واحدهای ناکارا، رسیدن به مرز کارایی است. مرز کارایی، متشکل از واحدهایی با اندازهٔ کارایی ۱ است. به طور کلی، دو نوع راهکار برای بهبود واحدهای غیرکارا و رسیدن آنها به مرز کارایی وجود دارد:

الف – کاهش نهاده‌ها بدون کاهش ستاده‌ها تا زمان رسیدن به واحدی بر روی مرزکارایی (این نگرش را ماهیت نهاده‌ای بهبود عملکرد یا سنجش کارایی با ماهیت ورودی ـ محور می‌نامند).

ب- افزایش ستاده‌ها تا زمان رسیدن به واحدی بر روی مرز کارایی بدون جذب نهاده‌های بیشتر (این نگرش را ماهیت ستاده‌ای بهبود عملکرد یا سنجش کارایی با ماهیت خروجی ـ محور می‌نامند).

در واقع مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها کارایی را در بهترین شرایط مورد ارزیابی قرار می‌دهند و اگر عاملی با این مدل‌ها ناکارا شناخته شود با هیچ مدل دیگر کارا نخواهد شد اما مشکلی که در اینجا پیش خواهد آمد این می‌باشد که اگر عاملی با این مدل ها کارا شد، آیا کارایی کامل خواهد بود. لزوما این مطلب درست نمی‌باشد پس باید از یک رویکرد قوی تری برای رتبه‌بندی عوامل استفاده نمود، لذا برای رتبه‌بندی این تامین‌کنندگان از مدل ابرکارایی اندرسون- پترسون استفاده خواهیم نمود.

۲.۶. ورود اطلاعات به مدل AP و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان

هدف از مدل اندرسون-پترسون اینست که واحد تصمیم‌گیری تحت ارزیابی را از مجموعه امکان تولید حذف نماید تا نشان دهد که تکنولوژی جدید به دست آمده (مجموعه امکان تولید بدست آمده با حذف واحد تصمیم‌گیری تحت ارزیابی) می تواند چه مقدار از ورودی های واحد تصمیم گیری حذف شده را تولید کند. در واقع نمره کارایی بدست آمده در این مدل بیشتر از ۱ می باشد پس هر چه نمره کارایی اندرسون-پیترسون بیشتر از ۱ باشد، واحد کاراتر خواهد بود. ایده اصلی در این روش مقایسه واحد مورد ارزیابی با یک ترکیب خطی از سایر واحدهای موجود در نمونه می‌باشد. به عبارت دیگر واحد مورد ارزیابی در ترکیبی که مرجع را می سازد، در نظر گرفته نمی‌شود.

$$\min \theta$$

s.t.

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq o}}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x$$

$$(۶) \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq o}}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}\ r = 1, \dots, s$$

که مدل باز شده فوق برای ارزیابی تامین‌کننده ۱ به صورت (۷) است. در اینجا x ها ورودی و y ها خروجی هی ما هستند بعنوان مثال منظور ما از x_{11} یعنی ورودی اول تامین کننده اول یا y_{12} یعنی خروجی اول تامین کننده دوم و ...

در این مدل θ نسبت کاهش ورودی‌های واحد تحت بررسی را جهت بهبود کارایی نشان می‌دهد.

برای $o = 1$ $r = 1,2,3$ $j = 1, \dots, 21$ $i = 1, \dots 6$ مدل (۷) را داریم.

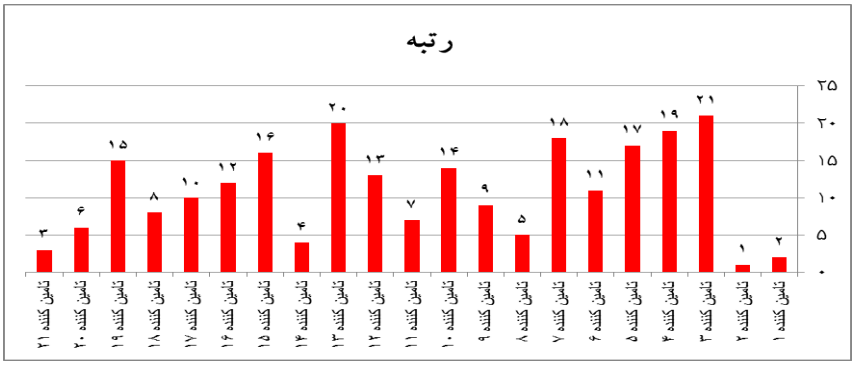
با حل کامل مدل به جدول ۲ می رسیم. با توجه به اینکه در مدل اندرسون-پیترسون میزان کارایی بیشتر از یک خواهد شد و لذا هر چقد که میزان کارایی بیشتر از یک شود بهتر است لذا تامین کننده دو از تامین کننده یک و چهارده و بیست و یک کاراتر است، که در آن $\lambda_2 = 0.71$ و $\lambda_{21} = 0.29$ و سایر λ_j ها برابر صفر می‌باشند. همچنین مقدار بهینه θ که مقدار کارایی AP را برای تامین کننده ۱ می‌دهد برابر ۱/۶۳ خواهد بود. اکنون با توجه به جدول‌های ۲ و ۳ می‌توان تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران را رتبه‌بندی نمود. لذا با توجه به جدول زیر، تامین کننده ۲ رتبه اول و تامین کننده ۳ رتبه آخر را کسب نموده‌اند.

جدول ۲:کارایی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران با استفاده از مدل CCR

تامین کننده	کارایی	تامین کننده	کارایی
تامین کننده ۱	۱	تامین کننده ۱۲	۰,۷۱
تامین کننده ۲	۱	تامین کننده ۱۳	۰,۳۸
تامین کننده ۳	۰,۳۲	تامین کننده ۱۴	۱
تامین کننده ۴	۰,۴۲	تامین کننده ۱۵	۰,۵۹
تامین کننده ۵	۰,۵۶	تامین کننده ۱۶	۰,۷۱
تامین کننده ۶	۰,۷۲	تامین کننده ۱۷	۰,۷۲
تامین کننده ۷	۰,۴۹	تامین کننده ۱۸	۰,۷۷
تامین کننده ۸	۰,۹۵	تامین کننده ۱۹	۰,۵۹
تامین کننده ۹	۰,۷۳	تامین کننده ۲۰	۰,۸۴
تامین کننده ۱۰	۰,۶۲	تامین کننده ۲۱	۱
تامین کننده ۱۱	۰,۸۲		

جدول ۳: نمره کارایی تامین کنندگان شرکت آب وفاضلاب منطقه ۶ شهرتهران با استفاده از مدل AP

تامین کننده	کارایی
تامین کننده ۱	۱,۶۳
تامین کننده ۲	۳,۴۰
تامین کننده ۱۴	۱,۰۶
تامین کننده ۲۱	۱,۱۹



شکل ۱: رتبه‌بندی تامین‌کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران

نتیجه‌گیری

تلاش این پژوهش برای یافتن مدلی مناسب جهت اندازه گیری کارایی و رتبه بندی تامین‌کنندگان زنجیره تامین پایدار لوله و شیرالات شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران با استفاده از روش DEA است. با توجه به تعداد پایین و احد های تصمیم گیری (تامین کنندگان) که حداکثر شامل ۲۱ واحد تصمیم گیری برای یک گروه کالای همگن در بخش لوله و شیرالات ، در مقایسه با تعداد متغیرهای موجود که شامل ۱۵متغیر (شامل ۳ دسته ۵ تایی که دسته ها شامل اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی) بودند و همچنین چند معیار که در شرکت آب و فاضلاب وجود داشت،معیار ها را به ۹ متغیر کاهش دادیم.بعد از آن شاخص ها را به دو دسته ورودی و خروجی تقسیم بندی کردیم و اطلاعات لازم که همگی کمی بودند، جمع آوری گردید. در نهایت با استفاده از نرم افزارهای LINGO مدل به اجرا درآمد. زیرا هدف ، اندازه گیری کارایی و رتبه بندی تامین کنندگان زنجیره تامین پایدار بود. پس از مشخص شدن ورودی و خروجی ها، با استفاده از مدل CCR کارایی واحد های تصمیم گیرنده را محاسبه نمودیم. چون مدل ارزیابی کارایی ورودی محور است می بایست کارایی همه واحد های تصمیم گیری کوچکتر یا مساوی ۱ باشد و هر تامین کننده که نمره کارایی آن ۱ شد به عنوان تامین کننده کارا شناخته می شود و هر چه میزان کارایی کمتر از ۱ باشد، تامین کننده به عنوان واحد تصمیم گیری بیشتر ناکارا شناخته می شود. بعد از اجرای مدل ،تامین‌کنندگان ۱، ۲، ۱۴ و ۲۱ به عنوان تامین کننده کارا شناخته شدند. پس با این اطلاعات نمی توان گفت که کارایی کدام یک از این ۴ تامین کننده ها نسبت به دیگری بهتر است به عبارت دیگر نمی‌توان تشخیص داد که کدام یک بهتر عمل کرده و رتبه بهتری دارند. لذا برای رتبه‌بندی این تامین‌کنندگان از مدل ابرکارایی اندرسون- پترسون استفاده نمودیم. هدف از مدل اندرسون-پترسون اینست که واحد تصمیم گیری تحت ارزیابی را از مجموعه امکان تولید حذف نماید تا نشان دهد که تکنولوژی جدید به دست آمده (مجموعه امکان تولید بدست آمده با حذف واحد تصمیم گیری تحت ارزیابی) می تواند چه مقدار از ورودی های واحد تصمیم گیری حذف شده را تولید کند. در واقع نمره کارایی بدست آمده در این مدل بیشتر از ۱ می باشد پس هر چه نمره کارایی اندرسون-پیترسون بیشتر از ۱ باشد، واحد کاراتر خواهد بود. با اجرای مدل AP مشخص شد که تامین‌کننده شماره ۲ در این زنجیره تامین به عنوان تامین-کننده رتبه اول شناخته شد. این تامین‌کننده می‌تواند به‌عنوان الگو و مرجعی از نظر عملکردی، برای واحدهای ناکارا محسوب گردد. در نتیجه تامین کنندگان ناکارا در این زنجیره تامین پایدار می توانند با شناخت نقاط ضعف و بررسی عوامل تاثیرگذار بر میزان کارایی به بهبود هرچه بیشتر عملکرد و کارایی خود اقدام نمایند. با توجه به مدل ورودی محور این تحقیق می توان نتیجه گرفت که با ثابت نگه داشتن خروجی ها و تغییر در میزان ورودی‌ها می توان به کارایی تامین کنندگان افزود. از دیگر نتایج بدست آمده در این تحقیق به این

مساله می‌توان اشاره کرد که هر چه تعداد واحد های تصمیم‌گیرنده نسبت به تعداد ورودی ها و خروجی ها بیشتر باشد، نتایج به واقعیت نزدیکتر خواهد بود.

منابع

۱ – اصغرپور،محمدجواد. (۱۳۸۷). "تصمیم گیری های چندمعیاره " انتشاراتدانشگاه تهران،چاپ پنجم.

۲ – بهرام، صائب، آزادنیا، امیرحسین، قدیر ، امیرحسین ،مقاله استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی در انتخاب تأمین کنند در زنجیره تأمین پایدار،۱۳۹۴.

۳ – جهانشاهلو، غلامرضا، حسین زاده لطفی، فرهاد، نیکومرام، هاشم. (۱۳۸۷). "مقدمه‌ای بر تحلیل پوششی داده‌ها". انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات.

۴ – کوپر ،ویلیام، کوراتن، ترجمه:میرحسنی،ع.،۱۳۸۷،تحلیل پوششی داده ها مدل ها و کاربرد ها،انتشارات دانشگاه امیر کبیر،چاپ سوم.

۵ – ماهنامه علمی تخصصی لجستیک و زنجیره تأمی نپایدار ،شماره ۳۴،دی ۱۳۹۳.

۶ – مصطفی زاده ، مهسا، جعفری ، عزیزاله، ارائه مدل ریاضی چند هدفه برای طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار با در نظر گرفتن مدیریت موجودی ، ۱۳۹۰.

۷ – موتمنی،ع.،۱۳۸۱،طراحی مدل پویای بهره وری با رویکرد تحلیل پوششی داده ها،رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

۸ – مهرگان، محمد رضا،.(۱۳۸۳)، مدلهای کمی در ارزیابی عملکرد ساز مان ها (تحلیل پوششی داده ها)، تهران: دانشکده مدیریت.

۹ – خاتمی فیروز آبادی، سید محمد علی ،الفت ،لعیا ،دولابی، سعید (۱۳۹۴)انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین پایدار با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند شاخصه فازی(مطالعه موردی:صنعت قطعه سازی).

10- *Al-Odeh, m., & Smallwood, J. (2012). Sustainable Supply Chain Management: Literature Review, Trends, and Framework. International Journal of Computational Engineering & Management, 15(1), 85-90.*

11- *Ashrafi, M. & Chaharsooghi, S. (2011). Criteria for sustainable supplier selection. 2nd international and 4th National Logistics and Supply Chain Conference (pp. 1-17). 22, 23 Nov. Tehran, Iran Logistics. (in Persian)*

12- *Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Integrating sustainability in to supplier selection with grey system and rough set methodologies International Journal of Production Economics. 252-264.*

13- *Banker, R. D, Charnes A, Cooper W.W. (1984). Some models for estimatingtechnical a scale inefficiencies in DEA. Management Science, 30(9), 1078–1092.*

14- *Carter, C., & Easton, P. (2011). Sustainable Supply Chain Management: Evolution and Future Direction. International Journal of Physical Distribution & Logistic Management, 46-62.*

15- *Carter, C., & Rogers, D. (2008). A framework of sustainable Supply chain management: moving toward new theory. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38(5), 360-387.*

16- *Cetinkaya, B., Cuthbertson, R., Ewer, G., klaasWissing, T., Piotrowicz, W., & Tyssen, C. (2011). Sustainable Supply Chain Management: Practical Ideas for Moving towards Best Practice. Springer-verlag Berlin Heidelberg.*

17- *Charnes. A, Cooper .W. W., Rhodes. E. (1987). Measuring the efficiency of the decision making unit, European Journal of Operational Research 2(6), 429-444.*

18- *Daroonparvar, D., Daroonparvar, M., peymandar, M. & Tohidi, N. (2009). Performance assessment of iron manufacturer industries based on the criteria affecting its sustainable development with hierarchical decision-making method in fuzzy environment. Scientific Journal of Management, 6 (Special Issue), 5- 28. (in Persian)*

19- *Erol, I., Sencer, S., & Sari, R. (2011). A new fuzzy multi criteria framework for measuring sustainability performance of a supply chain. Ecological Economics, 70, 1088–1100.*

20- *Govindan, K., Khodaverdi, R., & Jafarian, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. Journal of Cleaner Production, 345-354.*

21- *Hsu, C.-W. E. (2011). Using the FDM and ANP to construct a sustainability balanced scorecard for the semiconductor industry. Expert Systems with Applications, 38, 12891–12899.*

22- *Hussain, M. (2011). Modeling The Enablers And Alternativrs For Sustainable Supply Chain Management. Concordia University, A Thesis for the Degree Master of Applied Science (Quality Systems Engineering). The Department of Concordia Institute for In.*

23- *Kuo, R., & Wang, Y. T. (2010). Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. Journal of Cleaner Production, 18, 1161-1170*

پیوست

جدول ۱: ارزیابی قیمت واحد میانگین پیشنهادی طی ۵ مناقصه (ریال)

تامین کننده ها	قیمت پیشنهادی				میانگین قیمت پیشنهادی ی	مطلق اختلاف قیمت پیشنهادی از ی	معکوس (X/۱)	نرمال
۱	2,100,000	2,110,000	2,050,000	2,000,000	2,050,000	68,000	0.00001471	1.0000
۲	2,160,000	2,318,500	2,247,000	2,255,000	2,135,000	93,100	0.00001074	0.7304
۳	3,270,000	3,390,000	3,170,000	3,470,000	3,550,000	1,240,000	0.00000081	0.0548
۴	3,110,000	3,210,000	3,110,000	3,080,000	3,110,000	994,000	0.00000101	0.0684
۵	2,899,900	2,770,500	2,779,990	2,699,900	2,898,900	679,838	0.00000147	0.1000
۶	3,110,000	3,330,000	3,420,000	2,205,000	3,204,000	923,800	0.00000108	0.0736
۷	3,110,000	3,210,000	3,110,000	3,065,000	3,110,000	991,000	0.00000101	0.0686
۸	3,896,000	3,890,000	3,990,000	3,970,000	3,750,000	1,769,200	0.00000057	0.0384
۹	3,280,000	3,390,000	3,190,000	3,260,000	3,350,000	1,164,000	0.00000086	0.0584
۱۰	3,680,000	4,850,000	4,960,000	4,990,000	4,850,000	2,536,000	0.00000039	0.0268
۱۱	3,240,000	3,340,000	3,590,000	3,460,000	3,850,000	1,366,000	0.00000073	0.0498
۱۲	3,240,000	3,350,000	3,590,000	3,470,000	3,870,000	1,374,000	0.00000073	0.0495
۱۳	3,896,000	4,860,000	4,940,000	3,970,000	3,980,000	2,199,200	0.00000045	0.0309
۱۴	2,100,000	3,210,000	3,110,000	3,000,000	3,167,000	787,400	0.00000127	0.0864
۱۵	6,900,000	5,950,000	6,920,000	6,950,000	5,920,000	4,398,000	0.00000023	0.0155
۱۶	2,875,900	2,729,500	2,729,990	2,619,900	2,829,900	627,038	0.00000159	0.1084
۱۷	3,282,000	3,392,000	3,185,000	3,460,000	3,440,000	1,221,800	0.00000082	0.0557
۱۸	3,110,000	3,360,000	3,510,000	2,280,000	3,210,000	964,000	0.00000104	0.0705
۱۹	3,110,000	3,220,000	3,790,000	3,072,000	3,108,000	1,130,000	0.00000088	0.0602
۲۰	2,518,900	2,629,800	2,719,990	2,670,900	2,829,900	543,898	0.00000184	0.1250
۲۱	3,389,000	3,599,000	3,399,000	3,289,000	3,359,000	1,277,000	0.00000078	0.0532

جدول ۲: ارزیابی معیار آلودگی ایجاد شده در سالن های رنگ براساس نسبت فضای سالن به میزان تولید سالانه

تامین کننده	حجم سالن رنگ (متر مکعب)	میزان تولید سالانه (تن)	نسبت حجم به میزان تولید	نرمال
تامین کننده ۱	3000	20	150	1.0000
تامین کننده ۲	2705.99	25	108.2396	0.7216
تامین کننده ۳	903.2	130	6.947692308	0.0463
تامین کننده ۴	1050.5	110	9.55	0.0637
تامین کننده ۵	1500	100	15	0.1000
تامین کننده ۶	1096	105	10.43809524	0.0696
تامین کننده ۷	1299.99	105	12.38085714	0.0825
تامین کننده ۸	1700	100	17	0.1133
تامین کننده ۹	993	122	8.139344262	0.0543
تامین کننده ۱۰	997	130	7.669230769	0.0511
تامین کننده ۱۱	871	135	6.451851852	0.0430
تامین کننده ۱۲	1310	103	12.7184466	0.0848
تامین کننده ۱۳	1314	120	10.95	0.0730
تامین کننده ۱۴	892	119	7.495798319	0.0500
تامین کننده ۱۵	1248	90	13.86666667	0.0924
تامین کننده ۱۶	892	119	7.495798319	0.0500
تامین کننده ۱۷	1232	84	14.66666667	0.0978
تامین کننده ۱۸	150	61	2.459016393	0.0164
تامین کننده ۱۹	1092	108	10.11111111	0.0674
تامین کننده ۲۰	1004	150	6.693333333	0.0446
تامین کننده ۲۱	1300	57	22.80701754	0.1520

جدول ۳: ارزیابی معیار تحویل به موقع کالا براساس تعداد روزهای تاخیر در طول یک سال طی ۵ سفارش

تامین کننده	سفارش ۱	سفارش ۲	سفارش۳	سفارش ۴	سفارش ۵	میانگین	معکوس	نرمال
تامین کننده ۱	2	5	0	3	6	3.2	0.3125	1.0000
تامین کننده ۲	3	5	3	6	5	4.4	0.227273	0.7273
تامین کننده ۳	23	16	30	35	20	24.8	0.040323	0.1290
تامین کننده ۴	55	47	50	60	52	52.8	0.018939	0.0606
تامین کننده ۵	145	135	160	150	163	150.6	0.00664	0.0212
تامین کننده ۶	120	120	135	135	120	126	0.007937	0.0254
تامین کننده ۷	110	110	84	84	125	102.6	0.009747	0.0312
تامین کننده ۸	155	155	178	195	190	174.6	0.005727	0.0183
تامین کننده ۹	145	145	178	175	175	163.6	0.006112	0.0196
تامین کننده ۱۰	132	120	150	135	155	138.4	0.007225	0.0231
تامین کننده ۱۱	130	121	148	134	143	135.2	0.007396	0.0237
تامین کننده ۱۲	115	120	130	135	112	122.4	0.00817	0.0261
تامین کننده ۱۳	130	115	152	132	158	137.4	0.007278	0.0233
تامین کننده ۱۴	155	155	177	194	190	174.2	0.005741	0.0184
تامین کننده ۱۵	110	115	120	132	114	118.2	0.00846	0.0271
تامین کننده ۱۶	150	145	178	170	170	162.6	0.00615	0.0197
تامین کننده ۱۷	120	125	135	137	110	125.4	0.007974	0.0255
تامین کننده ۱۸	120	139	135	125	110	125.8	0.007949	0.0254
تامین کننده ۱۹	145	165	180	170	175	167	0.005988	0.0192
تامین کننده ۲۰	154	130	155	150	173	152.4	0.006562	0.0210
تامین کننده ۲۱	90	115	140	95	110	110	0.009091	0.0291

جدول ۴: ارزیابی معیار پاک براساس نسبت انرژی تولیدی از پنل خورشیدی به میزان کل مصرف انرژی

نسبت انرژی تولیدی از پنل خورشیدی به میزان کل مصرف انرژی (kw)																
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	جمع	نرمال
تامین کننده ۱	۰.۲	۰.۵	۰.۶	۰.۷	۰.۷	۰.۸	۰.۹	۰.۴	۰.۵	۰.۳	۰.۴	۰.۳	۶.۳	۱.۰۰۰۰
تامین کننده ۲	۰.۰۰۶	۰.۰۵	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۹	۰.۰۵	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶	۰.۰۴	۰.۶۸۶	۰.۱۰۸۹
تامین کننده ۳	۰.۰۲۳	۰.۰۲۵	۰.۰۳۵	۰.۰۳	۰.۰۴۴	۰.۰۲۲	۰.۰۳۳	۰.۰۴	۰.۰۳۲	۰.۰۲۵۱	۰.۰۳۱	۰.۰۲۱	۰.۳۶۱۱	۰.۰۵۷۳
تامین کننده ۴	۰.۰۰۵۴	۰.۰۰۴۵	۰.۰۰۵	۰.۰۴۴	۰.۰۷۲۴	۰.۰۵۴۳	۰.۰۴۷۶	۰.۰۱۵۸	۰.۰۱۸	۰.۰۰۶	۰.۰۰۴	۰.۰۰۵	۰.۲۸۲	۰.۰۴۴۸
تامین کننده ۵	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۲	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۰۲	۰.۰۳۲۴	۰.۰۰۵۱
تامین کننده ۶	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۱۳	۰.۰۰۶	۰.۰۰۷	۰.۰۰۳	۰.۰۴۵۶	۰.۰۰۷۲
تامین کننده ۷	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۰۳	۰.۰۳۵۴	۰.۰۰۵۶
تامین کننده ۸	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۱۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۲	۰.۰۰۴	۰.۰۰۲	۰.۰۳۰۶	۰.۰۰۴۹
تامین کننده ۹	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۵	۰.۰۰۲۶	۰.۰۰۴۴	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۱۴	۰.۰۰۳	۰.۰۰۴	۰.۰۰۵	۰.۰۰۳	۰.۰۳۸	۰.۰۰۶۰
تامین کننده ۱۰	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۵	۰.۰۰۴۳	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۵	۰.۰۰۵	۰.۰۰۲	۰.۰۳۵۶	۰.۰۰۵۷
تامین کننده ۱۱	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۳۶	۰.۰۰۳۱	۰.۰۰۲۶	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۱۵	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۹۵	۰.۰۰۸۳	۰.۰۰۶۲	۰.۰۴۷۹	۰.۰۰۷۶
تامین کننده ۱۲	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲۳	۰.۰۰۳۵	۰.۰۰۳۲	۰.۰۰۲۸	۰.۰۰۴۳	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۱۸	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۴۱	۰.۰۰۷	۰.۰۰۵	۰.۰۴۰۷	۰.۰۰۶۵
تامین کننده ۱۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۱	۰.۰۰۲	۰.۰۰۱۱	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۱۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۲	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲	۰.۰۲۱۱	۰.۰۰۳۳
تامین کننده ۱۴	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۶	۰.۰۰۵	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۶	۰.۰۰۵	۰.۰۰۸	۰.۰۰۵	۰.۰۴۹۴	۰.۰۰۷۸
تامین کننده ۱۵	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۱	۰.۰۰۲	۰.۰۰۱۱	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۱۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۲	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲	۰.۰۲۱۱	۰.۰۰۳۳
تامین کننده ۱۶	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۲	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۰۶	۰.۰۳۶۴	۰.۰۰۵۸
تامین کننده ۱۷	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۳۲	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۹	۰.۰۰۴۱	۰.۰۰۸۱	۰.۰۰۴	۰.۰۴۴۵	۰.۰۰۷۱
تامین کننده ۱۸	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳۵	۰.۰۰۳۴	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۳	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۵	۰.۰۰۴	۰.۰۰۶	۰.۰۰۴	۰.۰۴۰۵	۰.۰۰۶۴
تامین کننده ۱۹	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۱۱	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۲	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۴	۰.۰۳۰۶	۰.۰۰۴۹
تامین کننده ۲۰	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲	۰.۰۰۳	۰.۰۰۳۲	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۳	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۸۱	۰.۰۰۷۱	۰.۰۰۵	۰.۰۴۵۲	۰.۰۰۷۲
تامین کننده ۲۱	۰.۰۰۳۴	۰.۰۰۳۸	۰.۰۰۴۷	۰.۰۰۵	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۴۷	۰.۰۰۴۹	۰.۰۰۲۵	۰.۰۰۲۸	۰.۰۰۴۸	۰.۰۰۴۷	۰.۰۰۳۵	۰.۴۷۲	۰.۰۰۷۵

جدول ۵: ارزیابی معیار سرانه آموزش براساس نسبت میزان آموزش تخصصی ارائه شده در طول سال به کل نیروها (سرانه آموزش هر نفر)

تامین کننده	سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین سرانه آموزش (ساعت)	نرمال
تامین کننده ۱	64.4	55.6	58,05	60	1.0000
تامین کننده ۲	53.995	53.995	55.745	54.57833333	0.9096
تامین کننده ۳	5.956	6.8965	7.7885	6.880333333	0.1147
تامین کننده ۴	10.689	13.795	15.795	13.42633333	0.2238
تامین کننده ۵	5.999	7.9259	9.8899	7.938266667	0.1323
تامین کننده ۶	19.745	18.797	18.405	18.98233333	0.3164
تامین کننده ۷	8.5159	9.8259	10.8359	9.7259	0.1621
تامین کننده ۸	11.122	13.982	15.972	13.692	0.2282
تامین کننده ۹	21.745	22.765	24.366	22.95866667	0.3826
تامین کننده ۱۰	3.205	4.5985	7.4985	5.100666667	0.0850
تامین کننده ۱۱	3.895	2.745	5.68	4.106666667	0.0684
تامین کننده ۱۲	1.794	1.632	1.55	1.658666667	0.0276
تامین کننده ۱۳	11.522	15.6	15.951	14.35766667	0.2393
تامین کننده ۱۴	4.55	6.45	7.45	6.15	0.1025
تامین کننده ۱۵	3.695	2.255	5.35	3.766666667	0.0628
تامین کننده ۱۶	15.468	18.568	15.959	16.665	0.2778
تامین کننده ۱۷	3.695	2.225	5.38	3.766666667	0.0628
تامین کننده ۱۸	18.649	16.752	19.575	18.32533333	0.3054
تامین کننده ۱۹	5.23	4.679	7.559	5.822666667	0.0970
تامین کننده ۲۰	6.6486	9.62	10.92	9.062866667	0.1510
تامین کننده ۲۱	1.796	1.689	2.862	2.115666667	0.0353

جدول ۶: ارزیابی معیار رضایت کارفرما براساس نسبت تعداد رضایتنامه (حسن انجام کار) به تعداد قراردادهای منعقد شده در طول سال

تامین کننده ها	سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین	نرمال
تامین کننده ۱	0.0485	0.033	0.0296	0.037033	0.0463
تامین کننده ۲	0.0582	0.0483	0.0464	0.050967	0.0637
تامین کننده ۳	0.056	0.098	0.086	0.08	0.1000
تامین کننده ۴	0.0184	0.013	0.0124	0.0146	0.0183
تامین کننده ۵	0.0184	0.0158	0.0128	0.015667	0.0196
تامین کننده ۶	0.0186	0.0199	0.0169	0.018467	0.0231
تامین کننده ۷	0.0188	0.0199	0.0181	0.018933	0.0237
تامین کننده ۸	0.8	0.7	0.9	0.8	1.0000
تامین کننده ۹	0.0084	0.0058	0.0028	0.005667	0.0071
تامین کننده ۱۰	0.0081	0.0051	0.0022	0.005133	0.0064
تامین کننده ۱۱	0.0066	0.0026	0.0025	0.0039	0.0049
تامین کننده ۱۲	0.0492	0.0435	0.0449	0.045867	0.0573
تامین کننده ۱۳	0.0428	0.0318	0.0329	0.035833	0.0448
تامین کننده ۱۴	0.0066	0.0028	0.0028	0.004067	0.0051
تامین کننده ۱۵	0.0087	0.0058	0.0028	0.005767	0.0072
تامین کننده ۱۶	0.126	0.0959	0.0885	0.103467	0.1293
تامین کننده ۱۷	0.0496	0.0436	0.0522	0.048467	0.0606
تامین کننده ۱۸	0.7971	0.802	0.801	0.800033	1.0000
تامین کننده ۱۹	0.457	0.589	0.686	0.577333	0.7217
تامین کننده ۲۰	0.0424	0.0366	0.0322	0.037067	0.0463
تامین کننده ۲۱	0.0496	0.0469	0.0564	0.050967	0.0637

جدول۷: ارزیابی معیار میزان درآمد ناشی از فروش محصولات (ریال)

تامین کننده	سال ۹۳	سال۹۴	سال۹۵	میانگین درآمد سه سال	نرمال
تامین کننده ۱	4,600,000,000	5,400,000,000	5,900,000,000	5,300,000,000	1.0000
تامین کننده ۲	3,145,650,000	2,548,460,000	3,125,600,000	2,939,903,333	0.5547
تامین کننده ۳	64,689,989	66,668,658	68,899,698	66,752,782	0.0126
تامین کننده ۴	43,689,989	45,986,959	49,258,456	46,311,801	0.0087
تامین کننده ۵	42,689,898	49,214,536	59,256,986	50,387,140	0.0095
تامین کننده ۶	75,878,245	78,896,245	81,546,986	78,773,825	0.0149
تامین کننده ۷	53,689,898	55,214,536	61,256,986	56,720,473	0.0107
تامین کننده ۸	2,800,256	4,800,563	6,900,256	4,833,692	0.0009
تامین کننده ۹	59,689,989	61,668,658	66,899,698	62,752,782	0.0118
تامین کننده ۱۰	54,689,898	60,214,536	63,256,986	59,387,140	0.0112
تامین کننده ۱۱	80,878,245	83,896,245	87,546,986	84,107,159	0.0159
تامین کننده ۱۲	66,689,989	68,668,658	72,899,698	69,419,448	0.0131
تامین کننده ۱۳	1,800,256	2,800,563	2,900,256	2,500,358	0.0005
تامین کننده ۱۴	75,878,245	78,896,245	81,546,986	78,773,825	0.0149
تامین کننده ۱۵	23,689,989	25,986,959	28,258,456	25,978,468	0.0049
تامین کننده ۱۶	54,689,898	60,214,536	63,256,986	59,387,140	0.0112
تامین کننده ۱۷	74,878,245	76,896,245	80,546,986	77,440,492	0.0146
تامین کننده ۱۸	65,689,989	67,668,658	69,899,698	67,752,782	0.0128
تامین کننده ۱۹	42,689,898	48,214,536	55,256,986	48,720,473	0.0092
تامین کننده ۲۰	75,878,245	78,896,245	81,546,986	78,773,825	0.0149
تامین کننده ۲۱	78,878,245	82,896,245	85,546,986	82,440,492	0.0156

جدول ۸: ارزیابی معیار بازیافت براساس میزان کل درآمد درسال/(قیمت واحدفروش محصولات بازیافت*مقداربازیافت محصولات در سال (تن)) (ریال)

تامین کننده	سال۹۳	سال ۹۴	سال ۹۵	میانگین	نرمال
تامین کننده ۱	0.0476	0.06965	0.0569	0.05805	0.9675
تامین کننده ۲	0.05	0.06	0.07	0.06	1.0000
تامین کننده ۳	0.00154	0.00019	0.0018	0.0011767	0.0196
تامین کننده ۴	0.0017	0.00015	0.0014	0.0010833	0.0181
تامین کننده ۵	0.0004	0.00012	0.00034	0.0002867	0.0048
تامین کننده ۶	0.00068	0.00042	0.00054	0.0005467	0.0091
تامین کننده ۷	0.0025	0.00014	0.0011	0.0012467	0.0208
تامین کننده ۸	0.0021	0.00011	0.002	0.0014033	0.0234
تامین کننده ۹	0.0004	0.00012	0.00036	0.0002933	0.0049
تامین کننده ۱۰	0.0012	0.00012	0.00115	0.0008233	0.0137
تامین کننده ۱۱	0.00063	0.00042	0.00041	0.0004867	0.0081
تامین کننده ۱۲	0.0012	0.00004	0.00092	0.00072	0.0120
تامین کننده ۱۳	0.0011	0.00004	0.00092	0.0006867	0.0114
تامین کننده ۱۴	0.00035	0.00025	0.00024	0.00028	0.0047
تامین کننده ۱۵	0.00105	0.000104	0.00112	0.000758	0.0126
تامین کننده ۱۶	0.0012	0.00012	0.00125	0.0008567	0.0143
تامین کننده ۱۷	0.00053	0.00033	0.00031	0.00039	0.0065
تامین کننده ۱۸	0.0006	0.0004	0.0003	0.0004333	0.0072
تامین کننده ۱۹	0.0011	0.00001	0.00069	0.0006	0.0100
تامین کننده ۲۰	0.00033	0.00025	0.00023	0.00027	0.0045
تامین کننده ۲۱	0.0016	0.00024	0.00142	0.0010867	0.0181

جدول ۹: ارزیابی معیار میزان رضایت جامعه براساس نسبت تعدادحوادث لوله اصلی دریک زون ایزوله شده به طول شبکه (کیلومتر)- مطلوبیت منفی

تامین کنندگان	سال ۹۳	سال۹۴	سال۹۵	میانگین	معکوس	نرمال
تامین کننده ۱	0.8	0.4	0.3	0.5	2.0000	1.0000
تامین کننده ۲	0.5	0.6	0.4	0.5	2.0000	1.0000
تامین کننده ۳	58.989	45.659	46.844	50.49733	0.0198	0.0099
تامین کننده ۴	48.89	36.998	40.999	42.29567	0.0236	0.0118
تامین کننده ۵	49.89	39.998	43.999	44.629	0.0224	0.0112
تامین کننده ۶	48.89	32.998	36.999	39.629	0.0252	0.0126
تامین کننده ۷	30.29	26.198	29.899	28.79567	0.0347	0.0174
تامین کننده ۸	75.989	76.659	76.844	76.49733	0.0131	0.0065
تامین کننده ۹	48.89	36.998	40.999	42.29567	0.0236	0.0118
تامین کننده ۱۰	49.89	39.998	43.999	44.629	0.0224	0.0112
تامین کننده ۱۱	52.89	45.998	40.999	46.629	0.0214	0.0107
تامین کننده ۱۲	29.29	22.198	24.899	25.46233	0.0393	0.0196
تامین کننده ۱۳	59.989	47.659	49.844	52.49733	0.0190	0.0095
تامین کننده ۱۴	36.29	28.198	35.899	33.46233	0.0299	0.0149
تامین کننده ۱۵	52.89	45.998	40.999	46.629	0.0214	0.0107
تامین کننده ۱۶	48.89	36.998	40.999	42.29567	0.0236	0.0118
تامین کننده ۱۷	0.9699	1.1764	0.5579	0.9014	1.1094	0.5547
تامین کننده ۱۸	48.89	32.998	36.999	39.629	0.0252	0.0126
تامین کننده ۱۹	59.989	47.659	49.844	52.49733	0.0190	0.0095
تامین کننده ۲۰	36.29	30.198	33.899	33.46233	0.0299	0.0149
تامین کننده ۲۱	0.9399	0.8969	0.4579	0.7649	1.3074	0.6537

جدول ۱۰: داده‌های نرمال مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶

دفتر تامین کنندگان مراجعه گردید. در این بخش، اطلاعات استخراج شده جهت استفاده در روش تحلیل پوششی داده ها برای این پژوهش را بین صفر و یک نرمالیزه کردیم. در این روش نرمال سازی، هر مقدار در هر ستون (شاخص) را به ماکزیمم مقدار موجود در ستون تقسیم می‌کنیم. یعنی :

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{Maxa_{ij}}$$

داده‌های نرمال مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی تامین کنندگان برای ارزیابی کارایی در جدول ٤-١١ارایه شده است.

جدول٤-١١: داده‌های نرمال مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ٦

تامین کننده	ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳	ورودی ٤	ورودی ٥	ورودی ٦	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳
۱	۱،۰۰۰۰	۱،۰۰۰۰	۱،۰۰۰۰	۱،۰۰۰۰	۱،۰۰۰۰	۰،۰٤٦۳	۱،۰۰۰۰	۰،۹٦۷٥	۱،۰۰۰۰
۲	۰،۷۳۰٥	۰،۷۲۱۷	۰،۷٤٤٥	۰،۱۰۸۹	۰،۹۰۹٦	۰،۰٦۳۷	۰،٥٥٤۷	۱،۰۰۰۰	۱،۰۰۰۰
۳	۰،۰٥٤۸	۰،۰٤٦۳	۰،۱۲۹۳	۰،۰٥۷۳	۰،۱۱٤۷	۰،۱۰۰۰	۰،۰۱۲٦	۰،۰۱۹٦	۰،۰۰۹۰
٤	۰،۰٦۸٤	۰،۰٦۳۷	۰،۰٦۰٦	۰،۰٤٤۸	۰،۲۲۳۸	۰،۰۱۸۳	۰،۰۰۸٦	۰،۰۱۸۱	۰،۰۱۱۸
٥	۰،۱۰۰۰	۰،۱۰۰۰	۰،۰۲۱۲	۰،۰۰٥۱	۰،۱۳۲۳	۰،۰۱۹٦	۰،۰۰۹٥	۰،۰۰٤۸	۰،۰۱۱۲
٦	۰،۰۷۳٦	۰،۰٦۹٦	۰،۰۲٥٤	۰،۰۰۷۲	۰،۳۱٦٤	۰،۰۲۳۱	۰،۰۱٤۹	۰،۰۰۹۱	۰،۰۱۲٦
۷	۰،۰٦۸٦	۰،۰۸۲٦	۰،۰۳۱۲	۰،۰۰٥٦	۰،۱٦۲۱	۰،۰۲۳۷	۰،۰۱۰۷	۰،۰۲۰۸	۰،۰۱۷٤
۸	۰،۰۳۸٤	۰،۱۱۳۰	۰،۰۱۸۳	۰،۰۰٤۹	۰،۲۲۸۲	۱،۰۰۰۰	۰،۰۰۹۰	۰،۰۲۳٤	۰،۰۰٦٥
۹	۰،۰٥۸٤	۰،۰٥٤۳	۰،۰۱۹٦	۰،۰۰٦۰	۰،۳۸۲٦	۰،۰۰۷۱	۰،۰۱۱۸	۰،۰۰٤۹	۰،۰۱۱۸
۱۰	۰،۰۲٦۸	۰،۰٥۱۱	۰،۰۲۳۱	۰،۰۰٥۷	۰،۰۸٤۹	۰،۰۰٦٤	۰،۰۱۱۲	۰،۰۱۳۷	۰،۰۱۱۲
۱۱	۰،۰٤۹۸	۰،۰٤۳۰	۰،۰۲۳۷	۰،۰۰۷٦	۰،۰٦۸٤	۰،۰۰٤۹	۰،۰۱٥۹	۰،۰۰۸۱	۰،۰۱۰۷
۱۲	۰،۰٤۹٥	۰،۰۸٤۸	۰،۰۲٦۱	۰،۰۰٦٥	۰،۰۲۷٦	۰،۰٥۷۳	۰،۰۱۳۱	۰،۰۱۲۰	۰،۰۱۹٦
۱۳	۰،۰۳۰۹	۰،۰۳۷۰	۰،۰۲۳۳	۰،۰۰۳۳	۰،۲۳۹۳	۰،۰٤٤۸	۰،۰۰٥۰	۰،۰۱۱٤	۰،۰۰۹٥
۱٤	۰،۰۸٦٤	۰،۰٥۰۰	۰،۰۱۸٤	۰،۰۰۷۸	۰،۱۰۲٥	۰،۰۰٥۱	۰،۰۱٦۱	۰،۰۰٤۷	۰،۰۱٤۹
۱٥	۰،۰۱٥٥	۰،۰۹۲٤	۰،۰۲۷۱	۰،۰۰۳۳	۰،۰٦۲۸	۰،۰۰۷۲	۰،۰۰٤۹	۰،۰۱۲٦	۰،۰۱۰۷
۱٦	۰،۱۰۸٤	۰،۰٥۰۰	۰،۰۱۹۷	۰،۰۰٥۸	۰،۲۷۷۸	۰،۱۲۹۳	۰،۰۱۱۲	۰،۰۱۷٤	۰،۰۱۱۸
۱۷	۰،۰٥٥۷	۰،۰۹۷۸	۰،۰۲٥٥	۰،۰۰۷۱	۰،۰٦۲۸	۰،۰٦۰٦	۰،۰۱٤٦	۰،۰۰٦٥	۰،٥٥٤۷
۱۸	۰،۰۷۰٥	۰،۰۱۸٥	۰،۰۲٥٤	۰،۰۰٦٤	۰،۳۰٥٤	۱،۰۰۰۰	۰،۰۱۲۸	۰،۰۰۷۲	۰،۰۱۲٦
۱۹	۰،۰٦۰۲	۰،۰٦۷٤	۰،۰۱۹۲	۰،۰۰٤۹	۰،۰۹۷۰	۰،۷۲۱۷	۰،۰۰۹۲	۰،۰۱۰۰	۰،۰۰۹٥
۲۰	۰،۱۲٥۰	۰،۰٤٤٦	۰،۰۲۱۰	۰،۰۰۷۲	۰،۱٥۱۰	۰،۰٤٦۳	۰،۰۱٤۹	۰،۰۰٤٥	۰،۰۱٤۹
۲۱	۰،۰٥۳۲	۰،۰۱٥۲	۰،۰۲۹۱	۰،۰۰۷٥	۰،۰۳٥۳	۰،۰٦۳۷	۰،۰۱٥٦	۰،۰۱۸۱	۰،٦٥۳۷

پی نوشت

[1] *Clare Brindley and Lynn Oxborrow*
[2] *Chun-Mei Su*
[3] *Reliability*
[4] *Validity*
[5] *Anderson-Peterson*