Journal of Industrial Management Studies
Vol.19 No 62, Autumn 2021, 139-192
.atu.ac.ir
DOI: 10/22054/jims. 2021.43151.2330

ATU PRESS

Original Reserch / Review / …
Received:21/5/2019
Accepted:1/5/2020
eISSN: ISSN:

A DEA model for performance evaluation of supply chain sustainability in the presence of undesirable outputs and dual-role factors: The case: The power Industry

Mojgan Pouralizadeh — Assistant Professor, Applied Mathematics Department, , Lahijan branch, Islamic Azad university, Lahijan, Iran

Aliraza Amirtaimoori — Full Professor, Applied Mathematics Department, Rasht branch, Islamic Azad university, Rasht, Iran

Rossana Riccardi — Assiociate Professor, Economic and Management Department, Brescia University, Brescia, Italy

Mohsen Vaez-Ghasemi * — Assistant Professor, Applied Mathematics Department, Rasht branch, Islamic Azad university, Rasht, Iran

Abstract

Data envelopment analysis is a useful method to measure unified operational and environmental efficiency of a supply chain. Supply chain divisions produce two types outputs based on economic activities and inputs are separated into two categories under natural and managerial disposability. The current paper proposes a new DEA-based model to evaluate a supply chain under investment on certain types of inputs to new technologic innovation. In hence, dual-role factors controls cleanup costs of flaring gas and the amount electricity consumptions of power plants also dual-role indices improve expertise in transmission entities. A real case study on Iran power industry is presented to demonstrate the applicability of the proposed model. To demonstrate the capability of the proposed approach this framework is implemented for the performance evaluation of a supply chain identified by oil and gas companies, power plants, transmissions companies, dispatching companies and final consumers in Iran.

Keyword: Natural Disposability, Managerial Disposability, Dual-role Factors, New Technology Innovation, Supply Chain Inefficiency

* Corresponding Author: Email Address , Mohsen.vaez@iaurasht.ac.ir

مقاله پژوهشی

فصلنامهٔ مطالعات مدیریت صنعتی
دوره نوزدهم، شماره ٦٢، پاییز ١٤٠٠، ١٩٢-١٣٩
.atu.ac.ir
DOI:١٠,٢٢٠٤٥/jims.٢٠٢١/٤٣١٥١/٢٣٣٠

یک مدلDEA برای ارزیابی اجرای زنجیره تامین پایدار با حضور خروجیهای نامطلوب و شاخص‌های دو نقش ورودی وخروجی : کاربردی ازصنعت برق

مژگان پورعلیزاده — استادیار دانشکده علوم پایه، گروه ریاضی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

علیرضا امیرتیموری — استاد تمام دانشکده علوم پایه، گروه ریاضی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

رسانا ریکاردی — دانشیار دانشکده اقتصاد،گروه مدیریت و اقتصاد دانشگاه برشا (Berscia) ایتالیا

محسن واعظ قاسمی — استادیار دانشکده علوم پایه، گروه ریاضی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

تاریخ دریافت: ١٣٩٨/٢/٣١ تاریخ پذیرش: ١٣٩٩/٢/١٢
eISSN: ISSN:٢٢٥١٨٠٢٩

چکیده

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش مفید جهت اندازه گیری کارایی عملکردی ومحیطی یک زنجیره تامین پایدارمی‌باشد. بخشهای یک زنجیره تامین براساس فعالیت اقتصادی دو نوع خروجی تولید می‌کنند و ورودیها به دودسته تحت دسترس پذیری عادی و مدیریتی افرازمی‌شوند .این مقاله مدلی را برای تعیین کارایی یک زنجیره تامین جهت سرمایه گذاری روی نوع خاصی از ورودیها به منظورابداع تکنولوژی جدید در حضورشاخص‌های دو نقشی جهت کنترل هزینه بازیابی گاز فلرینگ, مقدارالکتریسیته مصرفی نیروگاهها و ارتقای سطح علمی و آموزش کارکنان درامور بهره برداری وانتقال ارائه می‌کند. بخش کاربردی این مطالعه شامل ده زنجیره تامین ازصنعت برق درنقاط متفاوت ایران می‌باشد هرزنجیره تامین شامل کمپانی نفت وگازجهت تامین سوخت مورد نیاز نیروگاهها, نیروگاههای برق جهت تولید برق, شرکتهای برق منطقه ای برای انتقال برق تولید شده, شرکتهای توزیع برق جهت توزیع الکتریسته مورد نیاز وهمچنین مصرف کنندگان می‌باشد.

کلمات کلیدی: دسترس پذیری آزاد، دسترس پذیری مدیریتی، فاکتورهایی دو نقشی، ابداع تکنولوژی نوین، ناکارآیی زنجیره تامین

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته ریاضی کاربردی گرایش تحقیق در عملیات. دانشگاه .آزاد اسلامی واحد رشت است.

* نویسنده مسئول: Mohsen.vaez@me.com

مقدمه

بخش انرزی یکی از مهمترین زیرساختارهای توسعه هر کشور محسوب میشود. نیروگاهها از مرحله تولید تا مصرف، انواع آلاینده‌ها را درمحیط زیست تولید می‌کنند .نیروگاهها مهمترین مصرف کننده سوختهای فسیلی زغال سنگ، مازوت، گازوئیل و گاز طبیعی هستند بطوریکه این سوختها بیشترین نقش را در تولید برق ایفا می‌کنند بنابراین استفاده بیشترآنها در تولید برق انتشارگازهای گلخانه ای را افزایش داده است .آلاینده‌های مربوط به نیروگاهها, اکسیدهای کربن, اکسیدهای سولفور و دی اکسید کربن می‌باشند که دی اکسید کربن بیشترین سهم انتشار آلاینده‌های نیروگاهی را دارد.یکی ازمشکلات نیروگاه‌ها گاز دی اکسید کربن است زیرا اختلاف زیادی بین این گاز و گازهای دیگر وجود دارد این گاز باعث تغییرات آب وهوا وگرمایش کره زمین می‌شود و همچنین تهدیدی برای سلامتی انسان وتمام موجودات زنده خواهد بود. میادین نفت وگاز و پالایشگاه‌ها یک بخش اساسی انرژی در ایران قلمداد می‌شوند و سوخت مورد نیاز نیروگاه‌ها توسط بخش انرژی تامین میشود. سالانه بالغ بر ۱۵۰ میلیارد متر مکعب گاز در جهان تحت عنوان فلرینگ (یا سوزاندن گازها توسط مشعل) به مواد آلاینده تبدیل میشود طبق آمار بانک جهانی این رقم معادل یک سوم مصرف گاز اروپا است که از کل حجم گازهای آلاینده ۷۵ درصد آن متعلق به ۱۰ کشور است که ایران با رتبه سوم جهانی و رتبه اول خاورمیانه جزو این ۱۰ کشور به حساب میآید. نیروگاههای برق ایران براساس تکنولوژی حرارتی، سیکل ترکیبی، گازی، برقآبی، اتمی و تجدید پذیر برق تولید می‌کنند همچنین نیروگاههای برقآبی و تجدید پذیر فاقد هر گونه آلودگی می‌باشند. یکی از راههای پیشگیری و کاهش آلودگی ارزیابی اثرات زیست محیطی نیروگاه و مدیریت گازهای مضر می‌باشد که شامل مواردی ازجمله آموزش و مدیریت صحیح به منظورکاهش ایجاد آلودگی است. تحلیل پوششی داده‌ها روشی مفید برای ارائه ایده‌هایی جهت سرمایه گذاری ومجهز شدن به یک ظرفیت مهندسی پیشرفته بمنظور جلوگیری و کاهش اثرات مضرمحیطی محسوب میشود. یک زنجیره تامین الکتریسیته یا یک تامین کننده برق مجموعه ای از بخشهای انرژی، نیروگاهی، خطوط انتقال و خطوط توزیع و مصرف

کنندگان یا مشترکین برق است که هریک از بخشها با ارتباط هماهنگ و منسجم با سایر بخشها در جهت افزایش بازده اقتصادی و کاهش مضرات زیان آور محیطی وجلب رضایتمندی مصرف کنندگان یا مشترکین برق همکاری می‌کنند و همچنین بمنظور کسب بیشترین امتیازکارآیی و پایداری در صنعت برق با یکدیگر رقابت می‌کنند. بخش انرژی و نیروگاهی علاوه بر اینکه تولیدکنندگان انرژی محسوب میشوند مقادیر زیادی انرژی مصرف می‌کنند. بعنوان مثال در میادین نفت وگاز روزانه بالغ بر ۴۵ میلیون متر مکعب گاز همراه نفت جهت جلوگیری از انفجار احتمالی سوزانده میشود که علاوه بر هدر رفت انرژی تاثیرات منفی قابل ملاحظه ای بر محیط زیست اعمال می‌کند در بخش نیروگاهی سوزاندن سوختهای فسیلی در نیروگاههای تجدید ناپذیر نه تنها اثرات زیان آور به محیط زیست اعمال مینماید بلکه سبب اتلاف مقادیر قابل توجه ای انرژی میشود بعلاوه سیستمهای مهندسی موجود در نیروگاهها بمنظور تثبیت ولتاژ برق جهت انتقال به خطوط انتقال برق و کنترل فشار دیگهای بخار مقادیر قابل توجه ای برق مصرف می‌کنند لذا کنترل مصارف نیروگاهها اعم از مصارف فنی وغیر فنی حائز اهمیت است همچنین تلفات ناشی از انتقال و توزیع جریان برق در خطوط انتقال و توزیع سبب هدر رفت جریان برق میشود و سرانجام قطع برق در بخشهای مصرف کنندگان جریان الکتریسیته عدم رضایتمندی مشتریان و ناتوانی در پایداری یک کسب وکار را به‌دنبال خواهد داشت. در این مقاله ما قصد داریم به سوالات ذیل پاسخ دهیم : چطور یک واحد تصمیم گیرنده یا یک تامین کننده برق با کنترل سطح فعالیت میتواند انتشارات گازهای آلوده در میدانهای نفتی وگازی و نیروگاهها را مدیریت نماید و همچنین راهکارهایی را بمنظور جلوگیری از تلفات برق درخطوط انتقال وخطوط توزیع ارائه نماید بعلاوه اگرامکان سرمایه گذاری جهت تجهیزات مهندسی پیشرفته بمنظور کاهش گازهای فلرینگ در بخش انرژی و ابداع تکنولوژی جدید در بخش نیروگاهی وآموزش تخصصی کارکنان جهت بهره برداری مفید در خطوط انتقال و خطوط توزیع میسر وعملی باشد آنگاه مدیریت زنجیره تامین برق چه راهکارهایی جهت اختصاص سرمایه و واگذاری آن به اعضای تامین کننده یا زنجیره تامین ارائه میدهد؟ نتایج حاصل ازسرمایه گذاری در بخشهای انرژی و تولید برق معمولا در

یک بازه زمانی بخصوصی بطول می‌انجامد بعبارت دیگر فرآیند نوسازی و بهسازی تجهیزات مهندسی ویا ساخت و راه اندازی یک تکنولوژی جدید و بهره برداری از آن جهت دستیابی به امکانات لازم وابسته به مدت زمان بخصوصی می‌باشد بنابراین نقش مدیریت در نحوه تولید و انتخاب نوع ورودی بمنظور سرمایه گذاری جهت دستیابی به امکانات لازم بمنظور کاهش مواد مضر وآلوده در بخش انرژی و نیروگاهی و برنامه ریزی در کاهش اتلاف انرژی در خطوط انتقال و خطوط توزیع بسیار کلیدی و با اهمیت می‌باشد در حالیکه عدم مدیریت مناسب نه تنها سبب هدر رفت مقدار قابل توجهی انرژی خواهد شد که بازده اقتصادی حاصل از فعالیت تولید را بمیزان قابل ملاحظه ای تحت تاثیر قرار میدهد بلکه سبب افزایش انتشارات گازهای آلاینده وسمی میشود که تهدیدی بزرگ برای سلامتی انسان ومحیط زیست می‌باشد. لذا جهت افزایش اجرای پایداری یک زنجیره تامین الکتریسیته سه هدف اقتصادی، محیطی و اجتماعی از اهمیت خاصی برخوردار است. به عبارت دیگر در صورتیکه امکان سرمایه گذاری درایجاد تکنولوژی مهندسی پیشرفته همراه با مجهز کردن بخشهای زنجیره تامین به سیستمهای پیشرفته مهندسی و ابداع تکنولوژی جدید میسر باشد میتوان با اختصاص دادن بعضی از ورودیها جهت سرمایه گذاری امتیاز کارآیی عملکردی و محیطی را به اندازه قابل توجه ای افزایش داد. مدل تحلیل پوششی داده‌ها تحت سرمایه گذاری دربخشهای یک زنجیره تامین برق علاوه بر افزایش فعالیت تولید و بازده اقتصادی از انتشارات مضر گازهای آلوده در بخشهای انرژی و نیروگاهها و تلفات جریان برق در خطوط انتقال وخطوط توزیع جلوگیری مینماید. دسترس پذیری عادی با کاهش ورودیها صورت می‌گیرد بطوریکه این نوع استراتژی کاربرد ابداع تکنولوزی و تکنیک‌های مدیریتی ومهندسی را محدود می‌کند ازطرفی باعث مینیمم سازی کل هزینه در ارزیابی واحد تصمیم گیرنده میشود. موضوع نگرانی هزینه در رابطه با سازمانهایی (عمومی یا دولتی) که سود دهی قابل توجهی ندارند از اهمیت خاصی برخوردار است اما درمورد سازمانهای خصوصی یا نیمه خصوصی مفهوم افزایش نرخ سهام وبازده اقتصادی دارآیی و رقابت جدی در بازار فروش قابل توجه می‌باشد جهت تحقق بخشیدن به این امر دسترس پذیری مدیریتی میتواند مادامیکه میانگین فروش ازمیانگین هزینه بیشتر شود با حفظ کاهش اثرات منفی حاصل از تاثیر الودگیهای

محیطی ورودیهارا افزایش دهد.این مطالعه مدلی از تحلیل پوششی دادهها را با در نظرگرفتن دسترس پذیری آزاد ومدیریتی ورودیها و اعمال هزینه پایین وکیفیت بالا جهت ماکزیمم شدن بازده اقتصادی ومینیمم کردن هزینههای فعالیتهای اقتصادی حاصل ازاثرات منفی انتشار گازهای آلوده ارائه میدهد. دراین مطالعه مدل سوئیوشی (۲۰۱۴ب) برزنجیره تامین صنعت برق ایران همراه با شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی اجرا میشود وتاثیرات فاکتورهایی که همزمان دو نقش ورودی وخروجی را ایفا میکنند درامتیاز کارآیی مورد بررسی قرارمیگیرد بعبارت دیگر پذیرفتن فرض دسترس پذیری ضعیف روی خروجیهای نامطلوب نشان دهنده افزایش خروجیهای نامطلوب در یک فعالیت اقتصادی است این مطالعه یک جنبه متضاد را در نظر میگیرد بطوریکه با تشخیص نوع ورودی یا انتخاب مناسب ورودیها جهت سرمایه گذاری, کاهش خروجیهای نامطلوب و افزایش خروجیهای مطلوب را ایجاد مینماید لذا مدل ارائه شده با در نظر گرفتن دسترس پذیری آزاد ومدیریتی ورودیها و دسترس پذیری آزاد خروجیهای نامطلوب ماکزیمم کاهش در خروجیهای مطلوب را با فرض دسترس پذیری ضعیف خروجیهای مطلوب در حضور شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی جهت محاسبه امتیاز ناکارآیی زنجیره تامین بدست میاورد در واقع روش ارائه شده تاثیر فرصتهای سرمایه گذاری راجهت رفع آلودگیهای مضر و هدر رفت انرژی بوسیله جداسازی ورودیها به دودسته تحت دسترس پذی عادی (آزاد) و مدیریتی، کنترل هزینههای بازیابی گاز فلرینگ، کنترل الکتریسیته مصرفی نیروگاهها وافزایش ارتقای سطح علمی درخطوط انتقال و بهره برداری را در زنجیره تامین برق نشان میدهد بطوریکه زنجیره تامین از پانزده بخش شامل دو ارسال کننده سوخت، سه نیروگاه، دو کمپانی برق منطقه ای، چهار کمپانی توزیع برق و چهار مصرف کننده میباشد همچنین هر بخش دارای ضرایب وزنی متفاوت در تابع هدف جهت محاسبه کارآیی است .هدف این مقاله ارائه یک روش مفید وموثربر اساس تحلیل پوششی دادهها (DEA)[1] جهت ارزیابی موفقیتهای اقتصادی،محیطی و اجتماعی بمنظور بررسی پایداری یک زنجیره تامین در صنعت برق ایران میباشد. بطورکلی روش تحقیق این مقاله بررسی

1. Data Envelopment Analysis

نحوه جلوگیری از آلودگیهای صنعتی و هدر رفت انرژی بوسیله سرمایه گذاری موثردر ابداع تکنولوژی نوین می‌باشد که بر مبنای کنترل هزینه‌ها و ارتقای بهره وری پایگذاری شده است. حال فرض کنید هریک ازبخشها دریک زنجیره تامین برق براساس فعالیت اقتصادی دو نوع خروجی تولید کنند دراینصورت خروجیهای مسئله به دونوع مطلوب و نامطلوب تقسیم میشوند وهمچنین فرض کنید ورودیهای هر بخش به دودسته تحت دسترس پذیری عادی (آزاد) و دسترس پذیری مدیریتی افرازشوند بطوریکه دسته ای از ورودیها که تحت دسترس پذیری مدیریتی انتخاب میشوند براساس تشخیص تصمیم گیرنده افزایش میابند واین افزایش ازورودیها جهت سرمایه گذاری بمنظور آموزش سطح علمی و تخصصی کارکنان دربخش انرژی، کیفیت سوخت مورد نیاز نیروگاهها یا ابداع تکنولوژی جدید بمنظورنصب و احداث نیروگاههای جدید در بخش نیروگاهی، آموزش سطح علمی کارکنان درجلوگیری از تلفات برق در خطوط انتقال و توزیع اعمال میشود همچنین از فاکتورهایی که همزمان دو نقش ورودی وخروجی را ایفا می کنند جهت کنترل هزینه بازیابی گاز فلرینگ وپاکسازی محیط از انتشار گازهای مضرو زیان آور در بخش انرژی، کنترل و بررسی مصارف الکتریسیته نیروگاهها اعم از مصارف فنی وغیر فنی در بخش نیروگاهی و افزایش سطح علمی کارکنان خطوط انتقال بمنظور مجهز کردن خطوط انتقال به سیستمهای مهندسی جهت جلوگیری از اتلاف انرژی در فرآیند تولید برق استفاده میشود بعلاوه اندازه‌های میانی هر مرحله از زنجیره تامین برق توسط متغیر کمکی آزاد کنترل میشود بطوریکه مدل قادراست جهت بهبود کارآیی زنجیره تامین همزمان کاهش و افزایش اندازه‌های میانی را ازهر بخش دریک مرحله به بخشهای مرحله متوالی مشخص نماید. بخش کاربردی این مطالعه شامل ده زنجیره تامین ازصنعت برق درناحیه‌های متفاوت مرکز، شمال، جنوب، شرق و غرب ایران می‌باشد هرزنجیره تامین برق شامل پنج مرحله و پانزده بخش می‌باشد. مقاله ازبخشهای زیر تشکیل شده است. بخش ۲ شامل تحقیقات پیشین در زمینه مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها و زنجیره‌های تامین می‌باشد دربخش ۳ مدل جدید ارزیابی اجرای زنجیره تامین برق تحت دو نوع خروجی مطلوب ونامطلوب و فاکتورهایی با دو نقش ورودی وخروجی مطرح میشود. کاربردی از مدل تحلیل پوششی

داده‌ها در زنجیره تامین صنعت برق ایران وهمچنین نتایج حاصل از اجرای مدل وتجزیه تحلیل آن در بخش ۴ ارائه میشود وسرانجام در بخش ۵ نتیجه گیری مطرح میشود.

پیشینه پژوهش

نیاز به سیستمهای اندازه گیری عملکرد اجرای زنجیره تامین یک امر اجتناب ناپذیر برای مدیریت یک زنجیره تامین بشمار میآید .مدلهای پایداری جهت ایجاد تعادل در نیازهای اقتصادی ,محیطی و اجتماعی بکاربرده میشوند وعملکرد پایداری یک زنجیره تامین تحت سه هدف اقتصادی، محیطی و اجتماعی ارزیابی میشود. بنابراین مدیریت پایداری زنجیره تامین یک رکن اساسی مدیریت هوشمند است که بصورت فعالیتهای کسب وکار جهت کمینه سازی ریسک‌های پایداری محیطی، اقتصادی و اجتماعی و بیشینه سازی بازده اقتصادی تعریف میشود. ازجنبه نظر اقتصادی پیشرفتهای صنعتی برای تمام ملل از اهمیت خاصی برخوردار است اما این پیشرفتها سبب انتشارانواع آلودگیها روی آب، هوا وخاک میشوند وسایر مواد سمی وزیان آورجانبی را تولید می‌کنند بطوریکه انتشارات گازهای آلوده تاثیر زیان آوری را روی سلامتی انسان و سایر موجودات خواهد داشت. فلرینگ و رهاسازی گازهای همراه نفت باعث انتشار گازهای گلخانه ای وآلاینده میشود از طرفی فلرینگ گازهای همراه نفت بمنظور جلوگیری از انفجار خطرهای احتمالی وایمنی تجهیزات وتاسیسات میدانهای نفتی وگازی بکارمیرود اما بعد از جمع آوری وجداسازی در مشعلها سوزانده میشوند که سبب مشکلات زیست محیطی مانند گرم شدن کره زمین و آلودگی هوا میشود که در نتیجه مقادیر زیادی انرژی در صنایع نفت وگاز به هدر میرود بنابراین کنترل و مهار خروجیهای نامطلوب یا گازهای فلرینگ در بخش انرژی از صنعت برق حائز اهمیت بوده بطوریکه با مهار این گازها نه تنها محیط ازانواع آلاینده‌های سمی و زیان آور در امان خواهد بود بلکه مقادیر بسیار زیادی انرژی تلف شده به چرخه گاز طبیعی برمیگردد. سوئیوشی وهمکارانش درسال ۲۰۰۹روی تاریخچه مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها که اولین بار توسط کوپر در قرن هیجدهم ارائه شد بحث گفتگونمودند آنها در سال ۲۰۱۰ مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها را از جنبه نظر اقتصاد اجتماعی و

حسابداری اقتصادی مورد بحث وبررسی قرار دادند و توانستند با ارائه استدلال محکم نشان دهند که مدل تحلیل پوششی داده‌ها دارای اشکالات و موانع قابل توجهی می‌باشد همچنین سوئیوشی و همکارانش در مقالات متعددی کاربرد ارزیابی محیطی را در مدل DEA ارائه نمودند که نتایج مربوط به آن درمقالات (۲۰۱۰آ, ب) دیده میشود بعلاوه آنها توانستند ارزیابی محیطی درسوخت فسیلی مولد جریان برق(۲۰۱۱آ) وصنعت الکتریکی (۲۰۱۱ب) ویک ترکیبی از دو مقاله (۲۰۱۲ج) راارائه دهند. یک جنبه مهم در این مطالعات این است که تمامی تحقیقات بر اساس چهار چوب محاسباتی بدون چهار چوب مفهومی جهت ارزیابی محیطی واحد تصمیم گیرنده پایگذاری شده اند اما اولین مقاله ای که دو مفهوم دسترس پذیری آزاد و مدیریتی را جهت ارزیابی محیطی مورد استفاده قرار داد درسال ۲۰۱۲ تحت عنوان (۲۰۱۲آ) منتشر شد وآنگاه دو مفهوم دسترس پذیری آزاد و مدیریتی بعنوان یک مفهوم اساسی جهت پیشرفت در تلاشهای تحقیقاتی بکار گرفته شد که منجر به یک سری از مطالعات در سالهای ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ گردیدکه ورودیها در تمامی مقالات به دو دسته تحت دو نوع دسترس پذیری تقسیم میشوند همچنین سوئیوشی وهمکارانش در سال ۲۰۱۴ از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی انرژی تجدید پذیراستفاده نمودند بعلاوه آنها توانستند با ترکیب آن با سایر روشهای ارائه شده در مقالات(۲۰۱۱ج) و(۲۰۱۲ج) تحقیقات خود را تحت مقاله (۲۰۱۴ج) معرفی نمایند همچنین در تمامی روشهای بکاربرده شده جهت ارزیابی کارآیی واحدهای تصمیم گیرنده از مدلهای یک مرحله ای ساده استفاده شده است. تلاشهای تحقیقاتی متعددی در سالهای اخیر توسط محققان درزمینه ارزیابی زنجیره تامین صورت گرفته است همچنین در رابطه با مدلهای ارائه شده بمنظور ارزیابی زنجیره تامین، ژو سال ۲۰۰۶ در رابطه با یک زنجیره تامین تنها با دو تصمیم گیرنده نشان داد مدل چارنز، کوپر و رادوز (CCR) نمیتواند جهت اندازه گیری کارآیی یک زنجیره تامین بکار رود زیرا مدل قادر نیست بدرستی مقدار کارآیی زنجیره تامین را محاسبه نماید و توانست چندین روش براساس تحلیل پوششی داده‌ها جهت اندازه گیری کارآیی زنجیره تامین با در نظر گرفتن اندازه‌های میانی ارائه دهد همچنین کوک و ژو در(۲۰۰۷) یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها را جهت دسته بندی ورودیها وخروجیها ارائه دادند. کئو در (۲۰۰۹) مدلی را برای ارزیابی زنجیره تامین ارائه داد که

شامل دو زیر فرآیند می‌باشد وهمچنین نشان داد کارآیی کل فرآیند تولید بصورت حاصلضرب کارآیی دو زیر فرآیند آن تجزیه میشود به عبارتی دیگر کئو کارآیی کل را به کارآیی زیر فرآیندها تجزیه نمود همچنین مدلی را بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها برای یک شبکه ارائه داد که با در نظر گرفتن ارتباط میانی بین اجزای سیستم ,کارآیی سیستم را اندازه گیری مینماید. طلوع و همکارانش در(۲۰۰۹) با تجدید نظرمدل ژو وهمکارانش (۲۰۰۷) روشی جهت انتخاب بهترین ارسال کنندها درحضورمحدودیتهای وزنی وشاخصهای ورودی وخروجی ارائه دادند.هاتفی وهمکارانش(۲۰۱۰) یک مدل بر اساس تابع فاصله برای دسته بندی ورودی وخروجی ارائه دادند. تن وتسوتسوی در (۲۰۱۰) یک مدل شبکه تحلیل پوششی داده‌ها را بر اساس متغیرهای کمکی فاکتورهای تولید معرفی نمودند همچنین آنها توانستند یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها را جهت سومین قطب کارآیی تکنیکی با ترکیب کارآیی شعاعی و غیر شعاعی برای ارزیابی عملکرد واحد تصمیم گیرنده ارائه دهند .چن و یان در (۲۰۱۱) با در نظر گرفتن یک ساختار کلی شبکه, مدل تحلیل پوششی داده‌ها را براساس سه مفهوم کنترل مرکزی ,غیر مرکزی و مختلط جهت ارزیابی یک زنجیره تامین با یک ارسال کننده کالا ودو سازنده ارائه نمودند که در آن ابتدا مجموعه امکان تولید هر بخش در شبکه با در نظر گرفتن دسترس پذیری آزاد شاخصهای تولید ساخته شد و سپس مجموعه امکان تولید زنجیره تامین بوسیله ترکیب مجموعه امکان تولید بخشها تشکیل گردید همچنین کارایی زنجیره تامین بر اساس تصویر شعاعی فارال روی مرز کارای زنجیره تامین محاسبه گردید. توانا و همکارانش در (۲۰۱۳)با بکار بردن مدل ارائه شده توسط تن وتسوتسوی توانستند امتیازکارایی یک زنجیره تامین را با یازده بخش محاسبه کنند. تمامی روشهای ذکر شده در بالا جهت مشخص کردن امتیاز کارایی تنها خروجیهای مطلوب را در نظرمیگیرند همچنین فرضی پور در(۲۰۱۱) یک مدل درحضور داده‌های فازی وشاخصهای دونقش ورودی و خروجی مطرح نمود. فرضی پور وهمکارانش در (۲۰۱۴) جهت ارزیابی یک زنجیره تامین مدلی را درحضورخروجیهای نامطلوب وشاخصهای دو نقش ورودی وخروجی ارائه دادند آنها در

مدل تحلیل پوششی داده‌ها از داده‌های فازی استفاده نمودند بطوریکه زنجیره تامین شامل یک ارسال کننده و یک تولید کننده و یک توزیع کننده کالا می‌باشد.

دسترس پذیری عادی(آزاد) و مدیریتی- دسترس پذیری قوی وضعیف

در این بخش چهار نوع دسترس پذیری تحت عنوان دسترس پذیری عادی (آزاد) و مدیریتی و دسترس پذیری قوی وضعیف معرفی میشود همچنین مدل یک مرحله ای سوئیوشی وگتو برای ارزیابی واحد تصمیم گیرنده مطرح میشود بعلاوه یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها شامل شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی جهت ارزیابی کارایی واحد تصمیم گیرنده ارائه میشود.

دسترس پذیری عادی (آزاد) و مدیریتی

فرض کنید $X \in R^m$ یک بردار ستونی از ورودیها با m مولفه و $G \in R_+^s$ یک بردار ستونی از خروجیهای مطلوب با s مولفه و $B \in R_+^h$ یک بردار ستونی ازخروجیهای نامطلوب با h مولفه بعنوان شاخصهای تولید معرفی شوند آنگاه مجموعه امکان تولید تحت مفهوم دسترس پذیری آزاد ومدیریتی بصورت زیر تعریف میشود .

$$P^N(x)=\left\{(G,B):G\le\sum_{j=1}^{n}G_j\lambda_j,B\ge\sum_{j=1}^{n}B_j\lambda_j,X\ge\sum_{j=1}^{n}X_j\lambda_j,\sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1,(j=1,...,n)\right\} \quad (1)$$

$$P^M(x)=\left\{(G,B):G\le\sum_{j=1}^{n}G_j\lambda_j,B\ge\sum_{j=1}^{n}B_j\lambda_j,X\le\sum_{j=1}^{n}X_j\lambda_j,\sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1,(j=1,...,n)\right\} \quad (2)$$

تحت دسترس پذیری عادی یا $P^N(x)$ تکنولوژی تولید شامل قید $X \ge \sum \lambda_j X_j$ می‌باشد در حالیکه در دسترس پذیری مدیریتی یا $P^M(x)$ مدیر یا تصمیم گیرنده با کنترل ورودیها میتواند جهت ارتقای تکنولوژی تولید، ورودیها را افزایش دهد. قید $X \le \sum \lambda_j X_j$ درمجموعه امکان تولید تحت دسترس پذیری مدیریتی منظورمیشود

همچنین دو قید $G \le \sum G\lambda_j$ و $B \ge \sum_{j=1}^{n} B_j\lambda_j$ دردو مجموعه امکان تولید، دسترس پذیری آزاد خروجیهای مطلوب ونامطلوب را نشان میدهد.

دسترس پذیری ضعیف وقوی

فر(Fare) وهمکارانش (۱۹۸۹) دسترس پذیری ضعیف وقوی را بر اساس دو نوع بردار خروجی و ورودی ارائه دادند. مجموعه امکان تولید تحت دسترس پذیری قوی ورودیها وخروجیهای مطلوب و دسترس پذیری ضعیف خروجیهای نامطلوب بصورت زیر تعریف میشود.

$$P^{w}(x)=\left\{(G,B): G \le \sum_{j=1}^{n} G_j\lambda_j, B=\sum_{j=1}^{n} B_j\lambda_j, X \le \sum_{j=1}^{n} X_j\lambda_j, \sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1, (j=1,...,n)\right\} \qquad (3)$$

علامت تساوی در قید مربوط به خروجیهای نامطلوب فرض دسترس پذیری ضعیف خروجیهای نامطلوب را نشان میدهد همچنین مجموعه امکان تولید تحت دسترس پذیری قوی روی دو بردارخروجیهای مطلوب و نامطلوب وبردار ورودی بصورت زیر تعریف میشود.

$$P^{s}(x)=\left\{(G,B): G \le \sum_{j=1}^{n} G_j\lambda_j, B\le\sum_{j=1}^{n} B_j\lambda_j, X \ge \sum_{j=1}^{n} X_j\lambda_j, \sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1, (j=1,...,n)\right\} \qquad (4)$$

از آنجاییکه درهرفعالیت اقتصادی خروجیهای نامطلوب در کنار خروجیهای مطلوب تولید میشوند، قید نامساوی روی خروجیهای مطلوب و نامطلوب بیانگرفرض دسترس پذیری قوی می‌باشد.

مدل تحلیل پوششی داده‌ها جهت ارزیابی کارایی واحد تصمیم گیرنده

در این بخش مدل یک مرحله ای سوئیوشی و گتو سال ۲۰۱۴جهت ارزیابی امتیاز کارایی واحد تصمیم گیرنده ارائه میشود. فرض کنید $X_j=(x_{1j},x_{2j},...,x_{mj})^T>0$ و

بترتیب $B_j = (b_{1j}, b_{2j}, ..., b_{hj})^T > 0$, $G_j = (g_{1j}, g_{2j}, ..., g_{sj})^T > 0$

بردارهای ستونی ورودی و خروجی مطلوب و خروجی نامطلوب برای j امین واحد تصمیم گیرنده تعریف شوند. تحت دسترس پذیری عادی ومدیریتی هدف کسب کمترین هزینه در یک فعالیت اقتصادی و حفظ محیط از تاثیرآلودگیهای مضر وزیان آور می‌باشد. سوئیوشی وگتو(۲۰۱۴ب) مدل شعاعی زیر را تحت دسترس پذیری عادی (آزاد) و دسترس پذیری مدیریتی ورودیها ,جهت اجرای ناکارایی واحد تصمیم گیرنده k معرفی کردند. این مدل با در نظر گرفتن دسترس پذیری آزاد خروجیهای نامطلوب و دسترس پذیری ضعیف خروجیهای مطلوب با افراز ورودیها به دو دسته مجزا مقدار ناکارایی واحد تصمیم گیرنده را محاسبه می کند.

$$
\begin{aligned}
&Maximize\ \ \xi + \varepsilon\,[\sum_{i=1}^{m^-} R_i^x d_i^x + \sum_{q=1}^{m^+} R_q^x d_q^x + \sum_{f=1}^{h} R_f^b d_f^b] \\
&\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^- \lambda_j + d_i^x = x_{ik}^- \qquad i = 1,...,m^- \\
&\sum_{j=1}^{n} x_{iq}^+ \lambda_j - d_q^x = x_{qk}^+ \qquad q = 1,...,m^+ \\
&\sum_{j=1}^{n} g_{rj} \lambda_j + \xi g_{rk} = g_{rk} \qquad r = 1,...,s \qquad (5) \\
&\sum_{j=1}^{n} b_{fj} \lambda_j - d_f^b = b_{fk} \qquad f = 1,...,h \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j \geq 0,\ j = 1,...,n,\ \ \xi\, URS,\ \ d_i^x \geq 0,\ i = 1,...,m^- \\
&d_q^x \geq 0,\ q = 1,...,m^+,\ \ d_f^b \geq 0,\ f = 1,...,h
\end{aligned}
$$

در مدل بالا ورودیها به دو دسته تقسیم میشوند بطوریکه اولین ودومین دسته قیود دسترس پذیری آزاد ومدیریتی ورودیها رانشان میدهند همچنین سومین و چهارمین دسته قیود مربوط به خروجیهای مطلوب ونامطلوب می‌باشند. ξ یک امتیاز ناکارایی تحت اندازه فاصله بین مرز کارا و یک بردار مشاهده شده از خروجیهای مطلوب تعریف میشود

d_f^b, d_q^x, d_i^x بترتیب متغیرهای کمکی مربوط به دو دسته از ورودیها و خروجیهای نامطلوب می‌باشند هم چنین ε یک مقدار بسیار کوچک است که جهت راحتی مسئله بصورت ۰/۰۰۰۱ در نظر گرفته می‌شود بطوریکه میتوان $\varepsilon = 0$ در نظر گرفت.

مدل (5) امتیازناکارایی واحد تصمیم گیرنده را تحت دسترس پذیری عادی و مدیریتی محاسبه می کند که مقدار کارایی واحد تصمیم گیرنده k از رابطه زیر بدست میآید.

$$UEN_k = 1 - \left[\xi + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^{m^-} R_i^x d_i^x + \sum_{q=1}^{m^+} R_q^x d_q^x + \sum_{f=1}^{h} R_f^b d_f^b \right) \right] \qquad (6)$$

R_i^x, R_q^x, R_f^b مقادیر ثابت هستند که توسط تصمیم گیرنده مشخص میشوند ودراین مدل مقادیر آ نها از روابط زیر محاسبه میشوند.

$$\begin{aligned} R_i^x &= (m+s+h)^{-1} \left(\max \left\{ x_{ij} \,|\, j = 1,...,n \right\} - \min \left\{ x_{ij} \,|\, j = 1,...,n \right\} \right)^{-1} \\ R_q^x &= (m+s+h)^{-1} \left(\max \left\{ x_{qj} \,|\, j = 1,...,n \right\} - \min \left\{ x_{qj} \,|\, j = 1,...,n \right\} \right)^{-1} \\ R_f^b &= (m+s+h)^{-1} \left(\max \left\{ b_{fj} \,|\, j = 1,...,n \right\} - \min \left\{ b_{fj} \,|\, j = 1,...,n \right\} \right)^{-1} \end{aligned} \qquad (7)$$

شاخص‌های دو نقش ورودی و خروجی در فرایند تولید

فاکتورهای دو نقش ورودی وخروجی نقش بسیار مهمی در مدیریت یک زنجیره تامین پایدار ایفا می‌کنند بعنوان مثال در صنعت برق ایران ارسال کنندگان سوخت مورد نیاز نیروگاههای برق با منظور نمودن هزینه‌های مربوط به طرح توسعه وتحقیقات میتوانند میزان گاز فلرینگ را درمیادین نفت و گاز کاهش دهند این هزینه ازجنبه نظر تصمیم گیرنده که قصد دارد بهترین ارسال کننده باشد یک مولفه مهم بشمار میاید و بعنوان شاخص ورودی در نظر گرفته میشود از طرفی بکار بردن این هزینه نه تنها میتواند سبب کاهش انتشار گازهای آلوده حاصل از سوزاندن گاز در میادین نفت و گاز شود بلکه میلیونها متر مکعب

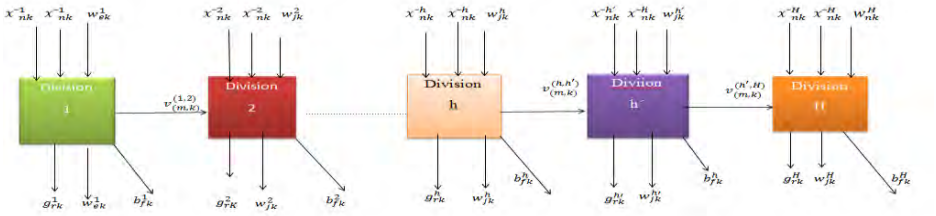
گاز را به چرخه گاز طبیعی برگشت میدهد و بعلاوه از انتشار گازهای گلخانه ای جلوگیری میشود بطوریکه علاوه بر بازده اقتصادی و حفظ محیط از آلودگیها , کیفیت و راندمان تولید را افزایش میدهد بنابر این بعنوان شاخص خروجی در نظر گرفته میشود.این مطالعه هزینه‌های بازیابی گاز فلرینگ در میادین نفت وگاز و مصارف داخلی نیروگاهها اعم از مصارف فنی وغیر فنی را در بخش نیروگاهی وهمچنین نیروی انسانی جهت آموزش در سطح توسعه وبهره برداری خطوط انتقال در بخش انتقال را بعنوان شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی در نظر گرفته است.

ژو و همکارانش سال ۲۰۰۶ مدل تحلیل پوششی داده‌ها (8) را جهت حضور شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی ارائه نمودند.

$$
\begin{aligned}
&\min \theta_o \\
&x_{io}\theta_o - \sum_{k=1}^{n} x_{ik}\lambda_k \geq 0 \qquad i = 1,...,I \\
&\sum_{k=1}^{n} y_{rk}\lambda_k \qquad \geq y_{ro} \qquad r = 1,...,R \qquad (8) \\
&\sum_{k=1}^{n} w_k\lambda_k \qquad = w_o \\
&\lambda_k \geq 0 \qquad k = 1,...,n \\
&\theta_o \quad \textit{unrestricted in sign}
\end{aligned}
$$

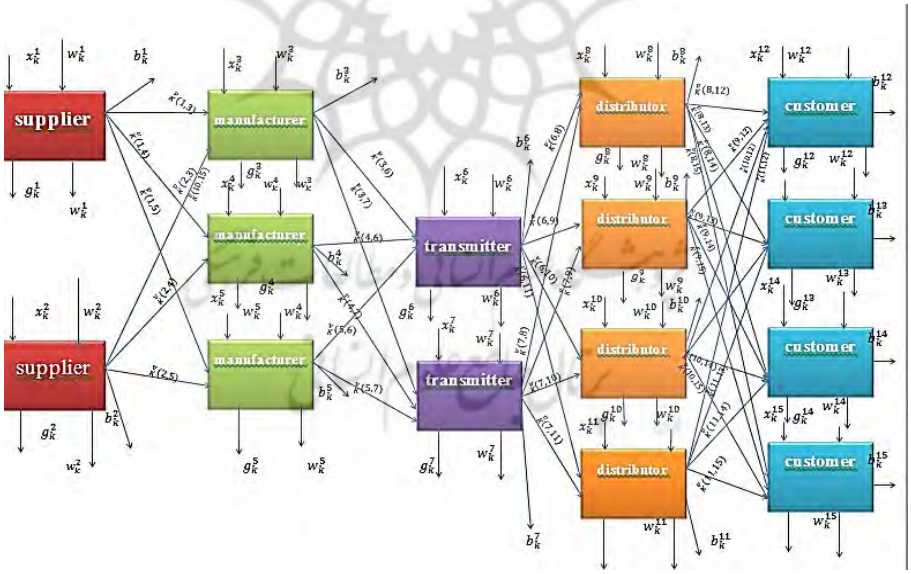
x_{io} برای $(i = 1,...,I)$ مقدار ورودی i ام مصرف شده جهت تولید مقدار خروجی r ام یعنی y_{ro} برای $(r = 1,...,R)$ از DMU_o یا واحدتصمیم گیرنده o تعریف میشود هم چنین w_k , k امین فاکتور دو نقش ورودی و خروجی تعریف میشوند. θ_o امتیاز کارایی واحد تصمیم گیرنده o معرفی میشود.

شکل ۱ ساختار کلی زنجیره تامین را نشان میدهد که شامل یک تعداد از شرکتها, کمپانیها, سازمانها است بطوریکه هر بخش با استفاده از دو نوع ورودی و شاخصهای دو نقشی, خروجیهای مطلوب و نامطلوب را تولید می کنند.



شکل ۱ – ساختار کلی زنجیره تامین

شکل ۲ یک زنجیره تامین را در صنعت برق ایران نشان میدهد که از پنج مرحله و پانزده بخش تشکیل شده است بطوریکه شامل دو ارسال کننده سوخت، سه نیروگاه، دو کمپانی انتقال، چهار کمپانی توزیع و چهار مصرف کننده برق می‌باشدهربخش جهت تولید دو نوع خروجی ازدو نوع ورودی تحت دسترس پذیری عادی و مدیریتی و فاکتورهای دو نقش ورودی وخروجی استفاده می کند همچنین اندازه‌های میانی ازهربخش در هر مرحله به بخش دیگر به مرحله مجاور ارسال می گردد.



شکل ۲- ساختار زنجیره تامین

روش شناسی

در این بخش مدل ارزیابی اجرای زنجیره تامین تحت دو نوع ورودی, خروجیهای مطلوب و نامطلوب و شاخصهای دو نقش ورودی و خروجی ارائه میشود. فرض کنید یک زنجیره تامین یا DMU از پنج مرحله ارسال کنندگان سوخت، نیروگاههای برق، انتقال دهندگان جریان الکتریسیته، توزیع کنندگان و مصرف کنندگان جریان برق در بخشهای خانگی، عمومی، کشاورزی و صنعتی تشکیل شده باشد همچنین فرض کنید h_c, h_d, h_t, h_m, h_s بترتیب تعداد ارسال کنندگان سوخت مورد نیاز نیروگاهها، تعداد نیروگاهها، تعداد کمپا نیهای برق منطقه ای، تعداد شرکتهای توزیع برق و تعداد مشترکین در بخشهای خانگی، عمومی، کشاورزی و صنعتی باشند.متغیرها در مدل تحلیل پوششی دادهها در زنجیره تامین بصورت زیر تعریف میشوند.

$\bar{x}_{ij}^{h}$ - i امین ورودی نوع اول از h امین بخش در زنجیره تامین j برای $j=1,...,n$, $h=1,...,H$, $i=1,...,m^{-}$

$\cdot$ - q امین ورودی نوع دوم از h امین بخش در زنجیره تامین j برای $j=1,...,n$, $h=1,...,H$, $i=1,...,m^{+}$

g_{rj}^{h} – r امین خروجی مطلوب از h امین بخش در زنجیره تامین j برای $j=1,...,n$, $h=1,...,H$, $r=1,...,s$

b_{fj}^{h} – f امین خروجی نامطلوب از h امین بخش در زنجیره تامین j برای $j=1,...,n$, $h=1,...,H$, $f=1,...,F$

w_{ej}^{h} - e امین فاکتور دو نقشی از h امین بخش در زنجیره تامینj برای $j=1,...,n$, $h=1,...,H$, $e=1,...,E$

$v_{zj}^{(h,h')}$ - z امین اندازه میانی از بخش h به بخش h' در j امین زنجیره تامین

$s_{zj}^{(h_s,h_m)}$, $s_{zj}^{(h_m,h_t)}$, $s_{zj}^{(h_t,h_d)}$, $s_{zj}^{(h_d,h_c)}$ متغیرهای کمکی z امین اندازه میانی از بخش تامین کننده سوخت به نیروگاهها, از نیروگاهها به کمپا نیهای انتقال جریان الکتریسیته واز آنجا

به کمپا نیهای توزیع جریان برق و سرانجام به مصرف کنندگان در بخشهای متفاوت برای $j=1,...,n$

ξ^h – امتیاز ناکارایی h امین بخش تعریف میشود. حال فرض کنید ساختار زنجیره تامین از دو تامین کننده سوخت مورد نیاز کمپانی و سه نیرو گاه برق ودو انتقال دهنده جریان برق و چهار توزیع کننده الکتریسیته و چهار بخش مشترکین تشکیل شده باشد همچنین فرض کنید داده‌های تولید برای $(j=1,...,n)$ و $(h=1,...,H)$ بصورت بردار $\left(x_j^h, g_j^h, b_j^h, v_j^h\right)$ مشخص شود آنگاه مجموعه امکان تولید بصورت $P(x)=\left\{\left(g_j^h, b_j^h, v_k^h\right) \mid \left(x_j^h, g_j^h, b_j^h, v_j^h\right) \in Y\right\}$ تعریف میشود که Y تکنولوژی تولید از h امین بخش در j امین زنجیره تامین تعریف میشود. . مدل (۹) بمنظور ارزیابی ناکارایی نسبی یک زنجیره تامین k ارائه میشود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$\theta = \max \omega_h \xi^h$$

$$
\begin{aligned}
s.t \quad & \sum_{j=1}^{n} \bar{x}_{ij}^{h} \lambda_j^h + d_i^h = \bar{x}_{ik}^{h} && i = 1,...,m^-,\ h = 1,...,H \\
& \sum_{j=1}^{n} \tilde{y} = \tilde{} && q = 1,...,m^+, h = 1,...,H \\
& \sum_{j=1}^{n} g_{rj}^{h} \lambda_j^h + \xi^h g_{rk}^{h} = g_{rk}^{h} && r = 1,...,s,\ h = 1,...,H \\
& \sum_{j=1}^{n} b_{fj} \lambda_j^h - d_f^h = b_{fk}^{h} && f = 1,...,F,\ h = 1,...,H \\
& \sum_{j=1}^{n} w_{ej}^{h} \lambda_j^h = w_{ek}^{h} && e = 1,...,E,\ h = 1,...,h_s \\
& \sum_{j=1}^{n} w_{ej}^{h} \lambda_j^h = w_{ek}^{h} && e = 1,...,E,\ h = 1,...,h_m \\
& \sum_{j=1}^{n} w_{ej}^{h} \lambda_j^h = w_{ek}^{h} && e = 1,...,E,\ h = 1,...,h_t \qquad (9) \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^h v_{zj}^{(h,h')} + s_z^{(h,h')} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{h'} v_{zj}^{(h,h')} && h = 1,...,h_s,\ z = 1,...,Z_s,\ h' = 1,...,h_m \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^h v_{zj}^{(h,h')} + s_z^{(h,h')} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{h'} v_{zj}^{(h,h')} && h = 1,...,h_m,\ z = 1,...,Z_m,\ h' = 1,...,h_t \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j v_{zj}^{(h,h')} + s_z^{(h,h')} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{h'} v_{zj}^{(h,h')} && h = 1,...,h_t,\ z = 1,...,Z_t,\ h' = 1,...,h_d \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j v_{zj}^{(h,h')} + s_z^{(h,h')} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{h'} v_{zj}^{(h,h')} && h = 1,...,h_d,\ z = 1,...,Z_d,\ h' = 1,...,h_c \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j^h = 1 && h = 1,...,H,\ j = 1,...,n \\
& \lambda_j^h \geq 0,\ s_{zj}^{(h,h')},\ \xi\ UR, && k = 1,...,n,\ h = 1,...,H \\
& d_i^h \geq o,\ i = 1,...,m^-,\ d_q^h \geq 0,\ q = 1,...,m^+,\ d_f^h \geq 0,\ f = 1,...,F,\ h = 1,...,H
\end{aligned}
$$

حال فرض کنید ورودیهای تحت دو نوع دسترس پذیری آزاد ومدیریتی به دو دسته تقسیم شوند بطوریکه تحت دسترس پذیری آزاد دسته ای از ورودیها جهت مینیم سازی هزینه کاهش میابند همچنین تحت دسترس پذیری مدیریتی ورودیهای بخصوصی بمنظور سرمایه گذاری وابداع تکنولوژی جدید افزایش میابند. جهت ارزیابی ناکارایی یک زنجیره تامین، فرض دسترس پذیری ضعیف برای خروجیهای مطلوب و فرض دسترس پذیری قوی برای ورودیها و خروجیهای نامطلوب در نظر گرفته شده است همچنین شرط تحدب مجموعه امکان تولید و بازده به مقیاس متغیر فرض شده است و شاخصهای دو نقش ورودی و خروجی برای میادین نفت وگاز, نیروگاهها, خطوط انتقال مورد بررسی قرار گرفته است .

θمقدارناکارایی واحد تصمیم گیرنده یا زنجیره تامین k را محاسبه می‌کند بطوریکه مقدارکارایی ازرابطه $\beta = 1-\theta$ بدست میآید. ω^hضرایب وزنی h امین بخش از یک زنجیره تامین است که توسط تصمیم گیرنده مشخص میشود. اولین ودومین دسته قیود مربوط به دو دسته ورودی در بخشها می‌باشند سومین وچهارمین دسته از قیود بترتیب خروجیهای مطلوب و نامطلوب دربخشهای ارسال کنندگان سوخت, نیروگاههای برق,انتقال دهندگان, توزیع کنندگان وسرانجام مصرف کنندگان برق را نشان میدهند همچنین پنجمین وششمین وهفتمین دسته قیود مربوط به شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی درسه مرحله ارسال کنندگان سوخت, نیروگاهها, انتقال دهندگان برق می‌باشند. قیدهای متعلق به اندازه‌های میانی بصورت هشتمین و نهمین ودهمین و یازدهمین دسته قیود معرفی می‌شوند همچنین سمت چپ وسمت راست این قیدها بترتیب نشان دهنده اندازه‌های میانی است که از h امین بخش خارج می‌شوند و به h' امین بخش وارد میشوند. بعلاوه متغیر کمکی مربوط به قیدهای اندازه‌های میانی از نظرعلامت آزاد در نظر گرفته شده اند که این موضوع باعث انعطاف بیشتری در ارسال اندازه‌های میانی ازیک بخش با ماهیت بخصوص به بخش دیگر با ماهیت متفاوت خواهد شد. همجنین مقدار این متغیر نوع اندازه میانی که باید افزایش یا کاهش یابد را مشخص مینماید بطوریکه این متغیرها میتوانند بوسیله همزمان کاهش در خروجیهای مطلوب ونامطلوب سبب بهبود

درمقدار کارایی زنجیره تامین شوند بعبارت دیگر مقدارمتغیرهای کمکی در جواب بهینه نحوه مدیریت واگذاری یا تخصیص اندازه میانی را به بخشهای زنجیره تامین مشخص مینماید. DMU_k کارای BCC (بنکر، چارنز، کوپر) است اگر خروجیهای مطلوب در تمامی بخشهای زنجیره تامین کاهش نیابند بعبارت دیگر $\xi_k^h = 0$ به ازای $h = 1,...,H$

قضیه ۱ – DMU_k (c۳زنجیره تامین k) کارای BCC (بنکر، چارنز، کوپر) است اگر $\theta_k^* = 0$ بعبارت دیگر DMU_kکارا است اگر $(\xi_k^{h(s)}, \xi_k^{h(m)} \xi_k^{h(t)}, \xi_k^{h(d)}, \xi_k^{h(c)}) = (0,0,0,0,0)$

کاربردی از مدل تحلیل پوششی دادهها در زنجیره تامین صنعت برق ایران

در این بخش مدل زنجیره تامین معرفی شده (۹) را برای تحلیل صنعت برق ایران بکار برده وهمچنین مجموعه دادهای مدل اعم ازورودیها وخروجیها وفاکتورهای دو نقش ورودی وخروجی واندازههای میانی معرفی میشوند و سرانجام نتایج واقعی حاصل از اجرای مدل مورد تجزیه وتحلیل قرار میگیرد.

مجموعه دادهها در مدل ارزیابی زنجیره تامین

در مثال کاربردی زنجیره تامین درصنعت برق شامل پنج مرحله اصلی میباشد که از ارسال کنندگان سوخت، ژنراتورهای برق (نیروگاههای برق)، شبکه انتقال،ظرفیتهای توزیع و مصرف کنندگان پایانی تشکیل میشود. نیروگاههای برق برای تولید جریان الکتریسیته یا از سوخت نفت و گاز طبیعی و گازوئیل استفاده میکنند یا تجدید پذیرند واز انرژی خورشید وباد ,برق تولید میکنند.همچنین نیروگاههایی که از سوختهای فسیلی استفاده میکنند وابسته به نوع تکنولوژی بکار برده شده به نیروگاههای حرارتی, گازی وسیکل ترکیبی تقسیم میشوند بطورکلی نیروگاههای حرارتی ازسوختهای فسیلی برای تولید الکتریسیته استفاده میکنند و مقادیر زیادی از آلودگیها را درهوا، آب و خاک منتشرمینمایند. گازهای منواکسید نیتروژن، منو اکسید گوگرد و دی اکسید کربن الودگیهای در نظرگرفته شده در مدل میباشند در میادین نفتی، نفت همراه گاز استخراج میشود که بعد از عملیات

جداسازی گاز مایع از نفت سیستمهای بازیابی گاز فلرینگ عملیات جداسازی گاز را انجام میدهند و سرانجام مقادیر گاز باقیمانده جهت سوزاندن به مشعلها ارسال میشود.آمار شرکت توانیر در سال ۱۳۹۶ نشان میدهد که از ۸۳۰ میلیون متر مکعب گاز تولید شده در روز در میادین گازی کشور حدود ۱۳ درصد آن از محل گازهای همراه نفت بدست می‌آید.همچنین با توجه به آمار مربوط به گازهای فلرینگ روزانه بالغ بر ۴۵ میلیون متر مکعب گاز یعنی معادل ۶ درصد تولید گاز کشور برای جلوگیری از انفجار احتمالی و حفظ ایمنی سیستمها در میادین سوزانده میشود لذا لازم است بمنظور جلوگیری از هدر رفت انرژی در میادین نفتی و گازی و قطع مشعل سوزی گاز وجمع آوری گاز سرمایه گذاری شود. آمار مربوط به تلفات ناشی از انتقال و توزیع برق در خطوط انتقال و توزیع بیانگر هدر رفت مقادیر زیادی انرژی می‌باشد بطوریکه تلفات برق یک درصد ظرفیت اسمی نیروگاهها را به خود اختصاص میدهند که حداقل ۷۰۰ میلیون دلار ارزش دارد و کاهش تلفات شبکه انتقال و توزیع بیش از هرگونه هزینه تجهیزاتی به کار مهندسی و نیروی انسانی وابسته است لذا با کاهش یک درصد از تلفات برق نه تنها سالیانه ۲/۵ میلیاردکیلو وات ساعت برق به خطوط انتقال و توزیع افزوده میشود بلکه حدود ۱/۸ تن دی اکسید کربن کمتر در هوا منتشر میشود بنابر این سرمایه گذاری روی نیروی انسانی مجرب در خطوط انتقال و توزیع یک امر ضروری تلقی میشود. در این مطالعه از ده زنجیره تامین بصورت یک DMU (واحد تصمیم گیرنده) استفاده میشود همچنین واحدهای تصمیم گیرنده متجانس هستند بطوریکه با دریافت ورودیهای مشابه خروجیهای مشابه تولید می‌کنند و هرزنجیره تامین شامل دو ارسال کننده سوخت(نفت ,گازوئیل , نفت کوره) وگاز(کمپانی‌های نفت وگاز) که تامین کننده سوخت مورد نیاز نیروگاهها (محصولات میانی) می‌باشند وتامین کنندگان سوخت یک ورودی نوع اول (سرمایه) و یک ورودی نوع دوم (نیروی انسانی) استفاده می‌کنند و یک خروجی مطلوب (نفت وگاز) ویک خروجی نامطلوب (گازفلرینگ) تولید می‌کنند. خروجی مطلوب میادین نفتی وگازی بصورت تفاضل میانگین ظرفیت تولید روزانه از مقادیر نفت وگاز ارسال شده به نیروگاهها محاسبه میشود همچنین هزینه برگشت گاز فلرینگ به چرخه گاز طبیعی بعنوان شاخصهای

دو نقش ورودی وخروجی درنظرگرفته میشود. در بخش نیروگاهی جهت استفاده از ظرفیت کل نیروگاه‌های موجود در ده زنجیره تامین برق حداقل سه نیروگاه برای هر تامین کننده در نظر گرفته شده است بطوریکه هر نیروگاه شامل مجموعه ای از نیروگاهها با تکنولوژیهای متفاوت می‌باشد که در ناحیه بخصوصی قرار دارند لذا تولید کنندگان برق (نیروگاهها) شامل حداقل سه نیروگاه با تکنولوژیهای حرارتی، سیکل ترکیبی، گازی، برق آبی، بادی و خورشیدی می‌باشند که از دو نوع ورودی نوع اول سوخت و سرمایه و یک ورودی نوع دوم نیروی کار برای تولید الکتریسیته استفاده مینمایند و برق تولید شده را به کمپانی‌های برق منطقه ای میفروشند وهمچنین برای افزایش ظرفیت خودشان با جایگزین نمودن نیروگاههای موجود با نیروگاههای کارآتر اقدام به ساخت نیروگاههای جدید مینمایند بطوریکه خروجی مطلوب نیروگاهها مقدار الکتریسیته تولید شده در نیروگاههای جدید می‌باشد همچنین سه نوع خروجی نامطلوب بصورت انتشار گازهای Co2 , Sox, Nox برای تولید کنندگان برق در نظرگرفته شده است. شاخصهای دونقش ورودی و خروجی بصورت مصارف الکتریسیته داخلی نیروگاه‌ها اعم ازمصارف فنی وغیر فنی تعریف میشوند. کمپانیهای برق منطقه ای جریان الکتریسیته برق را ازنیروگاه‌ها به کمپانیهای پخش و توزیع برق انتقال میدهند و آنها ظرفیت خطوط انتقال و طول خطوط انتقال را به عنوان ورودی نوع اول و سرمایه گذاری روی آموزش کارکنان و مجهز کردن خطوط انتقال به سیستمهای مهندسی بمنظور کاهش تلفات ناشی از انتقال برق را بعنوان ورودی نوع دوم و تلفات جریان الکتریسته را بصورت خروجی نامطلوب وساخت خطوط انتقال جدید بصورت خروجی مطلوب در نظرمیگیرند همچنین استفاده از نیروی انسانی کارآمد در خطوط انتقال وبهره برداری بعنوان شاخصهای دو نقش ورودی و خروجی در نظر گرفته میشود. کمپانی‌های توزیع برق، جریان الکتریسته دریافت شده ازکمپانی‌های برق منطقه ای را به مصرف کنندگان توزیع می‌کنند و آنها از دو نوع ورودی نوع اول بصورت ظرفیت خطوط توزیع و طول خطوط توزیع و یک ورودی نوع دوم جهت سرمایه گذاری در کاهش اتلاف انرژی برق استفاده مینمایند بطوریکه یک خروجی مطلوب پایانی به عنوان متر الکتریسیته ویک خروجی نامطلوب بصورت تلفات خط توزیع را تولید مینمایند وسرانجام مشترکین جریان برق به بخشهای خانگی ,عمومی,کشاورزی وصنعتی

دسته بندی می‌شوند بطوریکه آنها از یک ورودی نوع اول بصورت میانگین هزینه سوخت مصرفی همراه با یارانه سوخت استفاده مینمایند و دو خروجی مطلوب بصورت تعداد مشترکین برق و فروش جریان برق و یک خروجی نامطلوب بصورت مدت زمان خاموشی یا قطع برق تولید می‌کنند. پارامترهای بکار برده شده در مدل زنجیره تامین بصورت زیر تعریف میشوند.

$h(s)$ – شمارنده کمپانیهای تامین کننده سوخت $(h(s)=1,2)$

$\overline{x}_{1j}^{h(s)}$ – ظرفیت تولید سالانه از h(s) کمپانی نفت (هزار بشکه) و گاز (میایون متر مکعب) در j امین رنجیره تامین

: – تعداد کارکنان از h(s) کمپانی نفت و گاز در j امین زنجیره تامین

$g_{1j}^{h(s)}$ – نفت (هزار بشکه) و گاز (میلیون متر مکعب) فروخته شده از h(s) امین کمپانی نفت وگاز به سایر کمپانیها (غیر از نیروگاهها) در j امین زنجیره تامین

$b_{1j}^{h(s)}$ - نفت (هزار بشکه) وگاز (میلیون متر مکعب) سوزانده شده (گاز فلرینگ) از h(s) امین کمپانی نفت وگاز در j امین زنجیره تامین

$w_{1j}^{h(s)}$ – هزینه بازیابی گاز سوزانده شده (گاز فلرینگ) از h(s) امین کمپانی نفت وگاز در j امین زنجیره تامین (میلیون دلار)

$h(m)$ – شمارنده نیروگاهها $(h(m)=3,4,5)$

$\overline{x}_{1j}^{h(m)}$ – ظرفیت نامی سالانه از h(m) امین نیروگاه در j امین زنجیره تامین (میلیون کیلو وات ساعت)

$\overline{x}_{2j}^{h(m)}$ – تعداد کارکنان نیروگاه از h(m) امین نیروگاه در j امین زنجیره تامین

: – تعداد کارکنان نیروگاههای برقآبی از h(m) امین نیروگاه در j امین زنجیره تامین

$g_{1j}^{h(m)}$ – درصد ساخت نیروگاه‌های جدید از h(m) نیروگاه در j امین زنجیره تامین

$b_{1j}^{h(m)}$ – انتشار گاز No_x منو اکسید نیتروژن از h(m) امین نیروگاه در j امین زنجیره تامین (میلیون کیلو وات ساعت/هزار کیلوگرم)

$b_{2j}^{h(m)}$ – انتشار گاز So_x منو اکسید گوگرد از h(m) امین نیروگاه در j امین زنجیره تامین (میلیون کیلو وات ساعت/هزار کیلوگرم)

$b_{3j}^{h(m)}$ – انتشار گاز Co_2 دی اکسید کربن از h(m) امین نیروگاه در j امین زنجیره تامین (میلیون کیلو وات ساعت/هزار کیلوگرم)

$w_{1j}^{h(m)}$ – مصرف داخلی جریان الکتریسیته در نیروگاهها (مصرف فنی وغیر فنی)از h(m) امین نیروگاه در j امین زنجیره تامین(میلیون کیلو وات ساعت)

$h(t)$ – شمارنده شرکتهای برق منطقه ای $(h(t) = 6,7)$

$\overline{x}_{1j}^{h(t)}$ – ظرفیت خطوط انتقال جریان الکتریسیته از h(t) شرکت برق منطقه ای در j امین زنجیره تامین (مگاوات آمپر)

$\overline{x}_{2j}^{h(t)}$ – طول خطوط انتقال جریان الکتریسیته از h(t) شرکت برق منطقه ای در j امین زنجیره تامین (کیلومتر مدار)

. – تعداد کارکنان حوزه معاونت برنامه ریزی و تحقیقات شرکت برق منطقه ای h(t) در j امین زنجیره تامین

$g_{1j}^{h(t)}$ – ساخت خطوط انتقال جدید از h(t) امین شرکت برق منطقه ای در j امین زنجیره تامین (کیلومتر مدار)

$b_{1j}^{h(t)}$ – تلفات جریان الکتریسیته ناشی ازانتقال از h(t) امین شرکت برق منطقه ای در j امین زنجیره تامین (میلیون کیلو وات ساعت)

$w_{1j}^{h(t)}$ – کارکنان حوزه معاونت انتقال وبهره برداری از h(t) امین شرکت برق منطقه ای در j امین زنجیره تامین

$h(d)$ – شمارنده شرکتهای توزیع برق $(h(d) = 8, 9, 10, 11)$

$\overline{x}_{1j}^{h(d)}$ – ظرفیت خطوط توزیع جریان الکتریسیته از h(d) شرکتهای توزیع برق در j امین زنجیره تامین
(مگا ولت آمپر)

$\overline{x}_{2j}^{h(d)}$ – طول خطوط توزیع جریان الکتریسیته از h(d) شرکتهای توزیع برق در j امین زنجیره تامین (کیلومتر)

– تعداد کارکنان حوزه معاونت برنامه ریزی و مهندسی شرکت توزیع برق از h(d) کمپانی توزیع در j امین زنجیره تامین

$g_{1j}^{h(d)}$ – تعداد کنتورهای نصب شده شرکتهای توزیع از h(d) کمپانی توزیع در j امین زنجیره تامین

$b_{1j}^{h(d)}$ – درصد تلفات جریان الکتریسیته شرکتهای توزیع از h(d) کمپانی توزیع در j امین زنجیره تامین

$h(c)$ – شمارنده مصرف کنندگان جریان برق الکتریسیته $(h(c)=12, 13, 14, 15)$

$\overline{x}_{1j}^{h(c)}$ – میانگین هزینه سوخت مصرفی با یارانه سوخت جهت تولید جریان الکتریسیته از h(c) بخش مصرف کننده در j امین زنجیره تامین(ریال)

$g_{1j}^{h(c)}$ – تعداد مشترکین در بخشهای خانگی, عمومی, کشاورزی و صنعتی از h(c) بخش مصرف کننده در j امین زنجیره تامین

$g_{2j}^{h(c)}$ – فروش جریان اتکتریسیته به مشترکان در بخشهای متفاوت از h(c) بخش مصرف کننده در j امین زنجیره تامین (میلیون کیلو وات ساعت)

$b_{2j}^{h(c)}$ – میزان خاموشی یا قطع برق در بخشهای متفاوت از h(c) بخش مصرف کننده در j امین زنجیره تامین(سال/ دقیقه)

$V_{zj}^{(h,h')}$ – اندازه میانی از بخش h به بخش h'

مجموعه دادهای مدل از وب سایت توانیرکمپانی صنعت برق ایران درسال ۲۰۱۵ جمع آوری شده است .بدلیل تولید الکتریسته در ایران انتشار گازهای الوده با توجه به مقدار و

نوع سوخت استفاده شده در نیروگاه‌ها درمحاسبه خروجی نامطلوب در نظر گرفته شده است. تمامی داده‌ها در دو میدان نفتی وگازی (ارسال کننده‌های سوخت) نیرو گاه‌های برق (تولید کنندگان) کمپانیهای برق منطقه ای (انتقال دهندگان برق) کمپانیهای توزیع (پخش کنندگان) و مشترکین برق (خانگی, عمومی, کشاورزی وصنعتی) در وب سایت توانیرموجود است همچنین یک ورودی نوع اول ویک ورودی نوع دوم تامین کنندگان سوخت از آمار میدانهای نفتی وگازی در صنعت انرژی ایران بدست آمده است و خروجی مطلوب بصورت تفاوت بین میانگین تولید سالانه گاز ونفت و مقادیر ارسال شده به نیروگاه‌ها و خروجیهای نامطلوب (فلرینگ گاز) با نرخ ۰/۰۳ درصد تولید سالانه گاز و نفت محاسبه شده است. همچنین شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی بر اساس سرمایه گذاری جهت جلوگیری از گازهای فلرینگ وهزینه صرف شده جهت برگشت آن به چرخه گاز در میدانهای نفت وگاز محاسبه میشود.اطلاعات مربوط به مقدار و نوع سوخت نیرو گاه‌ها از کمپانی توانیر در صنعت برق ایران جمع آوری شده است وبصورت اندازه میانی از میدانهای نفت وگاز به نیروگاهها معرفی شده است ظرفیت نامی آنها بصورت ظرفیت نیروگاهها در نظر گرفته شده وخروجیهای نامطلوب بر اساس نوع تکنولوژی نیروگاهها و سوختهای متفاوت بکار برده شده محاسبه می‌شوند بطوریکه مقادیر گازهای منتشر شده بر اساس تولید یک میلیون وات ساعت برق و نوع تکنولوژی مورد استفاده نیروگاهها از آمار مربوط به بخش تولید وب سایت شرکت توانیر جمع آوری شد و سرانجام برای هر نیروگاه بر اساس مقدار برق تولید شده محاسبه گردید.همچنین آمار خروجی مطلوب تولید کنندگان برق ازساخت نیروگاههای جدید ازبخش تولید وب سایت کمپانی توانیر صنعت برق ایران جمع آوری شده است. شاخصهای دونقش ورودی وخروجی بر اساس مصارف فنی وغیر فنی(مصارف داخلی) نیروگاه‌ها از بخش تولید کمپانی توانیر بدست آمده است .داده‌های ورودی وخروجی مطلوب کمپانی‌های برق منطقه ای از بخش انتقال صنعت برق جمع آوری شده است وخروجی نامطلوب بصورت تلفات خط انتقال با نرخ ۳/۰۲ درصد بر اساس مقدار تلفات خط انتقال در ایران تخمین زده شده است همچنین فاکتورهای دو نقشی جهت آموزش و برنامه ریزی وتحقیقات به منظور ارتقای سطح دانش وپیشرفت تکنولوژی کارکنان در بهره برداری از خطوط انتقال جریان

الکتریسیته بمنظور کاهش تلفات برق تعریف شده است .تمامی داده‌های کمپانی توزیع از بخش توزیع وب سایت کمپانی توانیر صنعت برق بدست آمده است همچنین ورودیهای چهار بخش مشترکین برق بصورت میانگین هزینه مصرفی سوخت ویارانه سوخت جهت تولید برق از کمپانی توآنیر جمع آوری شده و اولین خروجی مطلوب بصورت فروش جریان الکتریسیته دربخشهای خانگی, عمومی, کشاورزی وصنعتی بوسیله اندازه‌های میانی ارسال شده از کمپانی‌های توزیع برق به چهار مشترکین برق بر اساس آمار درصد برق مصرفی چهار بخش مصرف کنندگان از وب سایت توزیع کمپانی توانیر محاسبه شده است ودومین خروجی مطلوب تعداد مشترکین برق در بخشهای مصرف کنندگان است که از بخش توزیع وب سایت کمپانی توآنیر بدست آمده است اما خروجی نامطلوب بوسیله مدت زمان قطعی برق دربخشهای متفاوت مشترکین برق در سال ۲۰۱۵ محاسبه شده است بعلاوه اندازه‌های میانی از ارسال کنندگان سوخت به نیروگاه‌ها مقادیر سوخت مورد نیاز نیروگاهها جهت تولید برق می‌باشند و اندازه‌های میانی از نیروگاهها به خطوط انتقال و از خطوط انتقال به خطوط توزیع جریان برق بطور محاسبه شده اند همچنین اندازه‌های میانی یا جریان برق ارسال شده به چهار نوع مشترکین برق بر اساس مقادیر توزیع برق تولید شده در ایران به چهار بخش مشترکین محاسبه شده است. مجموعه داده‌ها متناظر با ۱۰ زنجیره تامین تحت بررسی درجدولهای ۱ تا ۲۲ معرفی شده است .جدول ۱ یک ورودی نوع اول ویک ورودی نوع دوم و جدول۲ خروجی‌های مطللوب و نامطلوب و فاکتورهای دونقشی تامین کنندگان سوخت (ارسال کنندگان) را نشان میدهند جدولهای۳ تا ۶ داده‌های مربوط به نیروگاه‌های برق را نشان میدهد همچنین جدول ۷و ۸ داده‌های کمپا نیهای انتقال دهنده برق را با دو ورودی نوع اول و یک ورودی نوع دوم و یک خروجی مطلوب و یک خروجی نامطلوب وفاکتورهای دو نقش ورودی وخروجی معرفی مینماید همچنین درجدولهای ۹ تا ۱۲داده‌های بخش توزیع با دو ورودی نوع اول و یک ورودی نوع دوم ویک خروجی مطلوب و یک خروجی نامطلوب وشاخصهای دو نقش ورودی وخروجی معرفی می‌شوند سرانجام درجدولهای ۱۳ تا ۱۵ داده‌هایی ازمشترکین برق با یک ورودی نوع اول ودوخروجی مطلوب و یک خروجی نامطلوب گزارش شده است اندازه‌های میانی

از ارسال کنندگان سوخت به تولید کنندگان برق و از بخش تولید کنندگان به انتقال دهندگان وازانتقال دهندگان به توزیع کنندگان و سرانجام از از توزیع کنندگان برق به مشترکین در جدولهای۱۶ تا ۲۰معرفی شده است همچنین مقادیر مربوط به وزنهای پانزده بخش از زنجیره تامین در جدول ۲۱ نشان داده شده است.

Table 1: The supplier level- inputs

DMU	supplier 1 (division 1)		supplier 2 (division 2)	
	$\bar{x}_{1k}^{1}$	.	$\bar{x}_{1k}^{2}$	.
1	2550	3200	7200	2500
2	61200	1300	21600	2500
3	21600	3200	10800	2400
4	32400	3110	6480	1400
5	12600	2800	19440	3000
6	43200	2200	10800	2400
7	46800	2400	10800	1380
8	39600	1600	21600	2250
9	9360	2150	19440	2180
10	64800	2500	6480	2900

source: category: oil field of iran-wikipedia https//en.wikipedia.org/wiki/category:oil field of iran https//en.wikipedia.org/wiki/category:ntural gas in iran

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Table2: The supplier level desirable and undesirable outputs and dual-role factors.

DMU	Supplier1 (Division1)			Supplier2 (Division 2)	
w_{1k}^1	g_{1k}^1	b_{1k}^1	w_{1k}^2	g_{1k}^2	b_{1k}^2
1	1739.693	54	4.725	1186.216	151.2
0.011					
2	40572.996	1296	10.8	7203.230	345.6
0.255					
3	8995.883	432	5.738	3726.203	183.6
0.085					
4	26527.191	972	4.388	1930.025	140.4
0.191					
5	4552.857	216	11.475	10438.190	367.2
0.042					
6	23324.391	756	5.738	3350.675	183.6
0.149					
7	17080.471	756	5.4	2353.130	172.8
0.149					
8	15872.914	648	10.8	9455.104	345.6
0.127					
9	6062.772	194.4	11.475	9849.593	367.2
0.038					
10	25603.400	1296	4.388	2208.415	140.4
0.255					

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tolid and calculations million kilo watt hour

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Table 3: Manufacturers level inputs.

DMU	Manufacturer1			Manufacturer 2			Manufacturer3		
	$\bar{x}_{1k}^{3}$	$\bar{x}_{2k}^{3}$	.	$\bar{x}_{1k}^{4}$	$\bar{x}_{2k}^{4}$	.	$\bar{x}_{1k}^{5}$	$\bar{x}_{2k}^{5}$	.
1	63224	4070	610	15408	1600	5	11903	1200	0
2	16200	2263	27	10400	700	0	2626.952	2600	27
3	10448	1000	0	5701.12	3300	0	16760	2005	26
4	80224	1000	7	8622.4	3300	0	8344	2005	0
5	5184	890	0	1920.48	900	7	16417.760	2823	0
6	13672.88	2300	0	3312	2500	35	3936	800	0
7	966.32	1450	0	8352	2700	34	17844.8	890	0
8	1491.2	1520	21	10320	2260	9	16800	1300	0
9	3872	1500	0	10590	3600	17	7072	4100	106
10	11453.6	3180	40	6787.2	760	0	2053.28	1590	0

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tolid and calculations million kilo watt hour

Table 4: Manufacturers level desirable and undesirable outputs and Dual-role factor.

DMU	Manufacturer 1 (Division 3)				
	w_{1k}^{3}	g_{1k}^{3}	b_{1k}^{3}	b_{2k}^{3}	b_{3k}^{3}
1	598.234	12.2	454610.278	23891876.280	288025420.100
2	92.234	12.2	302399.805	4207069.806	191952930.500
3	180.638	13	235104.740	195553.061	149621794
4	394.18	12.2	229464.218	12059407.75	145380628.200
5	10.78	73.6	43498.708	38755.471	27536231.770
6	25.768	100	256638.343	217529.667	163094448.800
7	2.939	85.5	6683.633	5954.829	4230977.926
8	81.863	85.5	15138.687	184259.151	9585079.623
9	42.59	13	92035.892	76552.691	58572086.910
10	139.981	86.6	236364.062	196600.528	150423232.700

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tolid and calculations 1000kg/million kilo watt hour

Table5. Manufacturers level desirable and undesirable outputs and Dual-role factor.

DMU			Manufacturer2 (Division 4)		
	w_{1k}^4	g_{1k}^4	b_{1k}^4	b_{2k}^4	b_{3k}^4
1	0	85.5	5715.366	5092.145	3618030.390
2	541.271	0	283431.105	14895617.700	179572190
3	291.571	12.2	174773.192	9070013.802	110729096.200
4	86.474	25.2	182851.984	152090.788	116367887.400
5	96.326	12.2	49845.037	2619587.603	3158009.070
6	10.299	85.5	27420.014	24430.049	17357845.530
7	424.975	12.2	273496.466	14373506.370	173277944.500
8	0.063	12.2	311634.456	21776302.480	197440862.200
9	102.151	98.8	176752.534	147351.908	112467128.500
10	170.387	86.6	79593.197	66419.786	50641168.170

Table6. Manufacturers level desirable and undesirable outputs and Dual-role factor

DMU			Manufacturer 3 (Division 5)		
	w_{1k}^5	g_{1k}^5	b_{1k}^5	b_{2k}^5	b_{3k}^5
1	0	73.600	19603.894	17519.680	12447945.190
2	6.325	73.600	27423877.76	24433491.25	17360291475
3	103.532	98.800	212448.268	690393.877	135090771.800
4	92.426	13	140748.540	117070.408	89573051.780
5	47.29	87	300157.654	9178172.226	190308335.200
6	35.747	13	77463.980	64432.212	49298451.340
7	290.054	13	471751.939	21768344.370	299051808
8	782.679	13	510495.755	21776302.480	323709891.900
9	45.519	13	94829.614	78876.425	60350025.180
10	138.404	1.200	59895.401	3147780.793	37947663.670

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tolid and calculations 1000kg/million kilo watt hour

Table7. The Transmitter level inputs

DMU	Transmitter 1 (division 6)			Transmitter 2 (division 7)		
	$\bar{x}_{1k}^{6}$	.	$\bar{x}_{2k}^{6}$	$\bar{x}_{1k}^{7}$	.	$\bar{x}_{2k}^{7}$
1	27542	74	8704	25086	39	14697.700
2	41011	78	9127.800	4938	17	2244.500
3	13659	38	8643.400	41011	78	9127.800
4	16545	25	10367.900	41011	78	9127.800
5	6871	26	2850.700	13659	38	8643.400
6	14068	42	11166.400	4938	17	2244.500
7	14171	51	5780.500	8762	26	4480.400
8	10812	33	8273.300	15407	23	6095.800
9	25086	39	14697.700	7367	35	3776.100
10	10812	33	8273.300	7716.4	22	1453.800

Tabl 8: Transmitter level desirable and undesirable outputs and Dual-role factor.

DMU	Transmitter 1 (division 6)			Transmitter 2 (division 7)		
	w_{1k}^{6}	g_{1k}^{6}	b_{1k}^{6}	w_{1k}^{7}	g_{1k}^{7}	b_{1k}^{7}
1	1592	990	508.845	868	1541.4	51.880
2	115		200.566	183	110	301.829
	1302.3					
3	729		175.381	1155	1302.3	357.789
	1961.5					
4	566	1596	328.197	1155	1302.3	117.468
5	330	324	67.759	729	1961.5	263.987
6	559	431.3	254.862	183	110	107.780
7	615		447.605	330	747	61.919
	1576.2					
8	88	601.2	373.774	479	386	202.020
9	868		273.358	231	110	84.462
	1541.2					
10	88	601.2	294.146	426	1453.8	38.828

Source: http//amar.tavanir.org.ir//entaghal and calculations loose of electri

Tabl 9: The distributor level inputs.

DMU	Distributor 1 (division 8)			Distributor 2 (division 9)		
	$\bar{x}_{1k}^{8}$	.	$\bar{x}_{2k}^{8}$	$\bar{x}_{1k}^{9}$	.	$\bar{x}_{2k}^{9}$
1	7792	47	40437	4067	54	60332
2	11349	292	64702	2330	61	19739
3	11349	292	64702	3068	79	28043
4	8612	55	12406	1787	42	8942
5	900	36	13383	2480	122	26770
6	11349	292	64702	3175	29	15731
7	3639	109	37153	1444	115	13785
8	2084	30	51688	4221	69	24689
9	7792	47	40437	1894	71	18162
10	2690	26	35606	2084	30	51688

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tozee

Table 10. The distributor level inputs

DMU	Distributor 3 (division 10)			Distributor 4 (division 11)		
	$\bar{x}_{1k}^{10}$	.	$\bar{x}_{2k}^{10}$	$\bar{x}_{1k}^{11}$	.	$\bar{x}_{2k}^{11}$
1	3325	36	13761	4492	58	10052
2	1787	42	18122	1324	19	11101
3	3651	115	32533	900	36	13383
4	1874	38	12075	3175	47	56184
5	3965	115	32533	3068	79	28043
6	1324	19	11101	1894	71	18162
7	900	36	13383	11349	292	64702
8	4067	54	60332	5395	65	52340
9	3325	36	13761	4067	54	60332
10	4067	54	60332	5395	65	52340

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tozee

Table11. Distributor level desirable and undesirable outputs.

DMU	Distributor 1 (Division 8)		Distributor 2 (Division 9)	
	g_{1k}^{8}	b_{1k}^{8}	g_{1k}^{9}	b_{1k}^{9}
1	576253	14.210	576253	8.030
2	2046151	7.200	323920	10.400
3	2046151	15.570	631924	11.390
4	1288350	15.570	345484	10.730
5	265678	13.250	662102	12.670
6	2046151	15.57	513660	11.510
7	497281	13.600	429044	11.050
8	294579	11.230	368658	13.330
9	576253	14.210	513660	7.250
10	469733	12.540	347768	11.230

Source:http//amar.tavanir.org.ir//tozee

Table12. Distributor level desirable and undesirable outputs

DMU	Distributor 3 (Division 10)		Distributor 4 (Division 11)	
	g_{1k}^{10}	b_{1k}^{10}	g_{1k}^{11}	b_{1k}^{11}
1	248079	13.590	327034	14.200
2	345484	10.730	208346	7.990
3	429044	11.050	265678	13.250
4	329071	7.670	309704	12.030
5	429044	11.05	631924	11.390
6	208346	7.990	333449	7.250
7	265678	13.25	2046151	15.570
8	550244	8.030	691491	8.100
9	208346	13.590	631924	8.030
10	550244	8.030	691491	8.100

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tozee

Table13. The customer level inputs under managerial disposability

DMU	Customer 1 (Division 12) $\bar{x}_{1k}^{12}$	Customer 2 (Division 13) $\bar{x}_{1k}^{13}$	Customer 3 (Division 14 $\bar{x}_{1k}^{14}$	Customer 4 (Division 15) $\bar{x}_{1k}^{15}$
1	1400	1094.800	1096.400	2802.500
2	1400	1094.800	1096.800	2802.500
3	1400	1094.800	1096.800	2802.500
4	1400	1094.800	1096.800	2802.500
5	1400	1094.800	1096.800	2802.500
6	1400	1098.800	1096.800	2802.500
7	1400	1098.800	1096.800	2802.500
8	1400	1098.800	1096.800	2802.500
9	1400	1098.800	1096.800	2802.500
10	1400	1098.800	1096.800	2802.500

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tozee

Table14. The Customer level desirable and undesirable outputs

DMU	Customer 1 (division 12)			Customer 2 (division 13)		
	g_{1k}^{12}	g_{2k}^{12}	b_{1k}^{12}	g_{1k}^{13}	g_{2k}^{13}	b_{2k}^{13}
1	1830958	6122.147	778.277	347030	3241.136	147.510
2	6441756	5485.296	725.081	1778416	2903.980	200.178
3	7866277	5821.292	725.323	2168359	3081.860	199.937
4	6560395	4865.888	727.327	1791210	2576.059	198.585
5	3804176	3622.099	752.559	855850	1917.582	169.308
6	8009286	3996.064	734.466	2078242	2115.563	190.588
7	8271676	5563.775	693.427	2196721	2945.528	184.154
8	3602333	6217.991	718.110	962150	3291.877	191.801
9	3213868	3906.777	752.079	691239	2068.293	161.757
10	3683518	3635.504	722.771	953080	1924.679	187.011

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tozee and calculations time cut off of electricity

Table15. The Customer level desirable and undesirable outputs

DMU	Customer 3 (division 14)			Customer 4 (division 15)		
	g_{1k}^{14}	g_{2k}^{14}	b_{1k}^{14}	g_{1k}^{15}	g_{2k}^{15}	b_{1k}^{15}
1	16364	2700.947	6.956	7663	5942.083	3.257
2	37745	2419.983	4.249	57685	5323.964	6.492
3	51444	2568.217	4.743	65030	5650.077	5.996
4	37480	2146.715	4.155	53509	4722.774	5.932
5	42460	1597.985	8.400	28981	3515.567	5.733
6	45458	1762.970	4.169	73999	3878.533	6.786
7	624532	2454.607	52.355	72330	5400.135	6.064
8	106646	2743.231	21.259	24231	6035.109	4.830
9	54540	1723.578	15.103	30174	3791.871	7.061
10	110055	1603.899	21.595	23562	3528.578	4.623

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tozee and calculations time cut off of electricity

Table16. The material flow (intermediate products desirable outputs) (106 Kwa)

DMU	***v*(3,6)**		***v*(3,7)**	***v*(4,6)**	***v*(4,7)**	***v*(5,6)**	***v*(5,7)**
	1 (2,7)	*j*	1 (3,7)	1 (4,6)	1 (4,7)	1 (5,6)	1 (5,7)
1	16849.166		0	0	954.941	0	762.931
2	6641.271		2846.259	0	6081.337	0	1066.752
3	0		7144.31	3791.372	0	2015.572	4703.002
4	4923.416		0	1666.995	3889.655	4277.035	0
5	1174.200		503.228	1069.482	0	0	8238.071
6	8439.133		0	0	1214.901	0	2353.958
7	0		259.243	4179.104	1791.044	10644.237	0
8	550.870		0	0	6689.385	11825.766	0
9	0		2796.766	5426.567	0	3625.006	0
10	7291.361		0	2448.571	0	0	1285.702

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tolid and calculations million kilo watt hour

Table17. The material flow (intermediate products desirable outputs) (106 Kwa)

DMU	$v(6,8)$ 1 (6,8)	$v(6,9)$ 1 (6,9)	$v(6,10)$ 1 (6 ,10)	$v(6,11)$ 1 (6,11)	$v(7,8)$ 1 (7,8)	$v(7,9)$ 1 (7,9)
1	11438.225	0	0	4902.096	0	499.798
2	4508.493	1932.211	0	0	0	0
3	0	0	3942.347	1689.577	8042.661	3446.851
4	0	7377.474	3161.775	0	2640.531	0
5	652.777	0	0	1523.146	0	2543.194
6	0	8184.271	0	0	356.886	0
7	10062.973	0	0	4312.703	0	1391.858
8	8402.003	0	0	3600.858	0	4399.742
9	0	0	2633.465	6144.751	813.691	1898.613
10	0	6612.050	2833.736	0	827.812	0

Table18. The material flow (intermediate products desirable outputs) (106 Kwa)

DMU	$v_{1(7,10)}^{j}$ (7 ,10)	$v_{1(7,11)}$ (7 ,11)	$v_{1(8,12)}$ (8,12)	$v_{1(8,13)}$ (8,13)	$v_{1(8,14)}$ (8,14)	$v_{1(8,15)}$ (8,15)
1	1166.195	0	3888.996	2058.880	1715.834	3774.614
2	2907.756	6784.863	1532.888	811.529	676.274	1487.803
3	0	0	2734.506	1447.680	1206.400	2654.080
4	574.437	377.219	897.781	475.297	396.080	871.375
5	5934.119	0	221.944	117.500	97.917	215.416
6	2498.201	713.772	121.341	64.239	53.533	117.772
7	596.511	0	3421.411	1811.335	1509.446	3320.781
8	1885.604	0	2856.681	1512.361	1260.300	2772.661
9	0	0	276.655	146.464	122.054	268.518
10	0	374.062	296.755	157.106	130.922	288.028

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tolid and calculations million kilo watt hour.

Table19. The material flow (intermediate products desirable outputs) (106 Kwa)

DMU	$v(9,12)$ 1 j (9,12)	$v(9,13)$ 1 (9,13)	$v(9,14)$ 1 (9,14)	$v(9,15)$ 1 (9,15)	$v(10,12)$ 1 (10,12)	$v(10,13)$ 1 (10,13)
1	169.931	89.964	74.970	164.933	396.506	209.915
2	656.952	347.798	289.832	637.630	988.637	523.396
3	1171.931	620.434	517.029	1137.463	1340.398	709.622
4	2508.341	1327.945	1106.621	2434.567	1331.512	704.918
5	864.686	457.775	381.490	839.254	2017.600	1068.141
6	2782.652	1473.169	1227.641	2700.809	849.388	449.376
7	473.232	250.534	208.779	459.311	202.814	107.372
8	1495.912	791.954	659.961	1451.915	641.105	339.409
9	645.528	341.750	284.792	626.542	895.378	474.024
10	2248.097	1190.169	991.808	2181.977	963.470	510.072

Table20. The material flow (intermediate products desirable outputs) (106 Kwa)

DMU	$v(10,14)$ 1 j (10,14)	$v(10,15)$ 1 (10,15)	$v(11,12)$ 1 (11,12)	$v(11,13)$ 1 (11,13)	$v(11,14)$ 1 (11,14)	$v(11,15)$ 1 (11,15)
1	174.922	384.844	1666.713	882.377	735.314	1617.692
2	436.163	959.559	2306.820	1221.257	1017.714	2238.972
3	591.352	1300.974	574.456	304.124	253.437	557.560
4	587.432	1292.350	128.254	67.899	56.583	124.482
5	890.118	1958.259	517.870	274.166	228.472	502.638
6	374.830	824.406	242.682	128.479	107.066	235.545
7	89.477	196.849	1466.319	776.276	646.905	1423.192
8	282.841	622.250	1224.292	648.155	540.129	1188.283
9	395.020	869.043	2089.215	1106.055	921.713	2027.768
10	425.060	935.133	127.181	67.331	56.109	123.441

Source: http//amar.tavanir.org.ir//tolid and calculations million kilo watt hour

Table21. The weights of the divisions

Supply chains Entity	Importance Weights	Division	Division Weight	Overall Weight
Suppliers	0.15	S1	0.45	0.0675
		S2	0.55	0.0825
Manufacturers	0.20	M1	0.35	0.07
		M2	0.30	0.06
		M3	0.35	0.07
Transmitters	0.20	T1	0.65	0.13
		T2	0.35	0.07
Distributers	0.15	D1	0.25	0.0375
		D2	0.30	0.045
		D3	0.20	0.03
		D4	0.25	0.0375
Customers	0.30	C1	0.27	0.081
		C2	0.24	0.072
		C3	0.20	0.06
		C4	0.29	0.087

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

وزنها درهربخش توسط تصمیم گیرنده تعریف می‌شوند گاهی اوقات وزنها نمیتوانند بطوردقیق اندازه گرفته شوند و تصمیم گیرنده‌ها ممکن است برای بیان ایده‌های شخصی خودشان از کلماتی مانند خیلی عالی, عالی, نسبتا عالی ,خوب, نسبتا بد, بد وخیلی بد استفاده کنند.منطق فازی یک روش مفید برای محاسبه وزنها در یک زنجیره تامین می‌باشد زمانیکه موقعیتی بوسیله یک تعریف مبهم وغیر دقیق بیان شود ویا فقدان

اطلاعات مورد نیاز سبب ایجاد ناتوانی کارشناسان برای ساختن یک ارزیابی دقیق وعلمی گردد در این حالت تصمیم گیرنده میتواند برای دستیابی به یک ارزیابی علمی از منطق فازی استفاده کند بطوریکه ایده‌های کارشناسی میتوانند با یک تابع عضویت مشخص شوند آنگاه اعداد فازی متناسب بمنظور بیان نظرات کارشناسی معرفی می‌شوند و عملیات ساده حسابی جهت ترکیب اعداد فازی به یک عدد فازی بکار برده میشوند. یانگ وهمکارانش در ۲۰۰۲ توانستند هر کدام از ایدهای کارشناسی را به یک عدد مثلثی فازی متناظر نمایند که این اعداد مثلثی عبارت کارشناسی را تخمین میزند

نتایج وتحلیل داده‌ها

حال نتایج بدست آمده از روش ارائه شده را بررسی مینماییم ابتدا مدل جهت محاسبه امتیازنا کارایی ۱۰ زنجیره تامین با نرم افزار GAMS اجرا گردید که زمان اجرای محاسبه در مدل بسیار ناچیزاست. نتایج مدل در جدول ۲۲ درج شده است.

Table22. The overall inefficiency score of 10 supply chain and 15 division

DMU	θ_o	ξ_k^{S1}	ξ_k^{S2}	ξ_k^{M2}	ξ_k^{M2}	ξ_k^{M3}	ξ_k^{T1}	ξ_k^{T2}	ξ_k^{D1}	ξ_k^{D2}	ξ_k^{D3}	ξ_k^{D4}	ξ_k^{C1}	ξ_k^{C2}	ξ_k^{C3}	ξ_k^{C4}
1	0.009	0	0	0	0	0	0	0.05	0.02	0	0.16	0	0	0	0	0
2	0.092	0	0	0	0	0	0	0	0	0.48	0.24	0	0.33	0	0.16	0.30
3	0.298	0	0.41	0	0	0.92	0.73	0	0	0.60	0	0	0.36	0	0.29	0.36
4	0.224	0	0	0	0.52	0.42	0.65	0	0	0.61	0	0.0.7	0.23	0	0.09	0.24
5	0.054	0	0	0	0	0.64	0	0	0	0	0	0.24	0	0	0	0
6	0.067	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0
7	0.123	0	0.21	0	0	0	0	0.42	0	0	0	0	0.32	0.32	0	0.32
8	0.131	0.18	0.24	0	0	0	0	0	0.10	0.43	0.53	0.54	0	0	0	0.23
9	0.192	0.25	0	0	0.82	0	0.61	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0.080	0	0	0	0	0	1	0	0.43	0.69	0.53	0.54	0	0	0	0

اولین ستون جدول شماره ۲۲ امتیاز ناکارایی۱۰ زنجیره تامین را نشان می‌دهد ازجدول به آسانی دیده میشود که هیچکدام از زنجیره‌های تامین نتوانستند ناکارایی صفررا بدست

آورند. زنجیره تامین شماره یک یا DMU شماره یک کمترین مقدار ناکارآیی را کسب کرده وهمچنین هیچکدام از زنجیره‌های تامین کارآ نیستند بنابراین ۱۰ زنجیره تامین یا تامین کنندگان جریان الکتریسیته باید بتوانند کارایی مربوط به هر یک از بخشها را بهبود دهند. زنجیر ه تامین شماره ۱ با کمترین مقدار ناکارآیی ۰/۰۰۹ = θ شامل سه بخش ناکارا می‌باشد در حالیکه زنجیره تامین شماره ۳ با بیشترین ناکارایی ۰/۲۹۸ = θ شامل هفت بخش ناکارا است. حال با توجه به جوابهای بهینه حاصل ازاجرای مدل 9 مربوط به متغیرهای ξ (کاهش خروجی مطلوب) ومتغیرهای کمکی دو دسته ازورودیها و خروجیهای نامطلوب وهمچنین مقادیرمتغیرهای کمکی مربوط به اندازه‌های میانی بخشهای ارسال کننده سوخت، نیروگاهها، خطوط انتقال وخطوط توزیع در پانزده بخش از زنجیره تامین شماره یک میتوان راهکارهای مفیدی را دررابطه با ناکارآیی زنجیره تامین شماره یک بدست آورد. تامین کننده برق یا DMU شماره یک ناکارا است زیرا بخشهای، دومین کمپانی انتقال برق، اولین و سومین کمپانی توزیع برق ناکارآ هستند. با توجه به مقدارمتغیر ξ (کاهش خروجی مطلوب) درجواب بهینه، خروجی مطلوب دومین کمپانی برق منطقه ای از ۱۵۴۱ /۴۰ کیلومتر مدار به ۱۴۶۴/۳۳ کیلومتر مدار کاهش یافته است که کاهش خروجی مطلوب در دومین انتقال دهنده برق سبب افزایش خروجیهای نامطلوب (تلفات جریان الکتریسیته) از ۵۱/۸۸۰ میلیون وات ساعت به ۲۹۳/۶۲۱میلیون وات ساعت خواهد شد و این افزایش ناشی از مازاد استفاده از ظرفیتهای موجود درطول خطوط انتقال می‌باشد بطوریکه از ۱۴۶۹۷/۴ کیلومترمدار مورد بهره برداری شده بمنظور افزایش کارایی بهتر است ۸۴۸۲/۹۸ کیلومترمدار مورد استفاده قرار گیرد همچنین بمنظورکاهش خروجیهای نامطلوب (تلفات الکتریسیته ناشی ازانتقال برق) دومین کمپانی انتقال برق نیازمند به ظرفیتهای سرمایه گذاری بیشتری در زمینه افزایش نیروی انسانی کارآمد ومجهز شدن به سیستمهای مهندسی پیشرفته می‌باشد بعلاوه تغیرات اندازه‌های میانی ارسال شده از اولین و دومین وسومین نیروگاه به دومین کمپانی انتقال برق بمنظورکارا شدن و رفع ناکاراییها در این بخش لازم وضروری است همچنین اولین کمپانی توزیع برق بدلیل کاهش خروجیهای مطلوب ناکارا است که این امر بدلیل استفاده مازاد از ظرفیتهای

خطوط توزیع و طول خطوط توزیع اتفاق میافتد همچنین اولین توزیع کننده برق باید قادر باشد جریان الکتریسیته بیشتری رابه صورت اندازه‌های میانی به مشترکین برق ارسال کند سرانجام ناکارایی سومین کمپانی توزیع بدلیل کاهش خروجیهای مطلوب و ارسال مازاد اندازه‌های میانی یا مقدار الکتریسیته فرستاده شده به چهار بخش مشترکین برق ایجاد میشود وبخصوص این بخش نیازمند جریان الکتریسیته یا اندازه میانی بیشتری از اولین کمپانی انتقال برق می‌باشد. نتایج کلی زیر را میتوان با توجه به مقادیر متغیرها درجواب بهینه بدست آورد.

تامین کننده برق یا DMU شماره یک کارآ خواهد شد هر گاه کاهش خروجی مطلوب دومین کمپانی برق منطقه ای از ۱۵۴۱ /۴۰ کیلومتر مدار به ۱۴۶۴/۳۳ کیلومتر مدار اتفاق نیفتد زیرا عدم استفاده از ظرفیتهای موجود درسرمایه گذاری جهت ابداع تکنولوژی جدید و یا عدم بکارگیری از سیستمهای مهندسی پیشرفته در دومین کمپانی برق منطقه ای سبب افزایش خروجیهای نامطلوب (تلفات جریان الکتریسیته) از ۵۱/۸۸۰ میلیون وات ساعت به ۲۹۳/۶۲۱میلیون وات ساعت خواهد شد و همچنین میتوان استفاده مازاد از ظرفیتهای موجود درطول خطوط انتقال را یکی ازعوامل ناکارایی دومین کمپانی انتقال برق عنوان نمود بطوریکه ۶۲۱۴/۴۲۵ کیلومترمداربطورمازاد مورد بهره برداری واستفاده قرارگرفته است.

حال با توجه به مقادیرمتغیرهای کمکی مربوط به اندازه‌های میانی ازسه نیروگاه به دومین کمپانی انتقال برق داریم

$$S(5,7) = 4871.92 \quad S(3,7) = 3147.30, \quad S(4,7) = -14.54,$$

بمنظور رفع ناکارآیی لازم است جریا ن الکتریسیته ارسالی ازاولین وسومین نیروگاه به دومین کمپانی برق منطقه ای افزایش واز دومین نیروگاه برق به آن کاهش یابد. با توجه به جدول شماره ۲۲ اولین کمپانی توزیع برق در زنجیره تامین شماره یک ناکارا است بمنظوربهبود کارآیی لازم است از کاهش خروجی مطلوب آن از۵۷۶۲۵۳ متر الکتریسیته به ۵۶۴۷۲۷/۹۴ متر الکتریسیته جلوگیری شود. همچنین استفاده مازاد ازظرفیت خطوط توزیع و طول خطوط توزیع دراولین کمپانی توزیع برق سبب ایجاد ناکارایی دراین توزیع کننده برق میشود با توجه به نتایج بدست آمده در جواب بهینه از متغیرهای کمکی مربوط

به ظرفیت و طول خطوط توزیع میتوان گفت که مقدار ۲۰۷/۳۹۰ مگا ولت آمپراز ظرفیت خطوط توزیع و ۷۵۱/۳۰۳ کیلومترازطول خطوط توزیع بطورمازاد استفاده شده است بعلاوه با توجه مقادیر متغیرهای کمکی اندازه‌های میانی از اولین انتقال دهنده به سومین توزیع کننده برق و از دومین انتقال دهنده به توزیع کنندگان جریان برق لازم است.

$$2932.16, -10)= (7, -2673.80, \quad S\ 2500.13, \quad S(7,9) = -S(7,8) = S(6,10)=2633.47$$

جریان الکتریسیته انتقال یافته از دومین انتقال دهنده به اولین ودومین وسومین شرکت توزیع برق کاهش داده شود وهمچنین جریان برق از اولین انتقال دهنده برق به اولین شرکت توزیع نیزافزایش یابد بعلاوه ازمقادیرمربوط به متغیرهای کمکی ورودی نوع اول مشاهده میشود که اولین کمپانی توزیع برق از ۷۷۹۲ مگا ولت آمپر مربوط به ظرفیت خط توزیع جهت بهبود کارایی لازم است ۷۵۸۴/۶۱ مگا ولت آمپررا مورد بهره برداری قراردهد وبطور مشابه طول خطوط توزیع باید از۴۰۴۳۷ کیلومتر به مقدار۳۹۶۸/۷۰ کیلومترکاهش یابد همچنین مقادیر متغیرهای کمکی مربوط به اندازه‌های میانی از اولین کمپانی توزیع به مشترکین برق نشان میدهند که بمنظور افزایش امتیاز کارایی، افزایش اندازه‌های میانی ازاولین کمپانی توزیع به چهار بخش مصرف کنندگان خانگی، عمومی، کشاورزی و صنعتی لازم وضروری می‌باشد.

$$S(8,12)=3598.66 \ , \ S(8,13)=1905.187, \ S(8,14)=1587.65 \ , \ S(8,15)=3492.818$$

سرانجام آخرین بخش ناکارای زنجیره تامین شماره یک، سومین کمپانی توزیع برق می‌باشد با توجه به اینکه از تمامی ظرفیتهای موجود در خط توزیع وطول خطوط توزیع استفاده مینماید بمنظور کارا شدن لازم است از کاهش خروجی مطلوب آن از۲۴۸۰۷۹ به ۲۰۸۳۸۶/۳۶ جلوگیری شود اما با توجه به متغیرهای کمکی اندازه‌های میانی و جریان الکتریسیته فرستاده شده ازسومین کمپانی توزیع برق به چهار بخش مشترکین جریان

الکتریسیته, بمنظور رفع ناکارایی موجود لازم است جریانهای ارسالی به بخشهای خانگی, عمومی, کشاورزی و صنعتی کاهش یابند.

S(10,12)= -3492.82, S(10,13)= -497.87, S(10,14)= -220.09,S(10,15)= -484.20

مقادیر کارایی ۱۰ زنجیره تامین و پانزده بخش آنرا میتوان از رابطه زیر محاسبه نمود.

$$\beta = 1 - \theta \qquad (10)$$

حال عواملی که سبب میشودDMU یا تامین کننده شماره یک کاراترین زنجیره تامین شود مورد بررسی قرار میدهیم.

بر طبق اولین ستون ازجدول ۲۲ ومحاسبه امتیاز کارایی کل زنجیره تامین از فرمول (10) به آسانی دیده میشود که هیچکدام از زنجیره‌های تامین کارآیی مساوی یک ندارند این مسئله ایجاب می‌کند که هر۱۰ زنجیره تامین میتوانند امیتاز کارایی کسب نموده را در بعضی از بخشها بهبود دهند. زنجیره تامین شماره یک در بین ۱۰ زنجیره تامین بالاترین کارآیی (۰/۹۹۱) را بدست آورده است در حالیکه زنجیره تامین شماره سه با کارآیی (۰/۷۰۲) بدترین اجرا را در ده زنجیره تامین داشته است بخصوص اگر بصورت موازی به جدول ۲۲نگاه کنیم میتوان پی برد که کدام بخشها در زنجیره‌های تامین کاراترند و کدام بخشها باید کارایی خودشان را بهبود دهند همچنین اگر بصورت عمودی به جدول نگاه کنیم اولین نیروگاه با کارایی ۱۰۰ درصد ومشترکین برق در بخش عمومی با کارایی ۹۰ درصد وهمچنین دومین نیروگاه و دومین کمپانی برق منطقه ای با کارایی ۸۰ درصد وسومین نیروگاه واولین کمپانی برق منطقه ای و اولین کمپانی توزیع با کارایی ۷۰ درصد و سرانجام سومین و چهارمین کمپانی توزیع با کارایی ۶۰ درصد بیشترین امتیاز کارایی را به خود اختصاص داده اند. DMU شماره یک شامل ۶۲/۵ درصد نیروگاههای برق آبی است درواقع ازهشت نیروگاه موجود دراولین زنجیره تامین تعداد پنج نیروگاه برق آبی می‌باشند وشایان ذکر است که نیروگاههای برقآبی در زنجیره تامین شماره یک نسبت به سایر تامین کنندگان بیشترین جریان الکتریسیته را جهت ارسال به کمپانی‌های برق منطقه

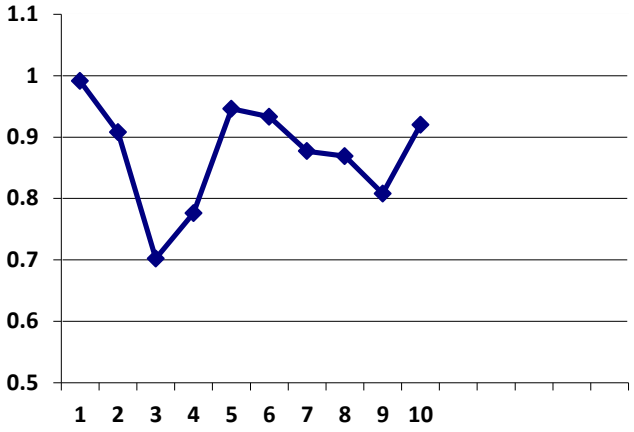
ای بدون هیجگونه آلودگی تولید می‌کنند درصورتیکه زنجیره تامین شماره سه با کمترین کارایی شامل ۲۵ درصد نیروگاههای تجدید پذیر است که ۱۲/۵ درصد نیروگاهها بادی وخورشیدی و ۱۲/۵ درصد دیگر برقآبی هستند همچنین ۷۵ درصد نیروگاهها درزنجیره تامین شماره سه نیروگاههای حرارتی و سیکل ترکیبی و گازی هستند که باعث انتشارمقادیرزیادی از گازهای آلوده میشوند.

اکنون فاکتورهایی که سبب افزایش کارایی بخشهای متفاوت یک زنجیره تامین می‌شوند در ده تامین کننده برق از صنعت برق ایران مورد بررسی قرارمیگیرد. در بخش ارسال کنندگان سوخت (میادین نفت وگاز) اگر سرمایه گذاری روی کارکنان میدانهای نفت وگازجهت افزایش سطح علمی و تخصصی نیروی انسانی اجرا شود و همچنین در هزینه‌های صرف شده روی پاکسازی محیط از گازهای آلوده و یا بازیابی گازمایع همراه نفت کنترل صورت گیرد آنگاه ۸۰ درصد میدان نفتی و ۶۰ درصد میدان گازی در ده زنجیره تامین کارا می‌شوند بعلاوه در بخش نیروگاهی اگر سرمایه گذاری بر سطح علمی و تحقیقاتی نیروهای متخصص در نیروگاههای برقآبی انجام شود بطوریکه کنترل و نظارت بر مصارف داخلی نیروگاهها اعم از مصارف فنی وغیر فنی انجام گیرد آنگاه اولین نیروگاه کارایی ۱۰۰ درصد و دومین نیروگاه کارایی ۸۰ درصد وسرانجام سومین نیروگاه کارایی ۶۰ درصد را در ده زنجیره تامین کسب مینمایند وبطورکلی اگر دررابطه با کمپانیهای برق منطقه ای در زمینه برنامه ریزی وتحقیقات کارکنان برق منطقه ای جهت جلوگیری از هدر رفت جریان برق در خطوط انتقال سرمایه گذاری شود و یا بعبارت دیگر اگردر پیشرفت دانش و سطح علمی نیروی انسانی در زمینه بهره برداری ازظرفیت انتقال و خطوط انتقال کمپانیهای برق منطقه ای توجهات خاصی صورت پذیرد می‌توانیم به ۷۰ درصد کارایی در اولین کمپانی برق منطقه ای و ۸۰ درصد کارایی در دومین کمپانی برق منطقه ای از ده زنجیره تامین دست یابیم و سرانجام با توجه به نتایج میتوان گفت اولین کمپانی توزیع برق در ده زنجیره تامین ۷۰ درصد کارایی و سومین و چهارمین کمپانی توزیع ۶۰ درصد کارایی را کسب می‌کنند اگر سرمایه گذاری درنیروی انسانی مجرب در زمینه مجهز کردن خطوط توزیع به سیستمهای مهندسی پیشرفته جهت بهره برداری بهینه وجلوگیری از

هدررفت انرژی درخطوط توزیع برق از کمپانیهای توزیع انجام شود و سرانجام دومین مصرف کننده برق یعنی بخش عمومی در ۹۰ درصد از زنجیره‌های تامین کارا خواهد شد.

اعتبار نتایج

تحلیل پوششی دادها (DEA) روشی مناسب جهت ارزیابی کارایی و یا سنجش بهره وری واحد تصمیم گیرنده است. درواقع (DEA) تعمیم کار فارل در ابداع روش غیر پارامتری می‌باشد فارل با استفاده از مجموعه ورودیها وخروجیهای واحد تصمیم گیرنده مجموعه ای را بعنوان مجموعه امکان تولید ارائه نمود وقسمتی از مرز آنرا بعنوان تابع تولید معرفی نمود این مرز بعنوان مرز کارا نامیده میشود و واحدهایی که روی این مرز قرار گیرند بعنوان واحد کارآ ارزیابی میشوند. تحلیل پوششی داده‌ها کارایی واحد تصمیم گیرنده را بر مبنای مقایسه شاخصهای تولید یا ورودیها و خروجیهای واحد مورد ارزیابی با ورودیها وخروجیهای سایر واحدهای تصمیم گیرنده بدست میاورد و سرانجام نقطه ای روی مرز کارایی پیدا میشود که واحد تصمیم گیرنده با آن مقایسه میشود. مدل کاربردی ارائه شده همواره شدنی بوده و جواب بهینه متناهی دارد وجواب بهین در شرط $0 \le \theta^* \le 1$ صدق می کند . شرط لازم وکافی برای کارآیی آنست که $1-\theta^* = 1$ باشد. تابع هدف مدل ارائه شده بصورت مجموع ضرایب وزنی از متغیر ξ یعنی کاهش خروجیهای نامطلوب محاسبه میشود لذا یک زنجیره تامین کارا است یا ناکارایی برابر صفر دارد اگر تمامی بخشهای آن فاقد ناکارایی باشند یا $\xi^* = 0$.شود. اولین ستون جدول شماره ۲۲ ناکارایی ده زنجیره تامین و ستونهای دیگر ناکارایی پانزده بخش را نشان میدهند که تمامی این مقادیر عددی بین صفر ویک هستند همچنین نتایج حاصل از اجرای مدل راهکارهای مفیدی را ارائه می‌کند که نقش کلیدی در مدیریت پایداری زنجیره تامین ایفا مینماید بطوریکه نه تنها خط ومشی اساسی را جهت پایداری تامین کنندگان در اختیار مدیران قرار می‌دهد بلکه رقابت کسب وکار را جهت افزایش بازده اقتصادی فراهم مینماید. شکل شماره۳ امتیاز کارایی ده زنجیره تامین را در اجرای مدل نشان می‌دهد.



شکل ۳- امتیاز کارایی ده زنجیره تامین در تحلیل پوششی داده‌ها

نتیجه گیری

سیستم‌های اندازه گیری اجرا نقش بسیار مهمی جهت مدیریت موثریک زنجیره تامین دارند بکاربردن منابع کل اعضای زنجیره تامین جهت ایجاد کارآترین راه ممکن برای وجود رقابت درمیان تصمیم گیرندگان و تولید محصولاتی با کیفیت بالا و کمترین هزینه ,لازم وضروری است. مدل ارائه شده یک مدل چند مرحله ای است که ناکارایی یک زنجیره تامین را با تعداد پانزده بخش شامل ارسال کنندگان مواد اولیه, نیروگاهها ,انتقال دهندگان جریان برق، توزیع کنندگان و مشتریان محاسبه مینماید بطوریکه هرمرحله دارای وزنهای متفاوت می‌باشد.این مدل با درنظر گرفتن فرض دسترس پذیری ضعیف خروجیهای مطلوب و دسترس پذیری آزاد خروجیهای نامطلوب با افراز ورودیها به دو دسته مجزا تحت دسترس پذیری عادی (آزاد) و دسترس پذیری مدیریتی در حضور شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی ناکارآیی زنجیره تامین را محاسبه می کند بعلاوه با در نظر گرفتن شاخصهای دو نقش ورودی وخروجی درمیادین نفت وگاز بصورت هزینه‌های بازیابی گاز فلرینگ نه تنها از انتشارات مضر گازهای آلوده جلوگیری میشود بلکه مقادیر بسیار زیادی گاز به چرخه گاز طبیعی برگشت داده میشود همچنین با افزایش

سطح علمی نیروی انسانی بعنوان دومین دسته از ورودیها جهت آموزش تخصصی کارکنان دربخش ارسال کنندگان سوخت میتوان نتیجه گرفت که با سرمایه گذاری در سطح آموزش کارکنان در میادین نفت وگاز و کنترل ونظارت درهزینه‌های پاکسازی محیط از گازهای آلوده میتوان به راندمان قابل توجهی دست یافت بطور مشابه این سرمایه گذاری در نیروی انسانی مجرب در نیروگاه‌های برقآبی و بادی وخورشیدی وکنترل وبررسی مصارف داخلی نیروگاهها اعم از مصارف فنی و غیر فنی میتواند کارآیی نیروگاه‌ها را به اندازه قابل توجهی افزایش دهد و سرانجام با افزایش دانش و سطح علمی نیروی انسانی در بخش برنامه ریزی وتحقیقات در خطوط انتقال جهت جلوگیری از هدر رفت برق وهمچنین با کنترل هزینه‌های مربوط به بهره برداری وانتقال در کمپانیهای برق منطقه ای و با سرمایه گذاری درسطح مهارت و توانایی نیروی انسانی درکمپانیهای توزیع برق بمنظور جلوگیری از اتلاف برق میتوان به نتایج قابل قبولی در کارآیی بخشهای زنجیره تامین دست یافت .بعلاوه این مقاله چگونگی عملکرد صنعت برق را مورد تجزیه وتحلیل قرارداده و کارآیی را برای ده زنجیره تامین تعیین می‌کند بطوریکه صنغت برق را به زیر ناحیه‌های متفاوتی تقسیم می‌کند که هر زیر ناحیه بصورت یک زنجیره تامین یا DMUنشان داده میشود و عملکرد اجرای این ناحیه‌ها بوسیله مقدار الکتریسیته تولید شده و حفظ محیط بررسی میشود. مدل ارائه شده سرمایه گذاری در ایجاد تکنولوژیهای مفید جهت کاهش آلودگیها وحفظ محیط از انتشار گازهای آلوده را موثرومفید پیشنهاد می‌کند وتوجه به بخشهای مصرف کنندگان برق را به منظور بالا بردن امتیاز کارآیی بخصوص در بخشهای مصرف کنندگان خانگی، صنعتی وکشاورزی لازم وضروری میداند.

پرتال جامع علوم انسانی

تعارض منافع: تعارض منافع ندارم

ORCID

Mojgan Pouralizadeh http://orcid.org/0000-0002-5623-7993

Aliraza Amirtaimoori http://orcid.org/0000-0003-4160-8509

Rossana Riccardi http://orcid.org/0000-0002-1038-180X

Mohsen Vaez-Ghasemi http://orcid.org/0000-0002-4239-6109

Reference

[1] Cook, W D., Green, R H., & Zhu, J. (2006). Dual- role factors envelopment analysis. *IIE Transaction*, 38(2), 105-115.

[2] Cook, W D., Zhu, J. (2007). Classifying inputs and outputs in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 180 (2), 692-699.

[3] Kao, C., Hwang, S N. (2007). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment Analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185(1), 418-429.

[4] Fare, R., Grosskopf, S., & Lovell, K. Pasurka, C. (1989). Multilateral productivity comparison When some outputs are undesirable. A nonparametric approach: *The Review of Economics and statistical*, 71(1), 90- 98.

[5] Farzipoor, Saen R. (2010a). Technology selection in the presence of dual- role factors. *.International Journal of Advance Operation Management* 2 (Nos, ¾), 249-269.

[6] Farzipoor, Saen R. (2010b) .Developing a new data envelopment analysis methodology for supplier selection in the presence of both undesirable outputs and imprecise data. *International Journal of advance Manufacturing Technologhy*, 51 (9), 1 243-1250.

[7] Farzipoor, Saen R. (2010c). Restricting weights in supplier selection decision in the presence of dual –role factors. *Applied mathematical modeling*, 34 (10), 2820-2830.

[8] Farzipoor, Saen, R. (2011). A decision model for selecting third – party reverse logistics provider in the presence of dual – role factors and imprecise data .Asia- pacific. *Journal of Operation Research*, 28 (9), 239-254.

[9] Farzipoor, Sean R., Mirhedayatian, SM., & Azadi, M. (2014). A novel network data envelopment analysis model for evaluation green supply chain Management .International *Journal Production Economics*, 147, 544-554.

[10] Hatefi, SM., Jolia, F. (2010). A new model for classifying inputs and outputs and evaluating the performance of DMUs based on trans log outputs distance function. *Applied Mathematical Modeling*, 34 (6), 1439-1449.

[11] Kao, C., Hwang, S N. (2007). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185(1), 418-429.

[12] Sueyoshi, T., Goto, M. (2009). Can environment investment and expenditure enhance financial performance of US electric utility firm under the clean air act amendment of 1990? *Energy policy*, 37, 4819-4826.

[13] Sueyoshi, T., Goto, M. (2010a) .Measurement of a linkage among environmental, operation al and financial performance in Japanese manufacturing firms : A use of data envelopment analysis with Strong complement slackness condition *European Journal of Operational Research*, 207, 1742-1753.

[14] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2010b). Should the US clean air act include CO2 emission control? Examination by data envelopment analysis. *Energy policy* ,38, 5902-5911.

[15] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2011a) .DEA approach for unified efficiency measurement assessment of Japanese fossil fuel power generation .*Energy Econ* ,33,195 -208.

[16] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2011b). DEA approach for unified efficiency measurement assessment of Japanese fossil fuel power generation. *EnergyEcon*, 33, 195-208.

[17] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2011c). A combined use of DEA (data envelopment analysis) with strong complementary slackness condition and DEA-DA (discriminant analysis).Appl Math Lett, 24, 1051-1056.

[18] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2012a). Data envelopment analysis of environmental assessments comparison between public and private ownership in petroleum industries. *European Journal of Operational Research*, 216, 668-678.

[19] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2012b). Methodological comparison between two unified (operational and environmental efficiency measurements for environmental assessment. *European Journal of Operational Research*, 210, 684-693.

[20] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2012c). Efficiency-based rank assessment for electric power industry :a combined use of data envelopment analysis(DEA)and DEA discriminant analysis(DA). *Energy Econ,*34,634-644.

[21] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2012 e). DEA radial and non-radial for unified efficiency under natural and managerial disposability theoretical extension by Strong complement slackness condition. *Energy Econ*,34,700-713

[22] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2012 g). A Returns to scale vs , damages to scale under Strong complement slackness condition in DEA assessment Japanese corporate effort on environmental protection .*Energy Econ* ,34,1422-1434.

[23] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2012 k). Efficiency –based rank assessment for electric power Industry. A combined use of data envelopment analysis DEA and DEA discriminant analysis DEA. *Economic*, 34, 634-644.

[24] Sueyoshi, T., Gotto, M. (2013). A Returns to scale vs, damages to scale in data envelopments analysis: A impact of US clean air act on coal fired power plants. *OMEGA* ,41, 164-175.

[25] Sueyoshi, T., Gotto, M (2014a). DEA radial measurement for environment assessment .A Comparative study between Japanese chemical and pharmaceutical firms, *Applied Energy* , 115,502- 513.

[26] Sueoshi, T. Gotto, M. (2014c). photovoltaic power station in Germany and the united states ,A comparative study by data envelopment analysis. *Energy Economic,*42, 271-288.

[27] Toolo, M. (2009). On classifying inputs and outputs in DEA: a revised model. *European journal of operational research*, 198 (1), 358-360.

[28] Tone, U., Tsutsui, M. (2009). Network DEA: A slack-based measure approach. *European Journal of Operation research*, 197(1), 243-252.

[29] Tone, K., Tsutsui, M. (2010). An epsilon-based measure of efficiency in DEA-A third pole of technical efficiency. *European Journal of operational research*, 207(3), 1554-156

[30] Tavana, M., Mirzagoltabar, H., Mirhedayatian, S m., & Farzipoor, Saen R. (2013). A new Network epsilon-based DEA model for supply chain performanceevaluation. *Computer an industrial Engineering* 66, 501-513.

[31] Yang, SL., Li, TF. (2002). Agility evaluation of mass customization product.*Manufacturing*. *Journal of materials processing Technology*, 129, 640-644.

[32] Zhu, J. (2003). Quantitative models for performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment analysis with spreadsheets. *Boston; Xluwer academic publishers*

[33] Zhu, J., Cook, WD., & Liang, L. (2006). DEA models for supply chain efficiency evaluation Data Envelopment analysis with spreadsheets. *Boston: Xluwer Academic publishers*, 145, 35-49.

[34] http://amar.tavanir.org.ir/pages/report/stat94/sanatebargh/sanatebargh

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی