

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 تأمین پایدار هدایت نموده است. چون که زنجیره تأمین پایدار عبارت است از بهبود عملکرد طولانی مدت زنجیره تأمین جهت رفع مشکلات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی در زنجیره تأمین سنتی می‌باشد. با توجه به اینکه زنجیره‌های تأمین در سال‌های 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 تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین 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 تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین 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 شاخص‌ها را کاهش دادیم. در نهایت با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به رتبه بندی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین پایدار شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران به‌عنوان جامعه آماری مورد مطالعه پرداختیم.

کلید واژه:

مدیریت زنجیره تأمین، پایداری، تحلیل پوششی داده‌ها، شرکت آب و فاضلاب

مقدمه

معنی پایداری اینگونه تعریف شده است که یعنی انسان نیاز به درآمد حاصل از سرمایه‌های طبیعت دارد و نه سرمایه‌های خود، لذا برای کسب پایداری همواره شرکت‌ها در تلاش هستند تا نسبت به تولید محصولات که آسیب‌های محیطی و اجتماعی ندارند را تولید نمایند. منشا مدیریت زنجیره تأمین پایدار همان پایداری آن می‌باشد؛ در واقع پایداری در زنجیره تأمین به معنی جهت دادن زنجیره تأمین به سوی جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می‌باشد، همچنین حل نمودن معضلات و مشکلات مربوط به این جنبه هادر زنجیره تأمین سنتی را نیز مدیریت می‌کند. بیشترین تعریف پذیرفته‌شده برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار، فرآیند مدیریت زنجیره تأمین با مد نظر قرار دادن مسائل محیطی، اقتصادی و اجتماعی برای افزایش هدف‌های اقتصادی بلند مدت شرکت‌ها و زنجیره تأمین آنها می‌باشد (ال-اوده و اسمالوود، ۲۰۱۲). کلیر بریندلی و لین اوکسبرو (۲۰۱۳) در مقاله خود با عنوان "همانگونه 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 تأمین 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

رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در زنجیره
تأمین 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

تأمین‌کننده ی پایدار را مد نظر قرار می‌دهند. این مطالعه به منظور انتخاب بهترین تأمین‌کننده ی پایدار شرکت شیمیایی آذر رزین در استان قزوین ارایه شده است و معیارهای مورد بررسی آن شامل هزینه کلی حمل و نقل، قیمت و تعداد محموله در هر ماه می‌باشد. چون می‌سوز و همکاران (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 می باشد. در این مطالعه دو نوع داده یعنی اطلاعات کیفی و کمی را در نظر می گیرد. برون و همکارانش (۲۰۱۵) تحقیقی را در زمینه طراحی و برنامه ریزی اقتصادی، محیطی و اجتماعی در زنجیره تامین پایدار شرکت تولید و توزیع باطری در پرتغال انجام داده اند. در این پژوهش یک مدل ریاضی چند هدفه برای طراحی و برنامه ریزی زنجیره تامین جهت یکپارچه نمودن بعد های پایداری که شامل ابعاد اقتصادی، محیطی و اجتماعی می باشد، ارائه گردیده است. نتایج نشان می دهد که مدل در سه بعد پایداری زنجیره تامین بهبود یافته است و بینش های مهم مدیریتی را پیشنهاد می نماید. 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 سال های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ انجام شده است و نتایج دلالت بر آن 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 داده اند. در این تحقیق با بررسی ۱۰۰۰ شرکت هندی در راستای آزمون ۲ فرضیه انجام گردید و نتایج دلالت بر آن دارد که خط مشی سبز و مدیریت زنجیره تامین سبز منجر به پایداری می شوند. صائب بهرام و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله خود با عنوان "استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی در انتخاب تامین کننده در زنجیره تامین پایدار" سه معیار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای ۴ تأمین کننده (A,B,C,D) مورد بررسی قرار داده اند. که شرکت A نسبت به سایر تأمین کنندگان امتیاز بیشتری کسب کرده اما در معیارهای توانایی مالی و مدیریت زنجیره تامین سبز امتیاز پایینی را نسبت به سایر تأمین کنندگان به دست آورده است این تأمین کننده با بهبود امتیازها این معیارها به دلیل برتری در سایر معیارها می تواند 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 تامین پایدار به دست آورده اند. یکی از هدف های مدیریت زنجیره تامین پایدار حداقل نمودن میزان کل آلوده کننده های منتشر شده تحت تاثیر نوع وسیله نقلیه استفاده شده در شبکه است. هدف با برقرار نمودن محدودیت در میزان تولید گاز دی اکسید کربن منتشر شده در کل شبکه ارضا می شود و همچنین با در نظر گرفتن مدیریت موجودی در مدل زنجیره تامین پایدار به جهت محاسبه دقیقتر و مناسبتر گاز CO2 منتشر شده در شبکه می پردازد. کریمی و همکاران (۱۳۹۴) تحقیقی را در جهت بهینه نمودن و برنامه ریزی چند هدفه در زنجیره تامین سبز انجام داده اند. در این پژوهش یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط با دو تابع هدف بیشترین سود و کمترین میزان انتشار گاز دی اکسید کربن ارائه نمودند. این مدل کمک می کند تا برای یک شبکه حمل بار موجود برای یک صنعت بهترین وسیله های حمل را بتوان انتخاب نمود تا علاوه بر افزایش سود، میزان انتشار گاز دی اکسید کربن نیز حداقل گردد.

با توجه به بررسی های صورت گرفته بر روی تاریخچه، مشخص شد که بیشترین مدل های موجود در زمینه پایداری، سه بعد زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به عنوان ابعاد اصلی پایداری می باشند. در این مقاله سنجه های هر سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را لحاظ و با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها تأمین کنندگان کار را شناسایی نموده و رتبه بندی انجام شده است.

۱. بیان مسأله

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

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

زنجیره تامین سنتی	زنجیره تامین پایدار
تمرکز تنها بر روی عرضه کالا از تامین کننده تا مشتری نهایی	مفاهیم اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در طول زنجیره تامین در نظر گرفته شده است.
جریان مواد و اطلاعات خطی هستند.	جریان مواد به منظور ترکیب سه شاخص فوق پیچیده اند.
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 اندازه‌گیری کارایی و جایگاه آن در ارزیابی عملکردی مربوط به سازمان‌ها و موسسات این موضوع از نظر محققین دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. در سال ۱۹۵۷ فارل با استفاده از روشی مانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای یک واحد تولیدی نمود (Farrel, 1957). موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مدنظر قرار داده بود شامل یک ورودی و یک خروجی بود. مطالعه فارل شامل اندازه‌گیری "کارایی‌های فنی" و "تخصیصی" و "مشقت تابع تولید کارا" بود. فارل از مدل خود برای پیش‌بینی مقدار کارایی حوزه کشاورزی کشور ایالات متحده با مابقی کشورها استفاده کرد، ولی با توجه به اینکه این روش تمامی ورودی‌ها و خروجی‌های مختلف را پوشش نمی‌داد روش موفق 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 در سال 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 بهره‌گیری سازمان‌ها از بهره‌وری با هدف استفاده از منابع در جهت نیل به اهداف سازمانی و با توجه به وضع قوانین متعدد بین‌المللی و تقاضای مشتریان در خصوص جنبه‌های زیست محیطی، شاهد یک هماهنگی و سازشی مطلوب بین هدف‌های مربوط به رشد اقتصادی و حفظ از محیط زیست ایجاد گردید که این امر سبب شد تا امروزه زنجیره تأمین 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 معمولاً غیر قابل جایگزین آنها می‌باشد، با توجه به این موضوع که زنجیره تأمین 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 می‌گذارد و معمولاً مدیران زنجیره تأمین همواره در جهت تحویل به موقع کالا و خدمات و همچنین کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت تلاش چشمگیری دارند (طاهری، ۱۳۸۵). اثر فعالیت‌های گوناگون درگیر در زنجیره تأمین بر زندگی اجتماعی و مسائل زیست محیطی که منجر به توسعه پایدار می‌شود را نیز باید مد نظر قرار داد، مفاهیم مدیریت زنجیره تأمین سبز و مدیریت زنجیره تأمین پایدار به منظور اهمیت نگرانی‌های اجتماعی و زیست محیطی همراه با عوامل اقتصادی در برنامه‌ریزی زنجیره تأمین مشخص شد. (ماهنامه تخصصی لجستیک و زنجیره تأمین پایدار، ۱۳۹۳).

در این مقاله هدف ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین 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 تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین پایدار با توجه به سنج‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی برای شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ می‌پردازیم. 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 رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین 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 تأمین‌کننده زنجیره تأمین پایدار توصیف می‌شود و سپس از میان مدل‌های موجود، با توجه به وضعیت زنجیره تأمین 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 قاعده‌های 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 می‌توان 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 مجموعه دانش موجود در موضوعی خاص می‌باشند. تحقیقات بنیادی، بعد از بررسی نظریه‌ها، آن‌ها را تایید، تعدیل یا مردود می‌کند.

تحقیقات کاربردی: هدف تحقیقات کاربردی توسعه 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 علمی را 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 می‌باشد. 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 می‌باشد. به عبارت دیگر تحقیقات کاربردی به سمت کاربرد عملی دانش هدایت و مورد استفاده قرار می‌گیرد. (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 می‌باشد. 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

۱.۳. فرآیند استخراج و تبیین شاخص‌ها:

مراجعه به کتابخانه‌ها، سایت‌ها 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 مهندسی و بهره‌برداری، اعضای کمیته ارزیابی کیفی و فنی شرکت، مدیران و کارشناسان بازرگانی)، معیارهای ارزیابی عملکرد تامین کنندگان زنجیره تامین پایدار نهایی شد.

۱.۱.۳. جمع‌آوری اطلاعات مربوط به معیارها:

از آنجایی که معیار های انتخابی همگی کمی بودند، لذا برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به معیارهای تامین کنندگان از بانک اطلاعاتی شرکت آبفای منطقه ۶ 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. روایی ۳ و پایایی ۴ پرسش‌نامه

روایی محتوا به تحلیل منطقی محتوای یک آزمون بستگی دارد و تعیین آن بر اساس قضاوت ذهنی و فردی می‌باشد. 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 می‌کند. فردی که این بررسی را انجام می‌دهد می‌تواند 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 می‌گیرد. اعتبار صوری ممکن است برای توصیه برخی از مقیاس‌ها و پرسشنامه‌ها 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 می‌گردد، 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 پاسخ‌ها تأثیر به سزایی خواهد داشت. مفهوم اعتبار به این سوال پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد خصیصه مورد نظر را مورد سنجش قرار می‌دهد بدون آگاهی از اعتبار ابزار اندازه‌گیری نمی‌توان به دقت داده‌های حاصل از آن اطمینان داشت. ابزار اندازه‌گیری 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): به طور 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 اندازه‌گیری به عنوان اندازه‌گیری از عدم دقت آزمون مطرح گشت، تا در دهه ۱۹۵۰ مفهوم پایایی جایگزین مفهوم خطای اندازه‌گیری شود. مفهوم یاد شده با این امر سروکار دارد که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه حد نتایج یکسانی به دست می‌دهد، معمولاً دامنه ضرایب قابلیت اعتماد از صفر (عدم ارتباط) تا ۱+ (ارتباط کامل) متغیر می‌باشد (سرمد و دیگران، ۱۳۹۶).

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

۱.۴. جامعه آماری و حجم تقریبی نمونه

جامعه آماری به عنوان همه عناصری تعریف می‌گردد 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، تأمین‌کنندگان 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 داده‌های تحقیق پس جمع‌آوری اطلاعات از طریق پرسشنامه، مصاحبه، مطالعات کتابخانه‌ای، برگزاری جلسات با مدیران، معاونین و کارشناسان حوزه‌های تخصصی شرکت از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده خواهد شد. به منظور اجرای مدل‌های 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 تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین 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 مرحله دیگر است. معیارهای ذیل در تحقیق حاضر به عنوان معیارهای نهایی در ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین پایدار تأمین‌کنندگان 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 زیست محیطی)
- استفاده از فناوری‌های پاک (بعد زیست محیطی)
- میزان بازیافت (بعد زیست محیطی)
- 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، بیمارستان‌ها، 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 تصمیم‌گیری خواهیم کرد. چون ممکن است تعداد زیادی از واحد های تصمیم‌گیری نمره کارایی ۱ را داشته باشند و نتوان رتبه بندی انجام نمود در اینجا از مدل‌های اندرسون پترسون ۵ (AP) استفاده می‌کنیم و کارایی واحدهای که کارا هستند، دوباره ارزیابی می‌کنیم. در نهایت هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری را با توجه به امتیاز کارایی بدست آمده به وسیله این مدل‌ها رتبه‌بندی خواهیم نمود که در ادامه این مدل‌ها تشریح خواهند شد.

۳.۵. مدل CCR ورودی محور

هدف این مدل آن است که θ را برای رسیدن به کمترین سطح ورودی حداقل کند. مدل پوششی CCR ورودی محور با افزودن متغیرهای کمکی به صورت زیر است:

$\min \theta$

s.t.

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

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

$$\lambda_j \geq 0, \quad (j = 1, \dots, n)$$

۴.۵. مدل اندرسون-پترسون (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:

$\min \theta$

s.t.

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

$$\sum_{j=1, j \neq o}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r = 1, \dots, s \quad (2)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad (j = 1, \dots, n, \quad j \neq o)$$

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 تامین‌کنندگان 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 باز یافت
- 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)

تأمین‌کنندگان کالا در عرصه رقابت و فضای کسب و کار می‌توانند با دریافت اسناد مربوط به مناقصه جهت شرکت در مناقصات مربوط به تأمین کالای سازمان‌ها و شرکت‌ها پس از مطالعه برآورد پیشنهادی سازمان مربوطه و آنالیزهای مربوط به تهیه کالا، نسبت به ارائه قیمت‌های پیشنهادی خود اقدام می‌نمایند. روال در قالب سازمان‌ها به این شکل می‌باشد که پس از برگزاری مناقصه و چاپ آگهی شرکت در مناقصات، مناقصه‌گذار پس از اعلام شرایط اختصاصی مناقصه، مدت زمانی را جهت تحویل اسناد مربوطه به تأمین‌کنندگان می‌دهد، لذا بعد از دریافت اسناد مناقصه شرکت‌ها در صورت دو مرحله‌ای 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 تأیید صلاحیت شرکت‌های تأمین‌کننده، پاکت قیمت پیشنهادی شرکت‌ها بازگشایی می‌شود که می‌تواند براساس پایه قیمت برآورد و یا پایین‌تر از برآورد محاسبه شده (مینوس) و یا بالاتر از برآورد (پلوس) باشد. لذا با توجه به بهای عادی (که توسط کارشناس منتخب هیئت مدیره شرکت‌ها برآورد اعلام شده مورد بررسی قرار می‌گیرد و حداقل و حداکثر درصد برای آن مشخص می‌گردد) قیمت پیشنهادی شرکت‌ها اعلام می‌گردد بدیهی است قیمت اعلامی با توجه به امتیاز کسب شده در ارزیابی فنی تراز می‌شود و حداقل قیمت پیشنهادی نزدیک به قیمت برآوردی به عنوان برنده مناقصه جهت تأمین کالا معرفی می‌گردد. با توجه به توضیحات داده شده ضمن بررسی اطلاعات و مستندات موجود شرکت‌های تأمین‌کننده لوله و همچنین استفاده از نظرات اعضای کمیته ارزیابی شرکت آب و فاضلاب منطقه شش، در ابتدا جنس لوله‌های 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 تأمین‌کننده در ۵ مناقصه بر اساس قیمت برآوردی توسط مناقصه‌گذار، قیمت پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه هر تأمین‌کننده برای ارائه قیمت پیشنهادی اعلام شده خود باید آنالیز دقیقی داشته باشد لذا میانگین قیمت‌های پیشنهادی هر تأمین‌کننده در ۵ مناقصه محاسبه می‌شود و تأمین‌کننده‌ها بر اساس اختلاف میانگین قیمت پیشنهادی با قیمت برآوردی امتیاز کسب می‌کنند. بدیهی است امتیاز هر تأمین‌کننده به ماکزیمم امتیاز کسب شده در این معیار تقسیم شده و امتیاز نرمال شده هر تأمین‌کننده بدست می‌آید.

۶.۵. آلودگی ایجاد شده (ورودی)

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

آلودگی هوا ناشی از وجود کارخانجات

آلودگی ناشی از پساب‌های کارخانجات

آلودگی هوا با توجه به گسترش شهرها و افزایش کارخانجات صنعتی افزایش منابع آلاینده‌های هوا، هوای اغلب شهرهای بزرگ و صنعتی آلوده می‌باشد و با توجه به خطراتی که این آلودگی برای سلامت افراد ساکن در مناطق آلوده علی‌الخصوص اطراف کارخانجات تولیدکننده و صنعتی می‌باشد بطور کلی آلودگی هوا سه مرحله دارد: الف) نحوه و نوع انتشار آلودگی هوا ب) نحوه پراکنش آلودگی هوا ج) تأثیرات آلودگی هوا.

آلودگی ناشی از صنایع منبع اصلی آلودگی است که در اثر فعالیت های مصنوعی ایجاد می شود. سوخت اکثر کارخانجات از مواد فسیلی مانند نفت و گاز و زغال سنگ می باشد. که آلودگی های شدیدی در اثر استفاده از این سوخت ها ایجاد می شود. معمولاً کارخانجات باید فاصله زیادی با شهرها داشته باشند تا آلودگی های ناشی از آنها به مردم شهر ضرر نرساند اما متأسفانه در کشور، کارخانجات زیادی در اطراف کلان شهرهایی مثل تهران قرار گرفته اند که آلودگی های هوا را چندین برابر کرده است. آلوده شدن هوای اطراف که منبع تنفس همه موجودات است به طور قطع پاسخگویی بسیاری از بیماری های تنفسی خواهد شد. آلودگی های ناشی از پساب های کارخانجات: آب های آلوده ای که در کارخانجات و مراکز صنعتی تولید شده به شدت سمی می باشند و نمی تواند به مصارفی برسد و برای برگشت آنها دوباره به محیط زیست باید به صورت دقیق تصفیه شوند و چه بسا آب هایی که مصارف خاصی داشته اند قابل استفاده مجدد نمی باشند. فاضلاب های صنعتی با توجه به ترکیبات خاصی که دارند باعث آلودگی آب و مرگ آبزیان می گردند. فاضلاب های صنعتی نسبت به فاضلاب های خانگی دارای ترکیبات شیمیایی سمی بیشتری می باشند و دارای خاصیت خوردگی و قلیایی و اسیدی بالایی هستند؛ از مهمترین ترکیبات این فاضلاب ها وجود مواد شیمیایی با ترکیب آرسنیک، سرب، جیوه می باشند. پساب کارخانجات به جهت فواید زیست محیطی که ایجاد میکنند اهمیت ویژه ای دارند چنانچه که پساب کارخانه ای با ترکیبات جیوه ای می تواند باعث خلق هزاران نوزاد ناقص الخلقه و مرگ و میر مردم گردد. لذا آلودگی ایجاد شده توسط تامین کننده گان لوله و اتصالات می تواند از دیدگاه زیست محیطی دارای اهمیت زیادی باشد. به همین نسبت بازدید از کارخانجات تولید کننده و بررسی وضعیت موجود آنها از لحاظ مرصبت های انجام شده در بحث آلودگی هوا و آب مورد تاکید بوده و در این خصوص نیز دقت نظر بیشتری مورد تاکید می باشد. با توجه به اینکه در کارخانجات تولید لوله با جنس های چدن، فولاد و پلی اتیلن مصرف آب زیادی جهت تولید لوله استفاده نمی گردد و تنها در تولید لوله های 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 نمی باشد ولی در مراحل تولید لوله مواردی همچون ریخته گری، پرداخت لوله ها و رنگ آمیزی 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 (سالن های رنگ، ریخته گری، پرداخت ...) به عنوان یک معیار مهم جهت ارزیابی آلودگی ایجاد شده توسط هر تولید کننده می باشد. با توجه به بررسی های 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.

۷.۵. تحویل به موقع کالا (ورودی)

تامین کنندگان مواد و قطعات کاملاً مرغوب را در دست های کوچک و فواصل زمانی دقیق و مناسب تحویل می دهند زیر در سیستم کالاهای نامرغوب و تحویل های خارج از زمان پیش بینی، باعث گسیختگی در جریان منظم کارها می شود. به علاوه بازرسی مواد و قطعات خریداری شده کاری بیهوده تلقی می شود. زیرا باعث اضافه شدن ارزش افزوده به محصولات نمی شود در این نظام بازرسی و کنترل کیفی بر دوش فروشنده و تامین کننده 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 می شوند، 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 زیاده تر و مستحکم تر می کند. تحویل به موقع کالا توسط تامین کنندگان لوله یکی از معیارهای مهم برای شرکت آب و فاضلاب منطقه شش به حساب می آید. در پروژه های 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 تامین کننده که عدد کسب شده آن پایین تر باشد به عنوان رتبه بالاتر نسبت به سایر تامین کننده در این معیار خواهد بود.

۸.۵. 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 فناوری های تولید انرژی پایدار به کار می رود. انرژی های تجدیدپذیر، انرژی هایی است که می تواند به سادگی تجدید شوند. فن آوری های پاک می توانند با رقابتی 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 شرکت های تامین کننده مورد بررسی قرار گرفته و استفاده



از انرژی‌های نو به عنوان یک پارامتر مثبت در نظر گرفته شده است. استفاده از پل‌های 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 تأمین‌کنندگان لوله استفاده از پل‌های 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 تأمین‌کنندگان در این بخش از نسبت انرژی تولید شده توسط پل 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 تأمین کننده با ماکزیمم به دست آمده نرمال گردید.

۹.۵. میزان آموزش کارکنان (ورودی)

تاکید برداشتن کارکنان ماهر رمز موفقیت بسیاری از شرکت‌ها و کارخانجات می‌باشد. با داشتن کارگران توانمند و نوآور پیشرفت و توسعه هر تولید کننده می‌تواند به راحتی انجام پذیرد. لذا بحث میزان آموزش می‌تواند به عنوان یکی از مهمترین معیارها برای هر تأمین کننده باشد. در این بخش از آموزش کارکنان شامل مدیر عامل و اعضای هیئت مدیره آن و همچنین کارکنان کلیدی شرکت‌ها مدنظر می‌باشد. و براساس دوره های آموزشی در زمینه های تخصصی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. آموزشها در ارزیابی فنی شرکت ها به دو بخش آموزش کوتاه مدت و آموزش بلند مدت تقسیم می‌شود. (دوره های کوتاه مدت شامل آموزش های کمتر از ۱۲۰ ساعت و بلند مدت بیشتر از ۱۲۰ ساعت می‌باشد). با توجه به میزان اثربخشی آموزشهای حین خدمت و تاثیر آن در عملکرد کارگران و سرپرستان در شرکت‌های تأمین کننده لوله، آموزش‌های حین خدمت برای نفرا ت 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 تأمین کنندگان در بخش از نسبت ساعات میزان آموزش تخصصی هر فرد در طول سال به تعداد کل نیروهای هر تأمین 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 تأمین‌کننده مشخص گردید.

۱۰.۵. میزان رضایت کارفرما (ورودی)

اهمیت رضایت کارفرما از تأمین کننده بسیار مهم می‌باشد. چرا که حفظ مشتری‌های موجود نسبت به جذب مشتری‌های جدید هزینه کمتری دارد. تأمین 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 تأمین کننده براساس رضایت نامه و یا حسن انجام کار توسط کارفرما اعلام می‌گردد. بدیهی است این رضایت نامه به منظور خرید مجدد از تأمین کننده توسط شرکت مذکور و یا شرکت‌های دیگر حائز اهمیت می‌باشد و در ارزیابی کیفی تأمین کننده گان بعنوان یکی از معیارهای مهمی به شمار می‌رود که کارفرما نسبت به اعتبار تأمین کننده می‌تواند مطمئن تر عمل نماید. شاید بتوان گفت اکثر مشتریان رضایت‌مند یا دوباره به شما سفارش کالا می‌دهند 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 تأمین‌کننده 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 تأمین 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 تأمین 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 متغیرهای خروجی افزایش آن‌ها به سود می‌باشد. در واقع در قسمت خروجی می‌توان عملکرد تأمین کنندگان را بر مبنای نوع و کیفیت عملکرد آنها سنجید لذا در این بخش براساس ترازهای مالی هر تأمین کننده در بازه ۳ سال گذشته و سال مالی منتهی به ۳ سال مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر می‌باشد که شرکت‌ها و تأمین 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 می‌دهد 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

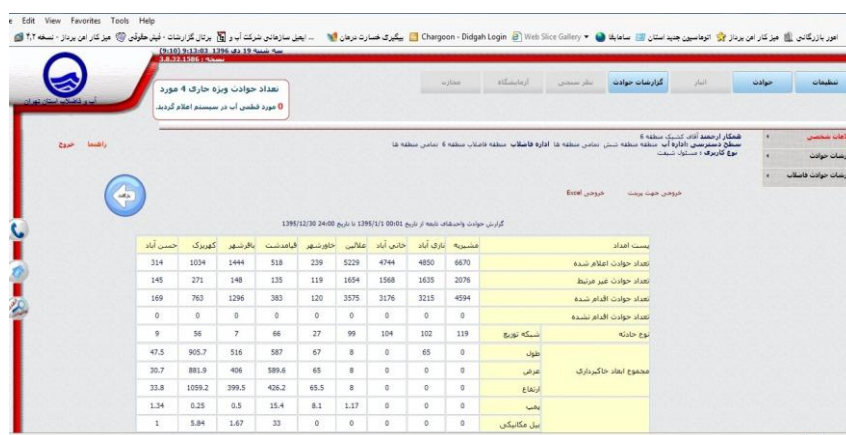
با توجه به موارد فوق هر یک از تامین کنندگان در بازه زمانی ۳ سال براساس صورت‌های مالی منتهی در هر ۳ سال گذشته مورد سنجش قرار گرفتند و بر این اساس رتبه بندی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه شش مشخص گردید.

۱۲.۵. میزان بازیافت (خروجی)

با توجه به اینکه در حال حاضر در شبکه‌های توزیع و خطوط انتقال آب غالباً از لوله‌های 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 می‌شوند که بسته به فولاد مصرفی در پروژه‌های آبرسانی استفاده می‌شوند و دارای قطرهای بالاتر از ۶ اینچ می‌باشند. لوله‌های فولادی در مقابل فشارهای بالا تحمل زیاد دارند. کارگذاری لوله‌های فولادی به سبب طول بودن شاخه‌ها ساده است، عموماً در شاخه‌های ۱۲ متری می‌باشد و در داخل کشور تولید می‌گردند و به علت نداشتن پوشش خارجی در خاک خورده می‌شوند و سطح صاف داخل خود را از دست می‌دهند. لوله‌های چدنی یا داکتیل: این لوله‌ها که همان چدن نشکن معروف می‌باشد دارای مقداری منیزیم می‌باشد 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. لوله‌های پلی اتیلن: این نوع لوله‌ها تحت سه نوع پلی اتیلن سبک، خطی، و سنگین به بازار عرضه می‌شود در مقابل خوردگی دوام نسبتاً خوبی دارند، انحرافات و نشست‌های زمینی را به صورت افقی و عمودی به خوبی حمل می‌کنند. 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 لوله‌های مختلف با جنس‌های متفاوت مورد بررسی قرار داد. برای مثال پلی اتیلن که یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین پلیمرها است که به صورت اختصاری PE نمایش داده می‌شود بعد از بازیافت می‌تواند برای بسته‌بندی مواد غذایی، البسه، کیسه‌های پلاستیکی، عایق‌های رطوبتی، پوشش‌های صندلی اتومبیل‌های نو، و غیره مورد استفاده قرار گیرد. برای ارزیابی تامین کنندگان در این معیار ابتدا بر اساس نوع بازیافت‌های مربوط به لوله‌های با جنس‌های گفته شده قیمت واحد مشخص گردید. قیمت واحد بر مقدار بازیافت هر تامین کننده در طول سال بر اساس واحد تن ضرب شده و عدد بدست آمده بر میزان درآمد شرکت تقسیم می‌گردد.

۱۳.۵. 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 پیام‌ها و گزارش‌های مردمی است. تماس مشترکان برای اعلام خرابی با نرم افزار ۱۲۲ صورت می‌گیرد، 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، گروه‌های امدادی پس از رسیدن به محل، ابتدا از خرابی عکس گرفته و ارسال می‌کنند. در پایان کار نیز عکس بعد از تعمیر گرفته شده و به سامانه ۱۲۲ ارسال می‌شود (شکل ۲).



ردیف	تاریخ	ساعت	موقعیت	شرح	وضعیت	تایید	پایان	توضیحات
1	1396/12/30	14:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
2	1396/12/30	15:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
3	1396/12/30	16:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
4	1396/12/30	17:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
5	1396/12/30	18:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
6	1396/12/30	19:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
7	1396/12/30	20:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
8	1396/12/30	21:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
9	1396/12/30	22:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	
10	1396/12/30	23:00	تهران	خرابی لوله	در حال تعمیر	0	0	

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 تأمین‌کنندگانی 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 گزارش‌های سالانه شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ استفاده شد، همچنین برای جمع‌آوری اطلاعات تکمیلی در ارتباط با برخی از معیارها به دفتر تأمین‌کنندگان مراجعه گردید. در این بخش، اطلاعات استخراج شده جهت استفاده در روش تحلیل پوششی داده‌ها برای این پژوهش را بین صفر و یک نرمالیزه کردیم. در این روش نرمال سازی، هر مقدار در هر ستون (شاخص) را به ماکزیم مقدار موجود در ستون تقسیم می‌کنیم، به عبارت دیگر:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}} \quad (3)$$

اکنون پس از تعیین ورودی و خروجی، جمع‌آوری اطلاعات مربوط به آن و نیز تعیین مدل برای ارزیابی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین پایدار، اقدام به ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ تهران به عنوان واحد تصمیم‌گیری خواهیم نمود.

۶.۱. ورود اطلاعات به مدل ارائه شده CCR

پس از مشخص شدن ورودی و خروجی‌ها، با استفاده از مدل CCR کارایی واحد‌های تصمیم‌گیرنده را محاسبه می‌کنیم. برای اجرایی مدل از نرم افزار لینگو ۱۱ استفاده می‌کنیم. مقدار کارایی هر تأمین‌کننده 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 واحدهای مورد ارزیابی و تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها به صورت زیر رسیده‌اند:

$$(\text{تعداد خروجی‌ها} + \text{تعداد رودی‌ها}) \geq 3 \times (\text{تعداد واحدهای مورد ارزیابی})$$

عدم بکارگیری رابطه فوق در عمل موجب می‌شود که تعداد زیادی از واحدها بر روی مرز کارا قرار گرفته و به عبارت دیگر دارای امتیاز کارایی یک گردند، لذا قدرت تفکیک مدل به این ترتیب کاهش می‌یابد. از آنجا که برای هر واحد باید یک محدودیت نوشته شود به این ترتیب مدل برنامه ریزی خطی به دست خواهد آمد که تعداد محدودیت‌های آن از تعداد متغیرهایش بیشتر است و از آنجا که حجم عملیات در حل سیمپلکس 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

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

محدودیت‌های بیان گردد، مدل ثانویه به صورت زیر خواهد بود:



$$\text{Min } y_0 = \theta$$

st :

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

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

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

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

s.t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, \dots, m$$

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 x_{11} یعنی ورودی اول تامین کننده اول یا y_{12} یعنی خروجی اول تامین کننده دوم و ...

در این مدل نسبت کاهش ورودی های واحد تحت بررسی را جهت بهبود کارایی θ نشان می دهد. ($n=21, s=3, m=6$)

برای $i = 1, \dots, 6 \quad j = 1, \dots, 21 \quad r = 1, 2, 3 \quad o = 1$ 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 می باشند، مقدار θ که نسبت کاهش ورودی های واحد تحت بررسی را جهت بهبود کارایی نشان می دهد، و نیز مقدار λ_j ها بدست می آیند، که در اینجا $\lambda_1 = 1$ و بقیه λ_j ها $(j = 2, 3, \dots, 21)$ برابر صفر می باشند. همچنین مقدار θ که کارایی تامین کننده ۱ را می دهد برابر ۱ می باشد و این یعنی این تامین کننده ۱ کارا می باشد.

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 می شود و هر چه میزان کارایی کمتر از ۱ باشد، تامین کننده به عنوان واحد تصمیم گیری بیشتر ناکارا شناخته می شود. با توجه به جدول ۱۴ تامین کنندگان ۱، ۲، ۱۴ و ۲۱ به عنوان تامین کننده کارا شناخته شده اند زیرا مقدار کارایی یک برایشان بدست آمد 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 نمی توان تشخیص داد که کدام یک بهتر عمل کرده و رتبه بهتری دارند. مبنای شکل گیری این مدل، تعریف کارایی به صورت نسبت یک خروجی به یک ورودی است. به عبارت دیگر، در مدل CCR برای محاسبه کارایی، به جای استفاده از نسبت یک خروجی به یک ورودی، از نسبت مجموع موزون خروجی ها (خروجی مجازی) به مجموع موزون ورودی ها (ورودی مجازی) استفاده می شود. در مدل ها DEA، راهکار بهبود واحدهای ناکارا، رسیدن به مرز کارایی است. مرز کارایی، متشکل از واحدهایی با اندازه کارایی ۱ است. به طور کلی، دو نوع راهکار برای بهبود واحدهای غیرکارا و رسیدن آنها به مرز کارایی وجود دارد:

الف - کاهش واحدها بدون کاهش ستاده ها تا زمان رسیدن به واحدی بر روی مرز کارایی (این نگرش را ماهیت نهاده ای بهبود عملکرد یا سنجش کارایی با ماهیت ورودی - محور می نامند).



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 - 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 مدل‌ها کارا شد، آیا کارایی کامل خواهد بود. لزوماً این مطلب درست نمی‌باشد پس باید از یک رویکرد قوی‌تری برای رتبه‌بندی عوامل استفاده نمود، لذا برای رتبه‌بندی این تأمین‌کنندگان از مدل ابرکارایی اندرسون-پترسون استفاده خواهیم نمود.

۲.۶. ورود اطلاعات به مدل AP و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

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) می‌تواند چه مقدار از ورودی‌های واحد تصمیم‌گیری حذف شده را تولید کند. در واقع نمره کارایی بدست آمده در این مدل بیشتر از ۱ می‌باشد پس هر چه نمره کارایی اندرسون-پترسون بیشتر از ۱ باشد، واحد کارا تر 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 می‌سازد، در نظر گرفته نمی‌شود.

$\min \theta$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io} \quad i=1, \dots, m$$

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

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

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

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

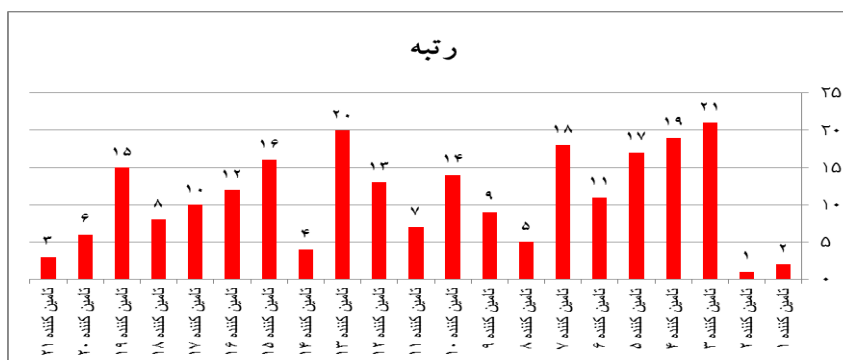
با حل کامل مدل به جدول ۲ می‌رسیم. با توجه به اینکه در مدل اندرسون-پترسون میزان کارایی بیشتر از یک خواهد شد و لذا هر چقدر که میزان کارایی بیشتر از یک شود بهتر است لذا تأمین‌کننده دو از تأمین‌کننده یک و چهارده و بیست و یک کارا تر است، که در آن $\lambda_{21} = 0.29$ و $\lambda_2 = 0.71$ و سایر λ_j ها برابر صفر می‌باشند. همچنین مقدار بهینه θ که مقدار کارایی AP را برای تأمین‌کننده ۱ می‌دهد برابر $1/63$ خواهد بود. اکنون با توجه به جدول‌های ۲ و ۳ می‌توان تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین پایدار شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران را رتبه‌بندی نمود. لذا با توجه به جدول زیر، تأمین‌کننده ۲ رتبه اول و تأمین‌کننده ۳ رتبه آخر را کسب نموده‌اند.

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

تأمین‌کننده	کارایی	تأمین‌کننده	کارایی
تأمین‌کننده ۱	۱	تأمین‌کننده ۱۲	۰.۷۱
تأمین‌کننده ۲	۱	تأمین‌کننده ۱۳	۰.۳۸
تأمین‌کننده ۳	۰.۳۲	تأمین‌کننده ۱۴	۱
تأمین‌کننده ۴	۰.۴۲	تأمین‌کننده ۱۵	۰.۵۹
تأمین‌کننده ۵	۰.۵۶	تأمین‌کننده ۱۶	۰.۷۱
تأمین‌کننده ۶	۰.۷۲	تأمین‌کننده ۱۷	۰.۷۲
تأمین‌کننده ۷	۰.۴۹	تأمین‌کننده ۱۸	۰.۷۷
تأمین‌کننده ۸	۰.۹۵	تأمین‌کننده ۱۹	۰.۵۹
تأمین‌کننده ۹	۰.۷۲	تأمین‌کننده ۲۰	۰.۸۴
تأمین‌کننده ۱۰	۰.۶۲	تأمین‌کننده ۲۱	۱
تأمین‌کننده ۱۱	۰.۸۲		

جدول ۳: نمره کارایی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران با استفاده از مدل AP

کارایی	تامین کننده
۱,۶۲	تامین کننده ۱
۳,۴۰	تامین کننده ۲
۱,۰۶	تامین کننده ۱۴
۱,۱۹	تامین کننده ۲۱



شکل ۱: رتبه بندی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶ شهر تهران

نتیجه گیری

تلاش این پژوهش برای یافتن مدلی مناسب جهت اندازه گیری کارایی و رتبه بندی تامین کنندگان 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 ۱۵ متغیر (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، تامین کنندگان 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 نمی توان تشخیص داد که کدام یک بهتر عمل کرده و رتبه بهتری دارند. لذا برای رتبه بندی این تامین کنندگان 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-پترسون بیشتر از ۱ باشد، واحد کارا تر خواهد بود. با اجرای مدل AP مشخص شد که تامین کننده شماره ۲ در این زنجیره تامین به عنوان تامین کننده رتبه اول شناخته شد. این تامین کننده می تواند به عنوان 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 ورودی ها 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). "تصمیم‌گیری های چندمعیاره" انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.
- ۲ - بهرام، صائب، آزادnia، 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: میرحسینی، 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، لعلیا، دولابی، سعید (۱۳۹۴) انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین پایدار با استفاده از تکنیک های تصمیم‌گیری 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 estimating technical 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)

تایید کننده	قیمت پیشنهادی					میانگین قیمت پیشنهادی	میانگین اختلاف قیمت پیشنهادی از میانگین	معکوس (X/۱)	نرمال
۱	2,100,000	2,110,000	2,050,000	2,000,000	2,050,000	2,062,000	68,000	0.00001471	1.0000
۲	2,160,000	2,318,500	2,247,000	2,255,000	2,135,000	2,223,100	93,100	0.00001074	0.7304
۳	3,270,000	3,390,000	3,170,000	3,470,000	3,550,000	3,370,000	1,240,000	0.00000081	0.0548
۴	3,110,000	3,210,000	3,110,000	3,080,000	3,110,000	3,124,000	994,000	0.00000101	0.0684
۵	2,899,900	2,770,500	2,779,990	2,699,900	2,898,900	2,809,838	679,838	0.00000147	0.1000
۶	3,110,000	3,330,000	3,420,000	2,205,000	3,204,000	3,053,800	923,800	0.00000108	0.0736
۷	3,110,000	3,210,000	3,110,000	3,065,000	3,110,000	3,121,000	991,000	0.00000101	0.0686
۸	3,896,000	3,890,000	3,990,000	3,970,000	3,750,000	3,899,200	1,769,200	0.00000057	0.0384
۹	3,280,000	3,390,000	3,190,000	3,260,000	3,350,000	3,294,000	1,164,000	0.00000086	0.0584
۱۰	3,680,000	4,850,000	4,960,000	4,990,000	4,850,000	4,666,000	2,536,000	0.00000039	0.0268
۱۱	3,240,000	3,340,000	3,590,000	3,460,000	3,850,000	3,496,000	1,366,000	0.00000073	0.0498
۱۲	3,240,000	3,350,000	3,590,000	3,470,000	3,870,000	3,504,000	1,374,000	0.00000073	0.0495
۱۳	3,896,000	4,860,000	4,940,000	3,970,000	3,980,000	4,329,200	2,199,200	0.00000045	0.0309
۱۴	2,100,000	3,210,000	3,110,000	3,000,000	3,167,000	2,917,400	787,400	0.00000127	0.0864
۱۵	6,900,000	5,950,000	6,920,000	6,950,000	5,920,000	6,528,000	4,398,000	0.00000023	0.0155
۱۶	2,875,900	2,729,500	2,729,990	2,619,900	2,829,900	2,757,038	627,038	0.00000159	0.1084
۱۷	3,282,000	3,392,000	3,185,000	3,460,000	3,440,000	3,351,800	1,221,800	0.00000082	0.0557
۱۸	3,110,000	3,360,000	3,510,000	2,280,000	3,210,000	3,094,000	964,000	0.00000104	0.0705
۱۹	3,110,000	3,220,000	3,790,000	3,072,000	3,108,000	3,260,000	1,130,000	0.00000088	0.0602
۲۰	2,518,900	2,629,800	2,719,990	2,670,900	2,829,900	2,673,898	543,898	0.00000184	0.1250
۲۱	3,389,000	3,599,000	3,399,000	3,289,000	3,359,000	3,407,000	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

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

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

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

نسبت انرژی تولیدی از پیل خورشیدی به میزان کل مصرف انرژی (kw)											
نرمال	جمع	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد
تأمین کننده ۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۳	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۵	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۷	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۸	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۳	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۵	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۷	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۸	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۱۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۲۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰
تأمین کننده ۲۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰



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

تأمین کننده	سال اول	سال دوم	سال سوم	میانگین سرانه آموزش (ساعت)	نرمال
تأمین کننده ۱	64.4	55.6	58.05	60	1.0000
تأمین کننده ۲	53.995	53.995	55.745	54.57833333	0.9096
تأمین کننده ۳	5.956	6.8965	7.7885	6.880333333	0.1147
تأمین کننده ۴	10.689	13.795	15.795	13.42633333	0.2238
تأمین کننده ۵	5.999	7.9259	9.8899	7.938266667	0.1323
تأمین کننده ۶	19.745	18.797	18.405	18.98233333	0.3164
تأمین کننده ۷	8.5159	9.8259	10.8359	9.7259	0.1621
تأمین کننده ۸	11.122	13.982	15.972	13.692	0.2282
تأمین کننده ۹	21.745	22.765	24.366	22.95866667	0.3826
تأمین کننده ۱۰	3.205	4.5985	7.4985	5.100666667	0.0850
تأمین کننده ۱۱	3.895	2.745	5.68	4.106666667	0.0684
تأمین کننده ۱۲	1.794	1.632	1.55	1.658666667	0.0276
تأمین کننده ۱۳	11.522	15.6	15.951	14.35766667	0.2393
تأمین کننده ۱۴	4.55	6.45	7.45	6.15	0.1025
تأمین کننده ۱۵	3.695	2.255	5.35	3.766666667	0.0628
تأمین کننده ۱۶	15.468	18.568	15.959	16.665	0.2778
تأمین کننده ۱۷	3.695	2.225	5.38	3.766666667	0.0628
تأمین کننده ۱۸	18.649	16.752	19.575	18.32533333	0.3054
تأمین کننده ۱۹	5.23	4.679	7.559	5.822666667	0.0970
تأمین کننده ۲۰	6.6486	9.62	10.92	9.062866667	0.1510
تأمین کننده ۲۱	1.796	1.689	2.862	2.115666667	0.0353

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

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



جدول ۷: ارزیابی معیار میزان درآمد ناشی از فروش محصولات (ریال)

تأمین کننده	سال ۹۳	سال ۹۴	سال ۹۵	میانگین درآمد سه سال	نرمال
تأمین کننده ۱	4,600,000,000	5,400,000,000	5,900,000,000	5,300,000,000	1.0000
تأمین کننده ۲	3,145,650,000	2,548,460,000	3,125,600,000	2,939,903,333	0.5547
تأمین کننده ۳	64,689,989	66,668,658	68,899,698	66,752,782	0.0126
تأمین کننده ۴	43,689,989	45,986,959	49,258,456	46,311,801	0.0087
تأمین کننده ۵	42,689,898	49,214,536	59,256,986	50,387,140	0.0095
تأمین کننده ۶	75,878,245	78,896,245	81,546,986	78,773,825	0.0149
تأمین کننده ۷	53,689,898	55,214,536	61,256,986	56,720,473	0.0107
تأمین کننده ۸	2,800,256	4,800,563	6,900,256	4,833,692	0.0009
تأمین کننده ۹	59,689,989	61,668,658	66,899,698	62,752,782	0.0118
تأمین کننده ۱۰	54,689,898	60,214,536	63,256,986	59,387,140	0.0112
تأمین کننده ۱۱	80,878,245	83,896,245	87,546,986	84,107,159	0.0159
تأمین کننده ۱۲	66,689,989	68,668,658	72,899,698	69,419,448	0.0131
تأمین کننده ۱۳	1,800,256	2,800,563	2,900,256	2,500,358	0.0005
تأمین کننده ۱۴	75,878,245	78,896,245	81,546,986	78,773,825	0.0149
تأمین کننده ۱۵	23,689,989	25,986,959	28,258,456	25,978,468	0.0049
تأمین کننده ۱۶	54,689,898	60,214,536	63,256,986	59,387,140	0.0112
تأمین کننده ۱۷	74,878,245	76,896,245	80,546,986	77,440,492	0.0146
تأمین کننده ۱۸	65,689,989	67,668,658	69,899,698	67,752,782	0.0128
تأمین کننده ۱۹	42,689,898	48,214,536	55,256,986	48,720,473	0.0092
تأمین کننده ۲۰	75,878,245	78,896,245	81,546,986	78,773,825	0.0149
تأمین کننده ۲۱	78,878,245	82,896,245	85,546,986	82,440,492	0.0156

جدول ۸: ارزیابی معیار باز یافت براساس میزان کل درآمد در سال (قیمت واحد فروش محصولات باز یافت* مقدار باز یافت محصولات در سال (تن)) (ریال)

تأمین کننده	سال ۹۳	سال ۹۴	سال ۹۵	میانگین	نرمال
تأمین کننده ۱	0.0476	0.06965	0.0569	0.05805	0.9675
تأمین کننده ۲	0.05	0.06	0.07	0.06	1.0000
تأمین کننده ۳	0.00154	0.00019	0.0018	0.0011767	0.0196
تأمین کننده ۴	0.0017	0.00015	0.0014	0.0010833	0.0181
تأمین کننده ۵	0.0004	0.00012	0.00034	0.0002867	0.0048
تأمین کننده ۶	0.00068	0.00042	0.00054	0.0005467	0.0091
تأمین کننده ۷	0.0025	0.00014	0.0011	0.0012467	0.0208
تأمین کننده ۸	0.0021	0.00011	0.002	0.0014033	0.0234
تأمین کننده ۹	0.0004	0.00012	0.00036	0.0002933	0.0049
تأمین کننده ۱۰	0.0012	0.00012	0.00115	0.0008233	0.0137
تأمین کننده ۱۱	0.00063	0.00042	0.00041	0.0004867	0.0081
تأمین کننده ۱۲	0.0012	0.00004	0.00092	0.00072	0.0120
تأمین کننده ۱۳	0.0011	0.00004	0.00092	0.0006867	0.0114
تأمین کننده ۱۴	0.00035	0.00025	0.00024	0.00028	0.0047
تأمین کننده ۱۵	0.00105	0.000104	0.00112	0.000758	0.0126
تأمین کننده ۱۶	0.0012	0.00012	0.00125	0.0008567	0.0143
تأمین کننده ۱۷	0.00053	0.00033	0.00031	0.00039	0.0065
تأمین کننده ۱۸	0.0006	0.0004	0.0003	0.0004333	0.0072
تأمین کننده ۱۹	0.0011	0.00001	0.00069	0.0006	0.0100
تأمین کننده ۲۰	0.00033	0.00025	0.00023	0.00027	0.0045
تأمین کننده ۲۱	0.0016	0.00024	0.00142	0.0010867	0.0181

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

تأمین کنندگان	سال ۹۳	سال ۹۴	سال ۹۵	میانگین	معکوس	نرمال
تأمین کننده ۱	0.8	0.4	0.3	0.5	2.0000	1.0000
تأمین کننده ۲	0.5	0.6	0.4	0.5	2.0000	1.0000
تأمین کننده ۳	58.989	45.659	46.844	50.49733	0.0198	0.0099
تأمین کننده ۴	48.89	36.998	40.999	42.29567	0.0236	0.0118
تأمین کننده ۵	49.89	39.998	43.999	44.629	0.0224	0.0112
تأمین کننده ۶	48.89	32.998	36.999	39.629	0.0252	0.0126
تأمین کننده ۷	30.29	26.198	29.899	28.79567	0.0347	0.0174
تأمین کننده ۸	75.989	76.659	76.844	76.49733	0.0131	0.0065
تأمین کننده ۹	48.89	36.998	40.999	42.29567	0.0236	0.0118
تأمین کننده ۱۰	49.89	39.998	43.999	44.629	0.0224	0.0112
تأمین کننده ۱۱	52.89	45.998	40.999	46.629	0.0214	0.0107
تأمین کننده ۱۲	29.29	22.198	24.899	25.46233	0.0393	0.0196
تأمین کننده ۱۳	59.989	47.659	49.844	52.49733	0.0190	0.0095
تأمین کننده ۱۴	36.29	28.198	35.899	33.46233	0.0299	0.0149
تأمین کننده ۱۵	52.89	45.998	40.999	46.629	0.0214	0.0107
تأمین کننده ۱۶	48.89	36.998	40.999	42.29567	0.0236	0.0118
تأمین کننده ۱۷	0.9699	1.1764	0.5579	0.9014	1.1094	0.5547
تأمین کننده ۱۸	48.89	32.998	36.999	39.629	0.0252	0.0126
تأمین کننده ۱۹	59.989	47.659	49.844	52.49733	0.0190	0.0095
تأمین کننده ۲۰	36.29	30.198	33.899	33.46233	0.0299	0.0149
تأمین 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 داده‌ها 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:

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\text{Max}a_{ij}}$$

داده‌های نرمال مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی تامین کنندگان برای ارزیابی کارایی در جدول ۴-۱۱ ارائه شده است.

جدول ۴-۱۱: داده‌های نرمال مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی تامین کنندگان شرکت آب و فاضلاب منطقه ۶

تامین کننده	ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳	ورودی ۴	ورودی ۵	ورودی ۶	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳
۱	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰
۲	۰,۷۳۰۵	۰,۷۲۱۷	۰,۷۴۴۵	۰,۱۰۸۹	۰,۹۰۹۶	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰
۳	۰,۰۵۴۸	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۴	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۵	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۶	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۷	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۸	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۹	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۱	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۲	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۳	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۴	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۵	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۶	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۷	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۸	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۱۹	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۲۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰
۲۱	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰

۷۸

پی نوشت

¹Clare Brindley and Lynn Oxborrow

²Chun-Mei Su

³Reliability

⁴Validity

⁵Anderson-Peterson