جمهوری اسلامی ایران

معاونت پژوهش و فناوری

طراحی شاخص‌ها و مدل ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان شبکه نوآوری در سازمان‌های فرافن،

مطالعه موردی: سازمان صنایع هوایی

(ویرایش سوم)

(۲۱۶۲-۵۵)

پژوهشکده توسعه تکنولوژی

مرتضی رحمانی

گروه پژوهشی مهندسی صنایع

آبان ۱۳۹۴

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: گزارش پایانی طرح پژوهشی

شمارهٔ ویرایش: دوم

عنوان فارسی طرح پژوهشی: طراحی شاخص‌ها و مدل ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان شبکه نوآوری در سازمان‌های فرافن، مطالعه موردی: سازمان صنایع هوایی

عنوان انگلیسی طرح:

Designing criteria and a model for evaluating and selecting the suppliers of innovation network in high-tech organization, case study: Aviation Industries Organization

کد طرح: ۵۵-۲۱۶۲

نام فایل گزارش:

تالیف کننده‌ها: مرتضی رحمانی، مرتضی خاکزار، بهلول ابراهیمی

ویرایش علمی:

ویرایش ادبی:

تاریخ طرحنامه: ۹۱/۱/۲۰

تاریخ تصویب در شورای بررسی نهایی طرح‌ها: ۹۲/۱۰/۲۳

تاریخ شروع اجرای طرح: ۹۲/۱۱/۵

سطح دسترسی به سند: بدون موافقت کتبی، نسخه‌برداری یا تکثیر ممنوع است

نام مسئول یا همکار	محل استخدام	تخصص	عناوین فعالیت‌هایی که در طرح انجام داده‌اند	کارکرد در طرح به ساعت
مرتضی رحمانی	پژوهشکده توسعه تکنولوژی	ریاضی کاربردی	مدیریت طرح - بازنگری و جمع بندی گزارشات– تحلیل نتایج – بازبینی مقالات - مشارکت در طراحی سیستم انتخاب تامین کنندگان ...	۹۵۰
مرتضی خاکزار	پژوهشکده توسعه تکنولوژی	مهندسی صنایع	همکاری در طراحی سیستم انتخاب تامین‌کنندگان و تامین‌کنندگان ، همکاری در تحلیل نتایج، بازبینی گزارشات و مقالات تدوین شده ، ...	۳۰۰
بهلول ابراهیمی	پژوهشکده توسعه تکنولوژی	مهندسی صنایع	مرور ادبیات موضوع -شناخت وضعیت موجود صنایع هوایی کشور -ارائه سیستم انتخاب تامین‌کنندگان- تهیه و تدوین مقالات- تهیه گزارش نهایی	۷۰۰
زهره سادات گتمیری	پژوهشکده توسعه تکنولوژی	سیستم ها و بهره وری	طراحی پرسشنامه، پردازش داده ها و ویرایش گزارش	۵۰
مسعود خلیلی	دانشگاه پیام نور مرکز	تحقیق در عملیات	مشاور	۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

سازمان مجری: پژوهشکده توسعه تکنولوژی
گروه مجری: گروه پژوهشی مهندسی صنایع
نشانی: تهران، خیابان آزادی، خیابان شهید تیموری، کوچه شهید صادقی، روبروی درب شمال غربی دانشگاه صنعتی شریف، سازمان جهاد دانشگاهی شریف، پژوهشکده توسعه تکنولوژی
تلفن محل کار تالیف‌کننده اصلی: ۰۲۱۶۶۰۷۵۲۳۶
نشانی پست الکترونیک تالیف‌کننده اصلی: Rahmanimr@jdsharif.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

این سند به همه همکارانی که برای انجام کارهای پژوهشی در کشور بی‌دریغ کوشش می‌نمایند، تقدیم می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

چکیده

سازمان‌های فرافن[1] برای تامین دانش، مواد اولیه و قطعات مونتاژی مورد نیاز خود با تامین‌کنندگان متعددی تعامل دارند. با توجه به پروژه محور بودن اکثر این سازمان‌ها، بیشتر تامین‌کنندگان این سازمان ها، دانشگاه‌ها، مراکز دانش بنیان، پارک‌های علم و فناوری، صنایع فرافن، مراکز توسعه تکنولوژی و حتی محققین و نخبگان می‌باشند. مجموعه این تامین‌کنندگان شبکه نوآوری سازمان‌های فرافن را تشکیل می‌دهند. لذا ارزیابی و انتخاب بهترین این مراکز در شبکه نوآوری این سازمان‌ها تاثیر چشم گیری در بهبود خدمات، افزایش کارآیی و پیشبرد اهداف آنها خواهد داشت. این ارزیابی و انتخاب تامین-کنندگان نیازمند تعریف و تعیین معیارهای کیفی و کمی مناسب می‌باشد.

با توجه به تاثیرگذاری و اهمیت بالای تامین‌کنندگان در شبکه نوآوری سازمان‌های فرافن، در این پروژه ضمن تبیین معیارهای ارزیابی، مدل مناسبی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه شده است. این سازمان‌ها می‌توانند با استفاده از مدل و معیارهای پیشنهادی با سهولت و دقت بالا تامین‌کنندگان خود را ارزیابی و رتبه‌بندی نموده و اقدام به انتخاب آنها نمایند. برای تعیین و تبیین معیارها و مدل بطور متداول از مرور ادبیات و بررسی سابق موضوع از جمله مقالات علمی معتبر و شرکت‌های فرافن داخل و خارج کشور استفاده شده است.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در مورد معیارها و مدل‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان، در این طرح هفده معیار (شامل معیارهای کیفی و کمی) پیشنهاد شده است. به منظور بومی سازی مدل در تعیین و اولویت بندی معیارها از نظرات خبرگان سازمان صنایع هوایی بعنوان یک سازمان فرافن استفاده شده است. در نهایت یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی و انتخاب با معیارهای پیشنهادی تدوین گردید که با استفاده از این مدل کاراترین تامین‌کننده را می توان در حضور داده‌های دقیق، داده‌های نادقیق و محدودیت‌های وزنی پیدا نمود. همچنین الگوریتمی جهت تعیین و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا ارائه شده است. مقایسه مدل ارائه شده با مدل‌های موجود نشان می دهد که مدل ارائه شده کاراتر بوده و شاخصه‌های بیشتری برای تصمیم‌گیری دارد.

کلمات کلیدی:

انتخاب تامین‌کننده، معیارهای ارزیابی، مدل ارزیابی و انتخاب، شبکه نوآوری، صنایع فرافن، تحلیل پوششی داده‌ها

[1] High-tech

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست

فصل اول: اهمیت و ضرورت انتخاب تامین کنندگان ۱

۱-۱) مقدمه ۱
۱-۲) مراحل انتخاب تامین کنندگان ۲
۱-۲-۱) تعریف مسئله ۲
۱-۲-۲) تعریف معیارها. ۳
۱-۲-۳) تایید اولیه ۴
۱-۲-۴) انتخاب نهایی ۴
۱-۳) اهداف طرح ۴
۱-۴) روش تحقیق مورد نظر و نحوه آزمون صحت نتایج طرح ۴
۱-۴-۱) مرور ادبیات ۴
۱-۴-۲) دسته بندی تامین کنندگان شبکه نوآوری و طراحی شاخص ها و مدل ها ۵
۱-۴-۳) مطالعه موردی و تدوین گزارشات نهایی ۵
۱-۵) خروجی های طرح ۵

فصل دوم: معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در مقالات و سازمان های مختلف

۲-۱) مقدمه ۷
۱-۱-۱ تحقیقات توصیفی ۷
۱-۱-۲ تحقیقات کاربردی ۷
۲-۲) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب دیکسون ۷
۲-۳) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب هاندفیلد ۸
۲-۴) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب الرام ۱۰
۲-۵) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب رزمی و همکاران ۱۰
۲-۶) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب کتابی و همکاران ۱۱
۲-۷) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب براگلیا و پترونی ۱۲
۲-۸) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب ناراسیمهان و همکاران ۱۲

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۹) معیارهای پیشنهادی سارکیس و تالوری ۱۳
۲-۱۰) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب چان و همکاران ۱۳
۲-۱۱) معیارهای پیشنهادی رضایی و همکاران ۱٤
۲-۱۲) معیارهای پیشنهادی عمید و همکاران ۱۵
۲-۱۳) معیارهای پیشنهادی لین و همکاران ۱۵
۲-۱۴) معیارهای پیشنهادی خالهای و همکاران ۱۵
۲-۱۵) معیارهای پیشنهادی گل محمدی و پرست ۱۶
۲-۱۶) معیارهای پیشنهادی کانان و همکاران ۱۶
۲-۱۷) معیارهای پیشنهادی دارگی و همکاران ۱٦
۲-۱۸) معیارهای پیشنهادی روینداگ و ساپترو ۱۷
۲-۱۹) معیارهای پیشنهادی رضایی و همکاران ۱۷
۲-۲۰) معیارهای پیشنهادی لی و همکاران ۱۸
۲-۲۱) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت صها ۱۸
۲-۲۱-۱) سیستم کیفی ۱۸
۲-۲۱-۲) نیروی انسانی ۲۱
۲-۲۱-۳) قابلیت تجهیزات و ماشین آلات (۱۳امتیاز) ۲۱
۲-۲۱-۴) گواهینامه ها(۳امتیاز) ۲۲
۲-۲۱-۵) دانش فنی(۱۳امتیاز) ۲۲
۲-۲۲) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت پنها ۲۲
۲-۲۳) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت بل هلیکوپتر ۲۷
۲-۲۴) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت بوئینگ ۲۸
۲-۲۵) نتیجه گیری ۲۹

فصل سوم: مدلهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان

۳-۱) مقدمه ۳۰
۳-۱-۱) دسته بندی براساس رویکردهای انفرادی وترکیبی ۳۰
۳-۱-۲)دسته بندی براساس تک منبعی یا چند منبعی ۳۰
۳-۱-۳) دستبندی براساس تک محصولی یا چندمحصولی ۳۱
۳-۲) رویکردهای انفرادی ۳۱
۳-۲-۱) تحلیل پوششی دادهها ۳۱

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۲-۲) مدل های برنامه ریزی ریاضی ۳٤
۳-۲-۳) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۳٦
۳-۲-۴) سیستم های مبتنی بر استدلال ۳۷
۳-۲-۵) فرآیند تحلیل شبکه ۳۷
۳-۲-۶) آنالیزخوشهای ۳۸
۳-۲-۷) مدل های وزن دهی خطی ۳۸
۳-۲-۸) مدل های غیرقطعی (احتمالی یا فازی) ۳۹
۳-۲-۹) مدل های مبتنی بر هوش مصنوعی ۳۹
۳-۳) رویکردهای ترکیبی ٤۰
۳-۳-۱) ترکیب AHP و DEA ۴۰
۳-۳-۲) ترکیب AHP و GP ٤۰
۳-۳-۳) ترکیب AHP و برنامه ریزی ریاضی ٤۱
۳-۳-۴) ترکیب AHP و نظریه فازی ٤۱
۳-۳-۵) ترکیب نظریه فازی و برنامه ریزی چندهدفه ٤۲
۳-۴) نتیجه گیری ٤۲
۳-۴-۱) مشاهدات ۴۲
۳-۴-۲) کاستی ها و محدودیت ها ۴۳

فصل چهارم: تبیین مدل و معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان شبکه نوآوری

۴-۱) مقدمه ٤۵
۴-۲) دسته بندی تامین کنندگان شبکه نوآوری ۴۶
۴-۳) تبیین معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان شبکه نوآوری ۴۸
۴-۴) تدوین مدل ارزیابی و انتخاب شبکه نوآوری ۵۶
۴-۵) تحلیل پوششی داده ها ۵۶
۴-۵-۱) محدودیتهای وزنی در DEA ۵۸
۴-۵-۲) داده های غیردقیق در DEA ۵۹
۴-۵-۳) در نظر گرفتن همزمان داده های غیردقیق و محدودیت های وزنی در مدل DEA ٦٤
۴-۵-۴) مدل های ترکیبی ارائه شده برای تعیین کاراترین DMU ٦۵
۴-۶) مدل جدید پیشنهادی برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان در شبکه نوآوری ٦۹
۴-۷) تعیین و رتبه بندی سایر تامین کنندگان کارا ۷۶

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۸) فرآیند ارزیابی و انتخاب ۷۷
۴-۹) نتیجه گیری ۷۹

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری و اعتبارسنجی مدل

۵-۱) مقدمه ۸۱
۵-۲) مقایسه مدل ارائه شده با برخی از مهمترین مدل های ارائه شده در این زمینه ۸۱
۵-۳) مزیت های مدل پیشنهادی ۸۱
۵-۴) اعتبار سنجی مدل ۸۲
۵-۴-۱) مثال اول: انتخاب تامین کننده با داده های دقیق ۸۲
۵-۴-۲) مثال دوم: انتخاب تامین کننده با داده های نادقیق ۸٤
۵-۴-۳) مقایسه نتایج مدل پیشنهادی با مدل های فرضی پور و طلوع ۸٦
۵-۵) نتیجه گیری ۸۸
فهرست مراجع ۸۹
پیوست ۱: پیشنهاد پروپوزال کلی به سازمان صنایع هوایی ۹٦
پیوست ۲: مقاله ارسالی به نشریه مدیریت تولید و عملیات ۱۰۰

ABSTRACT: **111**

Archive of SID

www.SID.ir

فصل اول: اهمیت و ضرورت انتخاب تامین‌کنندگان

Archive of SID

www.SID.ir

۱-۱) مقدمه

در دنیای کنونی رقابت بین ارایه دهندگان خدمات و تولیدکنندگان محصولات برای جلب رضایت مشتریان، کسب سود بیشتر و دستیابی به بازارهای بین‌المللی با شدت بیشتری دنبال می‌شود. دراین راستا شرکت‌ها نیازمند انعطاف‌پذیری بیشتر درعرضه محصولات و خدمات خود هستند. باتوجه به این تغییرات، سازمان‌ها درک کرده‌اند که به تنهایی و فقط با مدیریت سازمان خودشان قادر به حضور طولانی مدت در بازار و رقابت بارقبای خود نخواهند بود. آن‌ها دریافته‌اند که علاوه بر مدیریت فرآیندهای داخلی خود، باید خروجی‌ها و ورودی‌های سازمان را نیز مدیریت کنند و این بینشی است که باعث ایجاد مفهوم مدیریت زنجیره تامین[1] شده است. فشار ناشی از رقابت درطول چندسال گذشته باعث شده است تا این مفهوم به عنوان یک استراتژی کلیدی برای بهبود در استراتژی‌های کسب وکار سازمان‌ها مطرح شود (خلجانی ۱۳۸۶).

سازمان‌ها بطورسنتی فعالیت‌های خود را به کارکردهای عملیاتی مانند بازاریابی، طراحی، برنامه‌ریزی، خرید و امور مالی تقسیم می‌کنند. استراتژی زنجیره تامین این کارکردها را با ایجاد یک برنامه کلی برای سازمان بصورت یکپارچه در نظر می‌گیرد به طوری که در نهایت با حداقل هزینه، بیشترین رضایت برای مشتری فراهم شود.

در یک تعریف کلی، زنجیره تامین بیان‌کننده یک سیستم یا شبکه‌ای از فعالیت‌ها وسازمان‌ها است که ازطریق فرآیندهای مشخص باعث ارزش افزوده محصول یا خدمت می‌شود. زنجیره تامین هم درسازمان‌های تولیدی و هم درسازمان‌های خدماتی وجود دارد و پیچیدگی آن ممکن است از یک سازمان به سازمان دیگر و از یک شرکت به شرکت دیگر کاملاً متفاوت باشد. زنجیره تامین شبکه‌ای است متشکل از واحدهای مختلف که از مرحله تامین مواد اولیه تا توزیع محصولات نهایی به مشتریان با هدف تولید و عرضه یک محصول یا خدمت با یکدیگر همکاری می‌کنند.

انعطاف‌پذیر وکارا نگهداشتن زنجیره تامین برای اغلب شرکت‌ها حیاتی است. شرکت‌های زیادی برای بقای خود و حفظ رقابت در بازار درحال کوچک‌سازی و انجام برون سپاری هستند، بنابراین کسب وکارها نیازمند توجه به نوعی از فرآیندهای تصمیم‌گیری هستند که با مسائلی چون رابطه بین خریدار و فروشنده و انتخاب تامین‌کننده مرتبط است. هدف از این نوع فرآیندهای تصمیم‌گیری یافتن تعداد مناسب تامین‌کنندگان و نیز بهترین تامین‌کنندگان است (Goffinet al. 1997) .

با توجه به اینکه کیفیت و انعطاف‌پذیری در محصولات وخدمات به میزان قابل توجهی تحت تاثیر اقلام بیرونی و عملکرد تامین‌کنندگان قرار دارد، لذا بخش خرید به عنوان متولی امر خرید و تامین اقلام از اهمیت ویژه‌ای در سازمان برخوردار می باشد. هزینه تامین مواد اولیه و قطعات ترکیبی از طریق فروشندگان، بخش قابل توجهی از هزینه تمام شده کالا را تشکیل می‌دهد. بطور متوسط ۷۰درصد ارزش محصول نهایی کارخانجات را هزینه خرید مواد خام و خدمات دریافتی از بیرون تشکیل می دهد(Ghobadian et al. 1993). این نسبت در شرکت‌های فرافن[2] حتی به میزان۸۰ درصد نیز می رسد. از این‌رو انتخاب تامین‌کنندگان برای شرکت‌ها از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. به همان اندازه که انتخاب تامین‌کنندگان مناسب در تقلیل هزینه‌ها موثر است و باعث افزایش قدرت رقابت شرکت‌ها می‌شود، انتخاب تامین‌کنندگان نامناسب نیز می تواند باعث تنزل موقعیت مالی و عملیاتی شرکت‌ها شود(Burton, 1998).

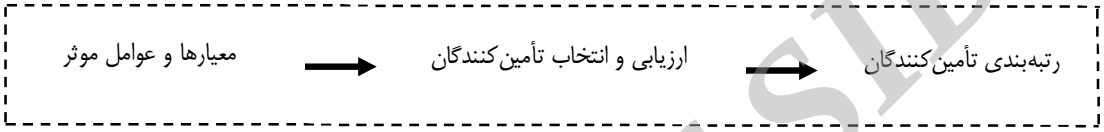
موضوع خرید در زنجیره تامین به دلیل عواملی چون جهانی‌سازی و تشدید رقابت اهمیت ویژه‌ای یافته است. خرید می‌تواند شامل مواردی چون خرید مواد اولیه و اجزا و یا قطعات برای شرکت باشد. فعالیت‌های مرتبط با موضوع خرید نیز عبارتند از:

[1] Supply Chain Management (SCM)
[2] High-tech

Archive of SID

www.SID.ir

انتخاب تامین‌کنندگان مناسب، رتبه‌بندی عملکرد تامین‌کنندگان، مذاکره برای عقد قرارداد، مقایسه بین قیمت، کیفیت و خدمات پس از فروش تامین‌کنندگان، زمان خرید، ارزیابی خدمات و محصولات دریافت شده، پیش‌بینی قیمت و تغییرات تقاضا. جهت ارزیابی تامین‌کنندگان نیز لازم است معیارها و فاکتورهایی درنظرگرفته شوند. در واقع ورودی ارزیابی تامین‌کنندگان همین معیارها وفاکتورها می‌باشند و خروجی آن رتبه‌بندی تامین‌کنندگان است که با استفاده از آن می‌توان به انتخاب تامین-کنندگان پرداخت. در هر صورت انتخاب معیارهای ارزیابی تامین‌کنندگان به نوع محصول وشرایط مسئله وابسته است (Lehman & Oshaughnessy 1982). همچنین مسئله انتخاب تامین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری بامعیارهای چندگانه است که شامل هر دو نوع معیارهای کمی وکیفی است(Ghodsypour & O'Brien 1998). شکل ۱-۱ شمای کلی از فرآیند انتخاب تامین‌کننده را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱: فرآیند انتخاب تأمین‌کننده

انتخاب تامین‌کننده یکی از مهمترین فعالیت‌های حیاتی شرکت‌ها در زنجیره تامین است. انتخاب نادرست تامین‌کننده، می‌تواند برای از بین بردن موقعیت مالی و فنی یک زنجیره تامین کافی باشد(Aissaoui et al., 2007).

شرکت‌ها در جستجوی راهی هستند تا بتوانند توسعه محصول را با زمانی کم، کیفیتی بالا و هزینه پایین انجام دهند. به دلیل افزایش علاقه شرکت‌ها به همکاری استراتژیک با تامین‌کنندگان کلیدی خود در طول مرحله توسعه محصول، تیم مسئول انتخاب تامین‌کننده، باید از ابزاری استفاده کنند تا بتوانند تامین‌کنندگان را بر اساس توانایی‌ها و عملکرد آنها طبقه‌بندی کنند(Humphreys et al., 2007). با توجه به موارد یاد شده می‌توان دریافت که انتخاب تامین‌کنندگان مناسب یکی از نکات اصلی و کلیدی در فرآیند مدیریت زنجیره تامین یک سازمان است.

۱-۲) مراحل انتخاب تامین‌کنندگان

همان‌طور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، مراحل انتخاب تامین‌کنندگان را می‌توان به ۴ مرحله تقسیم کرد (De Boer et al., 2001).

۱-۲-۱) تعریف مسئله

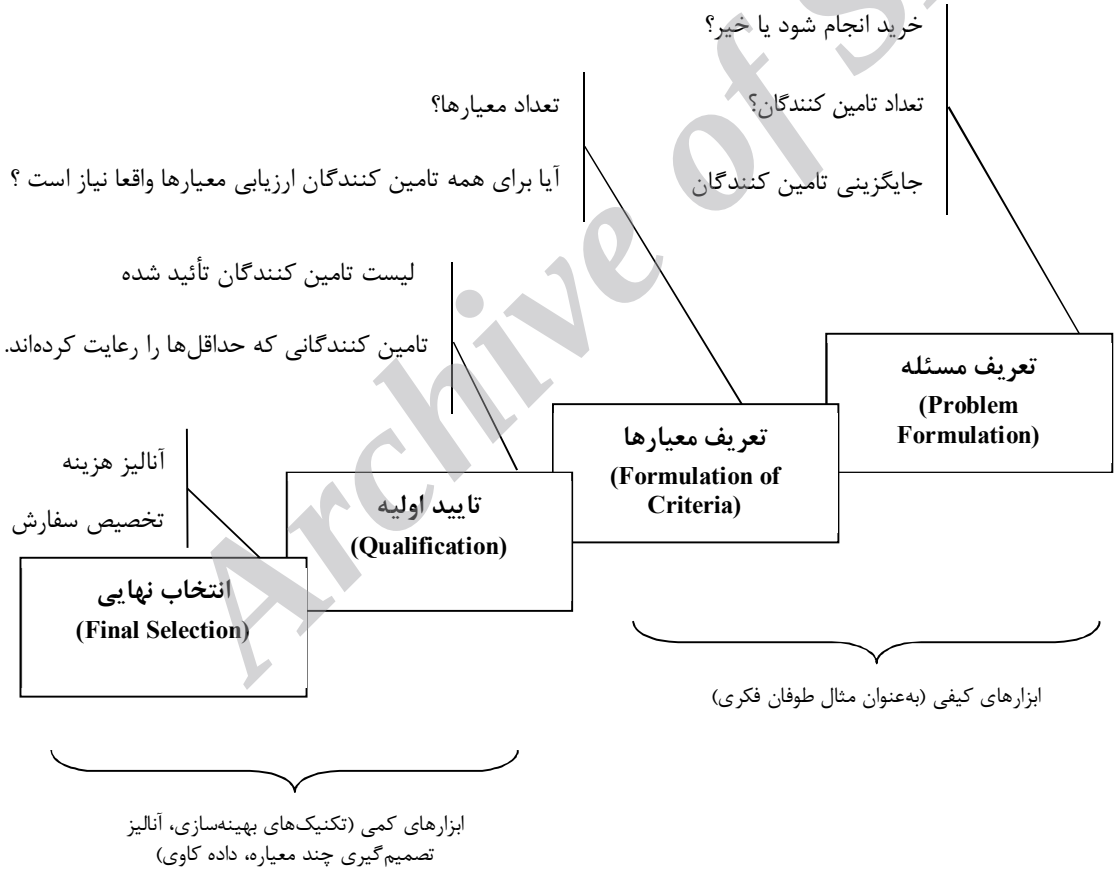
با توجه به کوتاه شدن زمان ایده تا محصول، یافتن تامین‌کنندگان جدید برای نیل به اهداف سازمانی به یکی از دغدغه‌های اصلی شرکت‌ها تبدیل شده است. از طرفی مشتریان، محیط فروش، شرایط فروش و مسائلی از این قبیل باعث شده است تا شرکت‌ها مجبور شوند تصمیمات خود را متناسب با شرایط مختلف محیطی و داخلی اتخاذ کنند. لذا برای آن‌ها مهم است که

Archive of SID
www.SID.ir

تصمیم بگیرند در شرایط فعلی چه نوع محصولی را تولید کنند؟ این محصول برای چه نوع مشتریانی تولید شود؟ و شرایط فروش آن چیست؟ نتیجه این تصمیمات معیارهایی را برای انتخاب تامین‌کننده جدید پیش روی این شرکت‌ها قرار می‌دهد.

۱-۲-۲) تعریف معیارها

با توجه به مسئله مشخص شده در مرحله تعریف مسئله، معیارهایی برای انتخاب تامین‌کننده مناسب تعیین می‌شود. به طور کلی دو نوع معیار در انتخاب تامین‌کننده وجود دارد: معیارهای کمی و معیارهای کیفی. نکته مهم این است که گاهی اوقات برخی از معیارها با برخی دیگر در تضاد هستند. مثلا ممکن است یک تامین کننده تخفیفی را در خرید کالا در نظر بگیرد ولی محصول وی از کیفیت مطلوبی برخوردار نباشد، یا یک تامین کننده که کالای باکیفیتی را تولید می‌کند ممکن است نتواند به‌موقع محصول مورد نظر را تحویل دهد.



شکل۱-۲: مراحل مختلف انتخاب تامین کننده

Archive of SID
www.SID.ir

۱-۲-۳) تایید اولیه

مدیریت و هماهنگی بین تعداد زیادی از تامین‌کنندگان کاری دشوار و بسیار پیچیده است، لذا در این مرحله با بکارگیری تکنیک‌های حذف، تامین‌کنندگان ضعیف و ناکارا کنار گذاشته می‌شوند. در نهایت تعداد معدودی تامین‌کننده برای انجام مذاکره و عقد قرارداد انتخاب می‌شوند.

۱-۲-۴) انتخاب نهایی

در این مرحله تامین‌کنندگان نهایی انتخاب شده و تخصیص سفارش به هر یک از آن‌ها انجام می‌شود.

۱-۳) اهداف طرح

هدف این طرح در مرحله اول بررسی معیارها و روش‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در مقالات و سازمان‌های مختلف و در مرحله دوم تدوین شاخص‌ها و مدل ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری سازمان‌های فرافن است. با توجه به موضوع شبکه تحقیقاتی گروه پژوهشی مهندسی صنایع (زنجیره تامین) و جهت‌گیری جهاددانشگاهی در خصوص انجام تحقیقات کاربردی، انجام این طرح مزیتهایی را به دنبال خواهد داشت که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- طراحی مدل‌هایی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تامین (شبکه تحقیقاتی گروه)
- توانمندسازی گروه پژوهشی در حوزه زنجیره تامین جهت ارائه خدمات به صنعت در خصوص ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده‌ها
- تدوین دانش فنی به روز در زمینه سیستم‌ها، مدل‌ها و روش‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده‌ها
- شناسایی و تعیین احتیاجات بازار و مشتریان بالقوه

۱-۴) روش تحقیق مورد نظر و نحوه آزمون صحت نتایج طرح

روش پژوهش در این طرح، کتابخانه‌ای و میدانی است و در سه مرحله انجام می‌شود:

۱-۴-۱) مرور ادبیات

- بررسی و گردآوری اطلاعات مربوط به اهمیت و ضرورت انتخاب و ارزیابی تامین‌کنندگان در شبکه نوآوری، مراحل و فرآیند انتخاب تامین‌کنندگان و ...
- مطالعه و گردآوری اطلاعات در رابطه با معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در مقالات و سازمان‌های مختلف، خصوصا در سازمان‌های فرافن مانند بوئینگ، ایرباس و ...

Archive of SID

www.SID.ir

- مطالعه و گردآوری اطلاعات در رابطه با تکنیک‌های حل مسئله ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان؛ و دسته‌بندی و استخراج روش‌ها
- تعیین سلسله مراتبی و دسته‌بندی معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان
- دسته بندی روش‌های ارزیابی و انتخاب و تعیین نقاط ضعف و قوت و محدودیت‌های آن‌ها

۱-۴-۲) دسته‌بندی تامین‌کنندگان شبکه نوآوری و طراحی شاخص‌ها و مدل‌ها

- دسته‌بندی تامین‌کنندگان شبکه نوآوری به‌طوری که اجزای هر گروه باهم قابل مقایسه باشند.
- تبیین معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری به تفکیک اعضای مختلف آن شامل: تعیین معیارهای ارزیابی،
- تعیین معیارهای کیفی و کمی،
- تعیین نحوه تبدیل معیارهای کیفی به کمی در صورت نیاز،
- تدوین مدل ارزیابی و انتخاب شبکه نوآوری شامل: تعیین دقیق مدل‌ها، تعریف متغیرها، تعیین ورودی و خروجی‌ها، تعیین محدودیت‌های احتمالی مدل‌ها و ....

۱-۴-۳) مطالعه موردی و تدوین گزارشات نهایی

- اعتبارسنجی مدل‌ها: مدل تدوین شده به صورت آزمایشی برای ارزیابی و رتبه‌بندی تعدادی از تامین‌کنندگان شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی اجرا شده و خروجی مدل‌ها با مدل‌های دیگر و نظرات مدیران و کارشناسان خبره سازمان صنایع هوایی در رابطه با صحت رتبه‌بندی ایجاد شده بررسی خواهد شد.
- تهیه حداقل یک مقاله علمی پژوهشی.
- تحلیل و تدوین گزارش نهایی.
- تهیه و پیشنهاد طرح به کارفرما تحت عنوان "پیاده‌سازی مدل ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی".

۱-۵) خروجی‌های طرح

- گزارش مرور ادبیات موضوع، اهمیت و ضرورت انجام طرح.
- گزارش مربوط به معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در مقالات و سازمان‌های مختلف.
- گزارش مربوط به دسته‌های مختلف تامین‌کنندگان شبکه نوآوری سازمان‌های فرافن.

Archive of SID

www.SID.ir

- گزارش مربوط به مدل‌ها و روش‌های مختلف ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان در مقالات و سازمان‌های مختلف.
- گزارش مربوط به معیارهای تدوین‌شده در این طرح برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری سازمان‌های فرافن.
- گزارش طراحی مدل پیشنهادی این طرح برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری سازمان‌های فرافن، حداکثر دو مدل برای دسته‌های مختلف تامین‌کنندگان.
- تهیه حداقل یک مقاله علمی-پژوهشی از خروجی طرح.

Archive of SID

www.SID.ir

فصل دوم: معیارهای ارزیابی و انتخاب

تامین‌کنندگان در مقالات و سازمان‌های مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۱) مقدمه

واژه تامین‌کننده در مقالات با دو عبارتSupplier وVendorمورداستفاده قرارگرفته‌است. تاکنون مقاله‌های مختلفی، مطالعات‌و تحقیقات‌صورت‌گرفته‌در حوزه انتخاب تامین‌کننده را مورد بررسی قرار داده‌اند. به طور کلی تحقیقات صورت گرفته در موضوع انتخاب تامین‌کننده را می‌توان به دو حوزه اصلی تقسیم کرد (خلجانی، ۱۳۸۶) :

۱-۱-۱ تحقیقات توصیفی

تحقیقات توصیفی به موضوع تعیین معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده می‌پردازد. مسائلی مانند:

نوع معیارها (کیفی یا کمی)، چگونگی تبدیل معیارهای کیفی به معیارهای کمی و نوع ارتباط این معیارها از مطالبی هستند که در این نوع از تحقیقات به آن‌ها پرداخته شده است.

۱-۱-۲ تحقیقات کاربردی

تحقیقات کاربردی به مدل‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده (روش‌ها، رویه‌ها، تکنیک‌ها و ...) می‌پردازد. به عبارت دیگر در تحقیقات کاربردی سعی بر این است تا مدل‌هایی برای انتخاب تامین‌کننده ارائه شود که در عمل مدیران و تصمیم‌گیران بتوانند از آن‌ها برای انتخاب تامین‌کننده مناسب خود استفاده کنند. با توجه به مراحل انتخاب تامین‌کننده در فصل قبل (شکل ۱-۲) مدل‌های ارائه شده برای انتخاب نهایی تامین‌کننده به نوعی تحقیقات کاربردی هستند.

در این فصل به بررسی معیارهای ارزیابی و انتخاب در مقالات و سازمان‌های مختلف می‌پردازیم و در فصل بعد به روش‌ها و مدل‌های انتخاب خواهیم پرداخت.

۲-۲) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب دیکسون[1]

دیکسون (Dickson et al.,1966) بیست و سه شاخص را به منظور تصمیم‌گیری در انتخاب تامین‌کنندگان پیشنهاد کرده است، این شاخص‌ها در جدول ۲-۱ آمده است.

جدول۲-۱: شاخص‌های ارائه شده توسط دیکسون

ردیف	عوامل تاثیر گذار در ارزیابی تامین کنندگان
۱	قیمت خالص (شامل تخفیفات و هزینه‌های حمل)که توسط هر تامین کننده پیشنهاد می‌شود.
۲	توانایی اینکه هر تامین‌کننده به ویژگی‌های کیفی دست یابد.
۳	سرویس‌هایی که بعد از فروش داده می شود.
۴	توانایی هر تامین‌کننده برای آنکه بتواند به زمان‌بندی تحویل دست یابد.
۵	موقعیت جغرافیایی هر تامین‌کننده
۶	موقعیت مالی هر تامین‌کننده
۷	تسهیلات تولیدی و ظرفیتی که هر یک از تامین‌کنندگان دارند.

[1]Dickson

Archive of SID

www.SID.ir

۸	مدت زمان سابقه همکاری که هر تامین‌کننده داشته است.
۹	ظرفیت تکنیکی (شامل تسهیلات برای تحقیق و توسعه) که هر تامین‌کننده داراست.
۱۰	مدیریت و سازمان مربوط به هر تامین‌کننده
۱۱	خریدهای آینده‌ای که هر شرکت (خریدار) ممکن است در آینده از تامین‌کننده ابتیاع نماید.
۱۲	سیستم اطلاعاتی (با اطلاعات در حال پردازش) هر تامین‌کننده
۱۳	کنترل عملیاتی (شامل گزارش دهی، کنترل کیفیت و سیستم های کنترل موجودی) از هر تامین‌کننده
۱۴	موقعیت مرتبط به هر صنعت (شامل رهبری و اعتبار) برای هر تامین‌کننده
۱۵	سوابق در ارتباط با افراد مربوط به هر تامین‌کننده
۱۶	رفتار سازمانی مربوط به هر تامین‌کننده
۱۷	میزان علاقه همکاری تجاری تامین‌کننده با شرکت خریدار
۱۸	سیاست های مربوط به گارانتی برای هر تامین‌کننده
۱۹	توانایی هر تامین‌کننده برای رسیدن به بسته‌بندی نیازمندی‌های محصول
۲۰	اثرات مربوط به عقد قرارداد با تامین‌کننده در ارتباط با قراردادهای دیگر
۲۱	موجود بودن کمک‌های آموزشی برای محصول از طرف تامین‌کننده
۲۲	قبول رویه‌ها و دستورالعمل‌های مربوط به شرکت خریدار بوسیله تامین‌کننده
۲۳	تاریخچه عملکرد مربوط به هر تامین‌کننده

۲-۳) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب هاندفیلد

هاندفیلد[1] اطلاعاتی که در ارزیابی تامین‌کنندگان می‌تواند مفید واقع شود را به صورت جدول۲-۲ ذکر می‌کند (ذولفقاری، ۱۳۸۸):

[1] Handfield

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲-۲: معیارهای ارائه شده توسط هاندفیلد

۱- گذشته شرکت ۲- حجم فروش محصولات ۳- خطوط تولید ۴- سهم بازار بر اساس هر یک از محصولات ۵- تعداد کارمندان ۶- مشتریان عمده	اطلاعات عمومی شرکت
۱- تعهد مدیریت به بهبود مستمر فرآیند و کیفیت ۲- تجربه و قابلیت‌های حرفه‌ای مدیریت ۳- قابلیت مدیریت در حفظ روابط مثبت با نیروهای کاری خویش ۴- تمایل مدیریت به انجام سرمایه‌گذاری لازم برای حمایت از رشد آینده ۵- نگاه مدیریت به آینده ۶- میزان توجه مدیریت اجرایی به برنامه‌ریزی بلند مدت استراتژیک ۷- میزان تعهد مدیریت به TQM و بهبود مستمر ۸- میزان تجربه‌ی حرفه‌ای ۹- گذشته روابط بین مدیریت و نیروی کار ۱۰- میزان آمادگی شرکت برای مقابله با چالش‌های رقابتی آینده	توانایی مدیریت
۱- مهارت‌های عمومی و قابلیت‌های نیروی کاری(سطح تحصیلات و آموزش‌های دیده شده) ۲- میزان تعهد کارکنان در قبال بهبود مستمر و کیفیت فرآیند ۳- وضعیت فعلی و گذشته روابط بین نیروهای کاری و مدیریت ۴- میزان تمایل نیروی کار به شرکت در دستیابی به اهداف مدیریت زنجیره	توانایی‌های پرسنلی
۱- میزان توانایی شرکت در طراحی و تولید هم زمان ۲- میزان تعهد بر تحقیق و توسعه (R & D) ۳- توانایی تولید اقلام در سطح اقتصادی و از لحاظ کیفی مناسب برنامه‌ها و استراتژی-های تجهیزات سرمایه‌ای شرکت	توانایی تکنولوژی و فرآیندی
۱- میزان احتمال ورشکستگی مالی ۲- میزان توانایی مالی شرکت در سرمایه‌گذاری در تجهیزات، تحقیقات، و ... ۳- میزان توانایی مالی شرکت در حمایت از طرح‌های بهبود مستمر ۴- میزان گران‌فروشی یا ارزان‌فروشی	توانایی/ استحکام مالی
۱- میزان وقت‌شناسی و تحویل به‌موقع کالا و خدمات توسط شرکت ۲- میزان توانایی‌ها و عملکرد مناسب سیستم کنترل موجودی	سیستم‌های زمان‌بندی و کنترل تولید
۱- تعهد مدیریت ۲- کنترل کیفیت آماری ۳- تعداد معیوب‌ها ۴- ایمنی آموزش ۵- نگهداری از امکانات و تجهیزات	فلسفه مدیریت کیفیت جامع

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۴) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب الرام

الرام[1] (Ellram, 1992) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان معیارهای جدول ۲-۳ را پیشنهاد داده است.

۲-۵) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب رزمی و همکاران

رزمی و همکاران برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان معیارهای جدول ۲-۴ را پیشنهاد داده‌اند (رزمی و همکاران ۱۳۸۶) .

جدول ۲-۳: معیارهای ارائه شده توسط الرام

معیار	زیر معیار
امور مالی	• عملکرد اقتصادی • پایداری مالی
استراتژی و فرهنگ سازمانی	• احساس صداقت با تامین کننده • مدیریت در ارتباط با رفتار و چشم انداز سازمان • مناسب بودن استراتژیک • توانایی مدیریت ارشد در سازگاری با شرایط • سازگار بودن سطوح عملکرد بین تامین کننده با شرکت خریدار • ساختار سازمانی مربوط به شرکت تامین کننده
موارد در ارتباط با تکنولوژی	• میزان تخصیص تسهیلات و استفاده از ظرفیت ها • تخصیص ظرفیت های ساخت برای آینده • قابلیت های طراحی تامین کننده • سرعت توسعه تامین کننده
دیگر عوامل	• سابقه مطمئن از تامین‌کننده

[1] Ellram

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲-۴: معیارهای ارائه شده توسط رزمی و همکاران

معیار	زیر معیارها	زیر معیارها
مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی بین سازمانی	وضوح در اطلاعات دریافتی یکپارچگی اطلاعات رد و بدل شده بهنگام بودن رد و بدل شده	
مدیریت ریسک	گارانتی موقعیت تجاری و تکنولوژی	
	سابقه همکاری	مدت زمان همکاری اهمیت روابط
	نسبت تولید تامین کننده به سفارش کیفیت و مرغوبیت قطعات زمان تحویل به موقع	
نظام مدیریت کیفیت (ایزو ۹۰۰۱:۲۰۰۰)	سیستم مدیریت کیفیت مسئولیت مدیریت مدیریت منابع تحقق محصول اندازه گیری،تحلیل و بهبود	

۲-۶) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب کتابی و همکاران

کتابی و همکاران برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در کارخانه مکانیک شرکت صنایع الکترواپتیک صا ایران معیارهای جدول۲- ۵ را پیشنهاد می‌کنند (کتابی و همکاران ۱۳۸۸) .

جدول۲- ۵: معیارهای ارزیابی در کارخانه مکانیک شرکت صنایع الکترواپتیک صا ایران

معیار	زیر معیار	تعریف
کیفیت تولید	توانایی فنی	توانایی تامین کننده در استفاده از دانش فنی متخصصین
	امکانات کارگاهی	وجود لازم و کافی تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز
	مواد اولیه	در دسترس بودن مواد اولیه مناسب
	دانش فنی	وجود متخصصین و مهندسین آگاه به علم روز
قیمت	انتخاب مواد	انتخاب بهینه مواد، جلوگیری از ضایعات
	طراحی مهندسی	توانایی طراحی و داشتن زبان مشترک با متخصصین شرکت،کاهش دوباره‌کاریها
تحویل	سابقه همکاری	مدت همکاری و وجود زمینه‌های آشنایی قبلی و درک متقابل
	تحویل کیفی	تحویل کالای کیفی،بسته بندی و حمل استاندارد
	تحویل به موقع	تحویل طبق زمان قید شده در قرارداد
	تعهد مدیریت	وجود مدیریتی متعهد به رضایت مشتری و داشتن سیستمهای مدیریتی نوین

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۷) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب براگلیا و پترونی

براگلیا و پترونی(Braglia and Petroni, 2000) معیارهای زیر را برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان پیشنهاد کرده‌اند

۱- توانمندی‌های مدیریتی[۱]
۲- ظرفیت و امکانات تولید[۲]
۳- توانمندی‌های فنی[۳]
۴- موقعیت مالی[۴]
۵- تجربه کاری[۵]
۶- موقعیت جغرافیایی
۷- سودآوری[۶]
۸- کیفیت
۹- تطابق تحویل[۷]

۲-۸) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب ناراسیمهان و همکاران

ناراسیمهان و همکاران(Narasimhan et al., 2001) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در صنعت ارتباطات[۸] معیارهای زیر را در نظر گرفتند:

۱- قیمت[۹]
۲- کیفیت
۳- تحویل
۴- میزان کاهش قیمت[۱۰]
۵- مستندسازی و خود ممیزی[۱۱]
۶- قابلیت فرآیند/ساخت
۷- مدیریت شرکت[۱۲]
۸- قابلیت‌های طراحی و توسعه

[1]Management capabilities
[2]Production facilities and capacity
[3]Technological capabilities
[4]Financial position
[5]Experience
[6]Profitability
[7]Delivery compliance
[8] Telecommunications industry
[9]Price
[10]Cost reduction performance
[11]Documentation and self-audit
[12]Management of the firm

Archive of SID

www.SID.ir

۹- ارزیابی عملکرد تامین‌کنندگان[1]

۲-۹) معیارهای پیشنهادی سارکیس و تالوری

سارکیس و تالوری(Sarkis and Talluri, 2002) برای صنایع با فناوری بالای مبتنی بر فلزات[2] معیارهای زیر را پیشنهاد کرده اند:

۱- فرهنگ[3]
۲- تکنولوژی[4]
۳- ارتباط[5]
۴- هزینه
۵- کیفیت
۶- زمان تحویل[6]
۷- انعطاف‌پذیری[7]

۲-۱۰) معیارهای پیشنهادی ارزیابی و انتخاب چان و همکاران

چان و همکاران(Chan et al., 2007) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در صنعت هواپیمایی[8] معیارهای زیر را پیشنهاد داده‌اند

۱- هزینه
۲- رضایت‌مندی از تامین‌کنندگان[9]
۳- کیفیت
۴- در نظر گرفتن مدیریت کیفیت جامع، شش سیگما و ...
۵- تحقیق و توسعه
۶- توانایی[10]
۷- مسائل مالی، تکنولوژیکی، ایمنی و آموزشی
۸- ابتکارات و نوآوری‌های تجارت الکترونیک[11]

[1] Supplier performance assessment
[2] High technology metal-based manufacturing
[3] Culture
[4] Technology
[5] Relationship
[6] Time
[7] Flexibility
[8] Airline industry
[9] Satisfaction of supplier
[10] Compatibility
[11] E-business initiatives

Archive of SID

www.SID.ir

۹- فرهنگ سازمانی و مسائل استراتژیکی[1]

۱۰- فعال در سنجش زنجیره تامین (تامین‌کنندگان خود)[2]

۲-۱۱) معیارهای پیشنهادی رضایی و همکاران

رضایی و همکاران(Rezaei et al ,2014) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در صنعت خرده‌فروشی هوایی[3] معیارهای اصلی زیر را در نظر گرفتند.

۱- قیمت/هزینه

۲- کیفیت محصول

۳- زمان تحویل

۴- خدمات پشتیبانی

۵- مسئولیت‌پذیری و انعطاف‌پذیری

۶- ثبات مالی

۷- شهرت

۸- مدیریت و سازماندهی شامل فرهنگ سازمانی، ارتباطات، تعهد به بهبود مستمر و ...

مقالاتی که موضوع ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده در زنجیره تامین را مورد بررسی قرار داده‌اند مهمترین معیارهای ارزیابی و انتخاب را به صورت زیر بیان کرده‌اند (Ho et al., 2010):

۱- کیفیت

۲- تحویل

۳- هزینه / قیمت

۴- توانایی‌های ساخت[4]

۵- خدمات[5]

۶- مدیریت

۷- تکنولوژی

۸- تحقیق و توسعه (R&D)

۹- موقعیت مالی

۱۰- انعطاف پذیری

[1] Organizational culture and strategic issue
[2] Proactive in measuring supply chain / own suppliers
[3] Airline retail industry
[4] manufacturing capability
[5] service

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- شهرت

۱۲- ارتباط بین خریدار و فروشنده

۱۳- ریسک

۲-۱۲) معیارهای پیشنهادی عمید و همکاران

عمید و همکاران(Amid et al., 2011)، برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- توانایی‌های ساخت

۲- مدیریت جامع کیفیت

۳- زمان تحویل

۴- توسعه محصول

۵- توانایی مالی

۶- قیمت (شامل هزینه حمل)

۲-۱۳) معیارهای پیشنهادی لین و همکاران

لین و همکاران (Lin et al., 2011)، برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در کارخانه الکترونیک معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- قیمت، شامل هزینه حمل و مواد اولیه

۲- کیفیت، شامل نوآوری، توانایی انجام تعمیرات، تحقیق و توسعه و قابلیت اطمینان

۳- خدمات، شامل سرعت پاسخ‌گویی، سطح ارتباطات، تکنولوژی و ارتباطات

۴- تحویل، شامل موقعیت، زمان تاخیر و دقت

۵- اعتماد، شامل اعتبار و توانایی

۲-۱۴) معیارهای پیشنهادی خاله‌ای و همکاران

خلی و همکاران(Khaleie et al. 2012)، برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- کیفیت، شامل برنامه شش سیگما، برنامه جامع مدیریت کیفیت، افتخارات کیفی کسب شده و گواهی‌نامه‌های کیفیت

۲- قیمت، شامل هزینه مستقیم، قیمت واحد، قیمت محصول و هزینه‌های غیرمستقیم هماهنگی

Archive of SID

www.SID.ir

۳- تحویل، شامل تاخیر تحویل‌دهی، تحویل به موقع و نزدیکی (موقعیت جغرافیایی)

۴- توانایی تکنولوژی، شامل سطح IT، شهرت و قابلیت اطمینان، نیروی انسانی و انعطاف‌پذیری در تغییر شرایط مالی و سیاسی و فرهنگی

۲-۱۵) معیارهای پیشنهادی گل محمدی و پرست

گل محمدی و همکاران (Golmohammadi and Parast 2012)، برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- قیمت

۲- کیفیت

۳- تحویل، شامل موقعیت، زمان تاخیر و دقت

۴- هزینه حمل و نقل

۵- تکنولوژی

۶- سیستم تولید

۲-۱۶) معیارهای پیشنهادی کانان و همکاران

کانان و همکاران (Kannan et al., 2013) ، برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین سبز[1] معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- قیمت، شامل هزینه تولید، هزینه تدارکات و تخفیف

۲- کیفیت، شامل تضمین کیفیت و نرخ رد محصولات

۳- تحویل

۴- ظرفیت تکنولوژی، شامل سطح تکنولوژی، ظرفیت R&D و ظرفیت طراحی

۵- قابلیت محیطی، شامل آلودگی تولید، مصرف منابع، سیستم مدیریت زیست محیطی و قابلیت طراحی محصول جهت مصرف کم انرژی

۲-۱۷) معیارهای پیشنهادی دارگی و همکاران

دارگی و همکاران (Dargi et al., 2014) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- قیمت

۲- کیفیت

[1] Green supply chain

Archive of SID

www.SID.ir

۳- تحویل و خدمات
۴- شهرت
۵- موقعیت جغرافیایی
۶- ظرفیت تولید
۷- قابلیت فنی

۲-۱۸) معیارهای پیشنهادی روییانداگ و ساپترو

روییانداگ و ساپترو (Rouyendegh and Saputro, 2014) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- ظرفیت تامین
۲- ظرفیت تولید
۳- مدت زمان پاسخ‌گویی
۴- تکنولوژی تولید
۵- قیمت
۶- گارانتی
۷- کیفیت
۸- سیستم ارتباطات
۹- تحویل به موقع
۱۰- شهرت
۱۱- موقعیت
۱۲- موقعیت مالی

۲-۱۹) معیارهای پیشنهادی رضایی و همکاران

رضایی و همکاران(Rezaei et al., 2014) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در صنعت خرده‌فروشی هوایی[1] معیارهای اصلی زیر را در نظر گرفتند

۱- قیمت/هزینه
۲- کیفیت محصول
۳- زمان تحویل

[1] Airline retail industry

Archive of SID
www.SID.ir

۴- خدمات پشتیبانی

۵- مسئولیت‌پذیری و انعطاف‌پذیری

۶- ثبات مالی

۷- شهرت

۸- مدیریت و سازماندهی شامل فرهنگ سازمانی، ارتباطات، تعهد به بهبود مستمر و ...

۲-۲۰) معیارهای پیشنهادی لی و همکاران

لی و همکاران(Lee et al., 2015) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان معیارهای زیر را در نظر گرفتند

۱- چشم انداز ظرفیت مدیریت عمومی[1] شامل وضعیت مالی، موقعیت جغرافیایی، افتخارات و گواهی‌نامه‌ها، شهرت و غیره

۲- چشم انداز ظرفیت تولید[2] شامل ظرفیت تولید، تنوع تولید، ظرفیت تحقیق و توسعه (R&D)، کنترل کیفیت و قیمت محصول

۳- چشم انداز ظرفیت همکاری[3] شامل خدمات پس از فروش و قابلیت اطمینان تحویل

۴- قابلیت اطمینان چالاکی[4] شامل سرعت تحویل، زیرساخت‌های فناوری، قابلیت پاسخ گویی به تغییرات مشتری و غیره.

۲-۲۱) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت صها

شرکت صنایع هواپیمایی ایران (صها)، یکی از زیرمجموعه‌های سازمان صنایع هوایی می‌باشد که وظیفه‌ی نگهداری و تعمیر هواپیما و موتور آن‌ها را به عهده دارد. این شرکت به طراحی، ساخت و تولید موتور هواپیما نیز می‌پردازد. معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین کننده در این شرکت به صورت زیر است:

۲-۲۱-۱) سیستم کیفی

- تامین مواد اولیه (۷ امتیاز)

الف- آیا مواد اولیه از منابع تایید شده تامین می‌گردند؟

ب- آیا شواهدی دال بر تایید کیفی مواد اولیه در آزمایشگاه داخلی و یا آزمایشگاه مورد تایید واسطه وجود دارد؟

ج- آیا سیستم انبارش مواد اولیه در انبارهای تامین کننده از لحاظ شرایط محیطی مناسب است؟

د- آیا سیستم کد گذاری مواد اولیه در انبارها قابل اطمینان است؟

[1] General management capacity perspective
[2] Manufacturing capacity perspective
[3] Collaboration capacity perspective
[4] Agility reliability

Archive of SID

www.SID.ir

ه- آیا روش خروج مواد اولیه از انبارها بر مبنای اصول قابل اطمینان است؟

و- آیا مواد شیمیایی و غیر فلزی دارای مدارکی شامل اطلاعات شناسایی و محدوده عمرشان می‌باشد؟

ز- آیا مواد شیمیایی با دیگر مواد اولیه بطور اطمینان بخشی مجزا از هم نگهداری می‌شود؟

ح- آیا مواد اولیه تامین شده توسط مشتری در جای مشخص حفظ و نگهداری می‌شود؟

- نظارت و گردش کیفی کار (۹ امتیاز)

الف- آیا عملیات تولید بر مبنای روشی مدون و مکتوب انجام می‌گیرد؟

ب- آیا یک روش ارتباطی قابل اطمینان جهت ایجاد ارتباط و اطلاع از نظریات مشتریان وجود دارد؟

ج- آیا هر یک از مراحل مختلف و ایستگاه‌های تولید دارای سیستم کنترل کیفی می‌باشد؟

د- آیا نیازهای مطروحه از جانب مشتریان بر روی فرم‌ها و مدارک تامین کننده منتقل می‌شود؟

ه- آیا صرفا از مدارک مشتریان بهره گرفته می‌شود؟

و- آیا از شروع عملیات تولیدی، جلسه توجیهی عوامل تولید و مهندسی جهت اطلاع از نیازهای دقیق مشتری تشکیل می‌شود؟

ز- آیا روشی برای تایید کیفیت نهایی محصول وجود دارد؟

ح- آیا روشی برای تاییدیه مواد اولیه قبل از شروع فرایند تولید در مدارک ساخت پیش بینی شده است؟

ط- آیا قبل از شروع فرایند تولید و برنامه تولید، برنامه ریزی لازم صورت می‌گیرد؟

- کالیبراسیون (۱۳ امتیاز)

الف- آیا تجهیزات اندازه گیری مورد استفاده دارای برچسب کالیبراسیون می‌باشد؟

ب- آیا پرسنل تولید از خطای ابزارها آگاهی دارند؟

ج- آیا محدوده زمانی تعریف شده‌ای برای کنترل دوره‌ای کالیبراسیون تجهیزات، نشاندهنده‌ها، ابزارهای دستی و مکانیزه .... وجود دارد؟

د- آیا پرونده‌های کالیبراسیون برای هریک از تجهیزات وجود دارد؟

ه- آیا روشی برای کنترل دقت و صحت تجهیزات طراحی شده است؟

- پرسنل تایید کننده کیفیت (۸ امتیاز)

الف- آیا پرسنل مسئول تایید کیفیت مواد اولیه در شروع فرایند تولید بطور رسمی مشخص می‌باشد؟

Archive of SID

www.SID.ir

ب- آیا عملیاتی خاص و یا تاییدیه نهایی مشتری انجام می‌گیرید؟

ج- آیا پرسنل تایید کننده کیفیت در مراحل تولید بطور رسمی مشخص می‌باشند؟

د- آیا پرسنل تایید کننده کیفیت در انتهای فرایند تولید بطور رسمی مشخص می‌باشد؟

ه- آیا امضا و یا مهر هر یک از پرسنل فوق ثبت و کنترل می‌شود؟

و- آیا مدارک تولید تحت یک سیستم مشخص و برای یک دوره مشخص نگهداری می‌شود؟

ز- آیا پرسنل تولید تایید کننده کیفیت دارای قدرت اجرایی جهت توقف خط تولید می‌باشد؟

- شناسایی و رفع عدم تطابق‌ها (۸ امتیاز)

الف- آیا در صورت مشاهده یک و یا چند محصول نامنطبق روشی برای مکتوب نمودن موارد عدم تطابق(ها) و گزارش به سازمان مسئول برای رفع این عدم تطابق(ها) وجود دارد؟

ب- آیا سازمانی مسئول دریافت گزارش عدم تطابق(ها) و رافع آن تعریف شده است؟

ج- آیا سیستمی جهت اطلاع به مشتریان در مورد عدم تطابق های اساسی وجود دارد؟

د- آیا دلایل بوجود آمدن عدم تطابق ها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد؟

ه- آیا تجزیه و تحلیل صورت پذیرفته مکتوب و راه کارهای جلوگیری از تکرار آن به سازمان‌های ذیربط گزارش می‌گردد؟

و- آیا سیستم ممیزی داخلی در سازمان تامین کننده اجرا می‌گردد؟

ز- آیا اقدامات اصلاحی تحت یک روش تعریف شده و مستند اجرا می‌گردد؟

ح- در صورتیکه ثابت شود که عدم انطباق(ها) بواسطه مواد دریافتی از تامین کنندگان سازمان ارزیابی شونده بوده، آیا روشی برای جلوگیری از آن وجود دارد؟

- کدگذاری محصول (۲ امتیاز)

الف- آیا روشی برای کد گذاری محصول که قادر به شناسایی محصول در حین تولید و یا انبارداری باشد، وجود دارد؟

ب- آیا روشی جهت کد گذاری و یا علامت گذاری محصولات نامنطبق وجود دارد؟

- مستندات (۶ امتیاز)

الف- آیا فرایند تولید با استفاده از دستورالعمل های تولید و استانداردهای بروز شده صورت می‌گیرد؟

ب- آیا واحدی برای کنترل کلیه مستندات وجود دارد؟

ج- آیا نشریات، استانداردها، نقشه های اجرایی، در فرایند تولید، مورد استفاده عوامل تولیدی و کیفیت قرار گرفته است؟

د- آیا نشریات، استانداردها، نقشه های اجرایی، در فرایند تولید مورد استفاده بروز می‌باشد؟

ه- آیا مستندات در دسترس کلیه عوامل تولید و کنترل کیفیت قرار دارند؟

و- آیا موارد تامین شده مشتری در فرایند تولید براحتی قابل ردیابی و شناسایی می‌باشد؟

Archive of SID

www.SID.ir

- بسته بندی محصول (۷امتیاز)

الف- آیا محصول در فرایند تولید با وضعیتی مناسب با شرایط فنی و حساسیت‌های کیفی، جابجا می‌شوند؟

ب- آیا محصول تولیدی در شرایط مناسب و با توجه به چگونگی حمل ونقل بسته بندی می‌گردد؟

ج- آیا محصول تولیدی در شرایط مناسب و با توجه به چگونگی فاصله محل مشتری یا تامین کننده بسته بندی می‌گردد؟

د- آیا محصول تولیدی در شرایط مناسب و با توجه به چگونگی شرایط محتمل آب و هوایی بسته بندی می‌گردد؟

ه- آیا محصول تولیدی در شرایط مناسب و با توجه به چگونگی درخواست مشتری بسته بندی می‌گردد؟

- استانداردها (بین المللی، ملی و داخلی)(۶امتیاز)

الف- آیا استانداردهای مورد استفاده در فرایند تولید و کنترل کیفیت برای همه دست اندرکاران مشخص و قابل دسترسی می‌باشد؟

ب-آیا استاندارهای مورد استفاده با تخصص‌های اجرایی مرتبط است؟

ج-آیا روشی برای تشخیص نیازهای آموزشی پرسنل وجود دارد؟

۲-۲۱-۲) نیروی انسانی

- مدارک (۴ امتیاز)

الف- آیا کارکنان با توجه به مدرک تحصیلی و تجربیات مربوطه در شغل مناسب خود قرار گرفته اند؟

ب- آیا ترکیب تخصصی و تحصیلاتی کارکنان بصورت یک لیست مدون گردیده است؟

ج- آیا پرسنل تحت یک روش تعریف شده تحت آموزش قرار می‌گیرند؟

- سوابق (۳امتیاز)

الف- آیا مدارک مربوط به تحصیلات، مهارت ها، تجربیات و آموزش‌های هریک از پرسنل دست اندرکار تولید و یا کنترل کیفیت در پرونده‌های مربوطه نگهداری می‌شوند؟

ب- آیا تامین کننده دارای سیستم کنترل سوابق بروز شده می‌باشد؟

ج- آیا مهارت‌ها و آموزش‌ها در ارتقا کارکنان موثر می‌باشد؟

۲-۲۱-۳) قابلیت تجهیزات و ماشین آلات (۱۳امتیاز)

الف- ایا تجهیزات و ماشین آلات موجود دارای قابلیت کافی جهت تولید قطعات و تامین نیازمندی‌های کیفیتی آن‌ها می‌باشد؟

Archive of SID

www.SID.ir

ب- آیا تجهیزات و ماشین آلات هر فرایند، بصورت تفکیک شده چیدمانی شده‌اند؟

ج- آیا ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده از منابع قابل اطمینان تامین شده‌اند؟

د- آیا تامین کننده دارای یک سیستم قابل و موثر برای تعمیر و نگهداری ماشین آلات می‌باشد؟

۲-۲۱-۴) گواهینامه‌ها(۳امتیاز)

الف- آیا گواهینامه‌های اخذ شده توسط تامین کننده معتبر، نافذ و مرتبط می‌باشد؟

۲-۲۱-۵) دانش فنی(۱۳امتیاز)

الف- آیا زمینه اصلی فعالیت تامین کننده تعریف شده است؟

ب- آیا منابع و مدارک فنی از یک منبع معتبر دریافت شده است؟

ج- آیا تامین کننده تحت نظارت و یا لیسانس یک منبع معتبر فعالیت می‌کند؟

د- آیا در صورت مشاهده مشکلی خاص در خط تولید (در ارتباط با محصول، روش و یا ماشین آلات)، مرجع معتبری برای حل مشکلات وجود دارد؟

ه- آیا کلیه کارکنان دست اندرکار از تولید و کنترل کیفیت در مراحل فرایند آگاهی دارند؟

و- آیا کارکنان نسبت به تلورانس‌ها و دقت مورد نیاز مشتری آگاهی دارند؟

ز- آیا کلیه مراحل کنترل کیفیت بطور کامل پیش بینی شده‌اند؟

۲-۲۲) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت پنها

شرکت پشتیبانی و نوسازی هلیکوپترهای ایران (پنها) یکی از زیرمجموعه‌های سازمان صنایع هوایی می‌باشد که وظیفه‌ی تعمیر و نگهداری بالگردها را بر عهده دارد. معیارهای ارزیابی و انتخاب این شرکت به صورت زیر می‌باشد:

- نیروی انسانی
  - تعداد کارکنان شاغل چند نفر است؟
  - تعداد نیروی انسانی که در بخش مهندسی فعالیت می کنند؟
  - تعداد نیروی انسانی که در بخش کارگاهی فعالیت می کنند؟
  - تعداد نیروی انسانی که به عنوان بازرس فنی فعالیت می کنند؟
  - چارت سازمانی بخش کیفیت موجود است؟
  - شرح شغل کارکنان کارگاهی، بازرسین فنی و کارشناسان در دسترس است؟

Archive of SID

www.SID.ir

- سوابق کار نیروهای کلیدی– شامل بازرسین فنی، نیروهای متخصص در بخش طراحی و تولید– موجود است؟

– مهندسی خواص و عیوب

- آیا با استانداردهای کیفیت (نظامی و هوایی) آشنایی دارید؟

(ISO 9000- QS9000- (MIL-Q-9858)- AS/EN9100)

- ایا تاکنون گواهینامه یا تاییدیه‌ای از سوی سازمان‌های گواهی دهنده و یا صنایع هوایی دریافت کرده‌اید؟
- آیا بر طبق استانداردهای هوائی وزارت دفاع (مدارکMILو PSها) کار کرده‌اید؟
- آیا در زمینه ساخت قطعات هوائی در GRADE &CLASS معرفی شده از سوی صنایع دفاعی قطعه ساخته‌اید؟
- آیا با یک سیستم استاندارد تست، قطعه ساخته شده را تست کرده‌اید؟ (مانند ASTM)
- آیا با عیوب بالقوه حین ساخت[1] یا عیوب حین کارکرد[2] قطعات آشنا هستید؟ آیا آنها را مستند و دسته‌بندی کرده‌اید؟
- آیا با تست‌های خواص مکانیکی، خواص متالوژیک، خواص فیزیکی بر طبق ASTM یا استانداردهای آزمون دیگر کار کرده‌اید؟
- آیا با فرآیند نمونه‌گیری آماری و بازرسی حین تولید آشنایی دارید؟ شرح دهید بر اساس چه مدارکی این کار صورت می گیرد.
- عیوب بالقوه حین خدمت را چگونه ردیابی و تحلیل می‌کنید؟
- آیا با تجهیزات تست و بازرسی آشنا هستید؟
- آیا با فرآیند FMEA آشنایی دارید؟
- آیا با عدم انطباق‌های ابعادی و تلرانس‌ها(عددی – هندسی) آشنایی دارید؟
- آیا نقشه‌های خود را از بعد هندسی و تلرانس اندازه گیری (GD&T) می‌نمایید؟
- آیا عیوب متالوژیکی (از جمله SEGREGATION و INCLUTION) را می‌شناسید؟
- آیا تاثیر عیوب متالوژیکی را بر خواص مکانیکی می‌دانید؟
- آیا با عیوب سطحی آشنایی دارید؟
- آیا تاثیر فرآیندهای تولید را بر سطح و ایجاد عیوب سطحی می شناسید؟
- آیا تاثیر عیوب سطحی را بر خستگی و خوردگی می شناسید؟

[1] In production defects
[2] In service defects

Archive of SID

www.SID.ir

- آیا عیوب و اثر آن را بر کیفیت قطعه مستند کرده‌اید؟ آیا این مستندات را آموزش می‌دهید؟
- آیا فرایندی برای مقابله و پیشگیری از مودهای خرابی[1] دارید؟ آیا این فرآیند مستند شده است؟
- آیا روشی برای جلوگیری از عیوب سطحی و روش های بهبود سطح را می‌شناسید؟
- آیا اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه جهت جلوگیری از عیوب عملیات حرارتی را می‌دانید؟
- آیا قادرید دقیقا به خواص متالوژیکی- مکانیکی- سطحی- ابعادی نقشه دست یابید؟ آیا این توانایی را مستند نموده اید؟ آیا این مستندات را آموزش می دهید؟

– کالیبراسیون

- آیا ابزار آلات بازرسی بطور منظم کالیبره می‌شوند؟ آیا وضعیت کالیبراسیون روی ابزارها درج می‌شوند؟
- آیا پرسنل از خطای ابزارها آگاهی دارند؟
- آیا پرسنل از تاثیر خطای ابزارها بر کیفیت قطعات آگاهی دارند؟
- آیا ماشین آلات، کوره‌ها، وان‌های آبکاری، دستگاه‌های جوشکاری و ... را قبل از اقدام به فرآیند کالیبره می-کنید؟
- از کدام رویه‌های داخلی یا آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون جهت کالیبره تجهیزات تولید و بازرسی کمک گرفته می‌شود؟
- آیا پرونده‌های کالیبراسیون برای هر یک از تجهیزات وجود دارد؟
- آیا روشی برای کنترل دقت و صحت تجهیزات طراحی شده است؟

– کنترل مستندات

- آیا واحدی برای کنترل کلیه مستندات وجود دارد؟
- آیا مدارک (استانداردها- دستورالعمل ها- نقشه های اجرایی و ...) در فرآیند تولید مورد استفاده عوامل تولید و کیفیت قرار می گیرد؟
- آیا مدارک در فرآیند تولید و بازرسی به روز می‌باشند؟

– بسته بندی علامت گذاری و انبارداری

- آیا روش‌های بسته‌بندی و نگهداری و شناسایی قطعات استاندارد است؟ آیا در این زمینه روشی وجود دارد؟

[1] Failure modes

Archive of SID

www.SID.ir

- آیا روشی برای کدگذاری محصول که قادر به شناسایی محصول در حین تولید و یا انبارداری باشد وجود دارد؟
- آیا روشی برای کدگذاری و یا علامت گذاری محصولات نامنطبق وجود دارد؟

– بازرسی و آزمون

- نحوه ارجاع کار به کارگاه چگونه است؟ کار ارجاعی به کارگاه با چه مدارکی همراه می شود؟
- آیا فرایند بازرسی و آزمون در حین کار وجود دارد؟
- آیا محصول نهایی بازرسی و آزمون می شود؟
- آزمون قطعات در کدام آزمایشگاه انجام می شود؟

– آموزش

- دوره‌های تخصصی آموزشی پرسنل کارشناسی – بازرسین فنی و کارگاهی چگونه است؟
- آیا آموزش حین خدمت پرسنل کارگاهی تحت کنترل است؟
- شرایط واگذاری مهرهای بازرسی به چه صورت و بر اساس چه معیار یا دستورالعملی است؟
- آموزش های جدید یا بازآموزی در چه سیکل های زمانی صورت می گیرد؟

– ارزیابی و انتخاب پیمانکاران فرعی

- در صورتیکه بخشی از کار مستندسازی – تولید یا بازرسی را به تامین کنندگان خود واگذار می‌کنید آیا این امر تحت کنترل شما صورت می‌پذیرد؟
- آیا مستندات تامین کنندگان خود را کنترل می‌کنید؟
- آیا بررسی می‌گردد تامین کنندگان شما از افراد واجد شرایط در تولید و بازرسی استفاده کنند؟
- آیا مراقب هستید تامین کنندگان از تجهیزات کالیبره در تولید و بازرسی خود استفاده کنند؟
- آیا محصول دریافتی از تامین کنندگان خود را آزمون و بازرسی می‌کنید؟
- آیا محصول دریافتی از تامین‌کنندگان خود را به نحو مناسبی تا زمان استفاده انبارداری می‌کنید؟
- آیا می‌دانید محصولی که از تامین کننده دریافت می‌کنید دچار عیوب حمل و نقل و انبارداری نمی‌شود؟
- در صورتیکه تامین کننده محصول معیوبی را به شما ارسال دارد با آن چگونه برخورد می‌کنید؟
- چه تامین کننده‌ای را از لیست تامین کنندگان خود خارج می‌کنید؟

Archive of SID

www.SID.ir

- نحوه کنترل مواد، محصولات خریداری شده شما چگونه است؟
- آیا برای محصول خریداری شده خود تگ صادر می‌کنید؟

- بازرسی ورودی مواد و قطعات نو و کارکرده
- فرایندهای تولید
- کنترل محصولات نامنطبق
- صدور فرم تاییدیه قطعه (تگ نهایی)
- حمل و نقل، بسته بندی و انبارداری
- ممیزی داخلی و رفع موارد عدم انطباق
  - آیا اقدام به ممیزی داخلی می‌نمایید؟
  - آیا ممیزی داخلی صورت گرفته بر اساس یک دستور العمل مدون است؟
  - آیا تطابق اقدامات سازمان با ترتیبات طرح ریزی شده مورد ارزیابی قرار می‌گردد؟
  - آیا سازمان این ارزیابی را انجام می‌دهد که ویژگی‌های تعریف شده برای محصول دقیقا بدست آیند؟
  - آیا ممیزی می‌گردد که روش‌های نمونه‌برداری از محصول در طول هریک از فرآیندها جهت آزمون خواص تعریف شده دقیقا مطابق مفاد استانداردها صورت پذیرد؟
  - آیا ناکارآمدی‌های ممکن اعم از آموزش ناکافی- کالیبراسیون تجهیزات تولید و اندازه‌گیری – روش های آزمون و بازرسی طبق یک رویه مستند مورد ارزیابی قرار می‌گیرد؟
  - آیا عدم انطباقات فرآیند – ورودی‌ها و خروجی‌ها با ترتیبات طرح‌ریزی شده مکتوب می‌شود و به مدیریت ارشد گزارش می‌گردد؟
  - آیا روشی برای دسته‌بندی عدم انطباقات، ریشه‌یابی آنها و تعیین علل آنها اعم از ناکارآمدی مستندات شامل: نقشه‌ها- استانداردها-طرح‌های کنترل[1] و یا آموزش یا ناکارآمدی مسئولیت‌ها و اختیارات وجود دارد؟
  - آیا روشی مستند برای تعیین و انجام اقدام اصلاحی وجود دارد؟
  - آیا مسئولیت و اختیار سازمانی برای اجرای اقدام اصلاحی وجود دارد؟
- فرایند کنترل هر منبع ساخت بیرونی
  - چگونگی تعمیر[2] و دوباره‌کاری[3] روی محصول تمام شده و تگ خورده

[1]Control procedures
[2]Repair
[3] Rework

Archive of SID

www.SID.ir

- پرسنل متخصص (مدرک پرسنل، آموزش‌های دیده شده- سابقه کار مرتبط)
- ماشین آلات تولیدی
- فرآیندها و تجهیزات بازرسی
- پیشینه اجرایی شامل: همکاری با سازمان های داخلی و همکاری با وزارت دفاع

۲-۲۳) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت بل هلیکوپتر

شرکت بل هلیکوپتر[1] تولیدکننده انواع بالگرد در کشور آمریکا است. این شرکت لیستی از تامین‌کنندگان را برای همکاری دارد. مهمترین معیارها برای تأیید و تعیین این لیست به صورت زیر می‌باشد:

۱- موقعیت در صنعت[2]
۲- تکنولوژی
۳- ظرفیت[3]
۴- قدرت رقابت‌پذیری[4]
۵- مسئولیت برای مهندسی، توسعه و تست[5]
۶- تعهد گارانتی[6]
۷- توانایی سرویس‌دهی کامل[7]
۸- مشارکت در برنامه‌های کاهش هزینه[8]
۹- فرهنگ پیشرفت مستمر[9]
۱۰- سرویس و پشتیبانی[10]
۱۱- موقعیت جغرافیایی[11]

این شرکت سایتی برای مدیریت تامین‌کنندگان خود دارد؛ به طوری که هر شرکتی که قصد دارد یک تامین کننده این شرکت باشد باید در این سایت ثبت نام نموده و جزئیات اطلاعات خواسته شده را وارد نماید. بعد از آن شرکت بل هلیکوپتر اقدام به ارزیابی آنها می‌نماید و در صورت نیاز به همکاری از آنها دعوت می‌نماید.

[1] Bell Helicopter
[2] Position in Industry
[3] Capacity
[4] Competitiveness
[5] Responsible for Engineering, Development and testing
[6] Warranty Commitment
[7] Full Service Capabilities
[8] Participation in Cost Reduction Programs
[9] Progressive Culture with Continuous Improvement Philosophy
[10] Service and Support
[11] Location

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۲۴) معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت بوئینگ[1]

شرکت بوئینگ[2]، اولین و بزرگترین شرکت هواپیمایی جهان، در ساخت هواپیماهای تجاری و دومین شرکت بزرگ در ساخت سیستم‌های دفاعی جهان است. حوزه فعالیت بوئینگ، محدوده گسترده‌ای از سیستم‌ها، محصولات و خدمات فضایی و دفاعی را در زمینه طراحی، تولید و پشتیبانی هواپیماهای تجاری، جنگنده‌ها، بمب افکن‌ها، موشک‌ها، سفینه‌های فضایی، ماهواره‌ها، جنگ افزارها و فناوری‌های مختلف نظامی و دفاعی، را در بر می‌گیرد. این شرکت هر ساله بالغ بر ۵۰ بیلیون دلار کالا و خدمات از بیش از ۲۳ هزار تامین‌کننده در سراسر جهان خریداری می‌کند.

- معیارهای ارزیابی و انتخاب شرکت بوئینگ

- سیاست خرید و عقد قرارداد شرکت بوئینگ بر اساس کیفیت مناسب محصولات، زمان مناسب تحویل، قیمت مناسب، تعداد مناسب و استفاده از منابع مناسب می‌باشد.
- تمام اقدامات مربوط به تدارکات خرید مطابق قوانین، تعهدات و مقررات قرار داد انجام می‌شود.
- برای انتخاب تامین‌کنندگان بالقوه و ارزیابی تامین‌کنندگان بالفعل معیارهای زیر را در نظر می‌گیرند: توانایی[3]، ظرفیت[4]، صداقت[5]، موقعیت مالی[6]، موقعیت‌های جغرافیایی[7]، عملکرد[8] قابلیت اطمینان[9]، کیفیت محصولات[10]، زمان تحویل[11] و رابطه بین خریدار و فروشنده[12].

شرکت بوئینگ اعتقاد دارد در اقتصاد جهانی امروز ارتباط با تامین‌کنندگان تاثیر به سزایی در موفقیت این شرکت در بازار رقابتی در سطح جهانی دارد. این شرکت بطور پیوسته در جستجوی بهترین صنایع از سراسر دنیا برای کمک به برطرف شدن نیاز مشتریان خود است.

بوئینگ از ابزاری به نام Supplier GATEWAY® (یک ابزار کسب و کار مبتنی بر اینترنت است که شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا شریک‌های خود را مدیریت کنند) برای کمک به جمع‌آوری اطلاعات دقیق تامین‌کنندگان و توانایی‌های آنها استفاده می‌کند. با این پایگاه داده بوئینگ می‌تواند تامین‌کنندگانی را که شرایط مناقصات بوئینگ را برآورده می‌کنند به راحتی جستجو کند. تامین‌کنندگان باید اطلاعات خود را با جزئیات کامل در پایگاه داده SupplierGATEWAY® به طور آنلاین وارد نمایند. ثبت نام در این سایت به عنوان تایید تامین‌کننده نیست. اطلاعات وارد شده در این سایت جهت ارزیابی و انتخاب بکار گرفته می‌شود.

[1] http://www.boeingsuppliers.com/
[2] Boeing company
[3] ability
[4] capacity
[5] integrity
[6] financial status
[7] geographical locations
[8] performance
[9] reliability
[10] quality of product
[11] delivery
[12] customer-supplier relations

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۲۵) نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان تاکنون مقالات بسیار زیادی در خصوص تعیین معیارهای ارزیابی و انتخاب ارائه شده‌اند. در این فصل معیارهای ارزیابی و انتخاب در مقالات و سازمان‌های مختلف مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. در این مقالات صرفاً تعدادی معیار برای ارزیابی و انتخاب ارائه شده است و جزئیات بیشتر این معیارها و نحوه اندازه‌گیری آنها بیان نشده است. این در حالی است که در سازمان‌های فرافن جزئیات معیارها و نحوه امتیازدهی آنها با توجه به صنعت مورد نظر اشاره شده است. همچنین این سازمان‌ها مانند بل هلیکوپتر و بوئینگ برای ارزیابی، انتخاب، برقراری ارتباط، مدیریت تامین-کنندگان و ... از پایگاه‌های اینترنتی استفاده می‌کنند و تامین‌کنندگان از تمام نقاط دنیا می‌توانند در این سایت ثبت‌نام نموده و اطلاعات خود را برای همکاری در این سایت وارد نمایند.

در ۷۸ مقاله که در ژورنال‌های بین‌المللی معتبر از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ در رابطه با ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین به چاپ رسیده است معیار کیفیت بیشترین توجه را در انتخاب تامین‌کننده در بین سایر معیارها به خود اختصاص داده است. معیارهای زمان تحویل، قیمت/هزینه، توانایی ساخت[1]، خدمات[2]، مدیریت[3]، تکنولوژی[4]، تحقیق و توسعه، موقعیت مالی، انعطاف پذیری[5]، شهرت[6]، رابطه[7] و ریسک[8] در جایگاه‌های بعدی قرار دارند (Ho et al., 2010).

[1] Manufacturing capability
[2] Service
[3] Management
[4] Technology
[5] Flexibility
[6] Reputation
[7] Relationship
[8] Risk

Archive of SID

www.SID.ir

فصل سوم: مدل‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۱) مقدمه

همانطور که در فصل قبل بیان شد تحقیقات کاربردی به مدل‌های انتخاب تامین‌کننده (روش‌ها، رویه‌ها، فن‌ها و ...) می‌پردازد. به عبارت دیگر در تحقیقات کاربردی سعی بر این است تا مدل‌هایی برای انتخاب تامین‌کننده ارائه شود که در عمل مدیران و تصمیم‌گیران بتوانند از آن‌ها برای انتخاب تامین‌کننده مناسب خود استفاده کنند.

محققین معیارهای مختلفی را برای دسته‌بندی مدل‌های پیشنهاد شده در حوزه انتخاب تامین‌کننده ارائه کرده‌اند. مهمترین این معیارها عبارتند از:

- رویکردهای انفرادی و ترکیبی[1]
- تک منبعی، چند منبعی[2]
- تک محصولی، چند محصولی[3]

۳-۱-۱) دسته‌بندی براساس رویکردهای انفرادی وترکیبی

بعضی از محققین روش‌ها و مدل‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان را به دو گروه رویکردهای انفرادی و رویکردهای ترکیبی تقسیم‌بندی نموده‌اند (Ho et al., 2010). در رویکردهای انفرادی تنها از یک روش مانند تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، فرآیند تحلیل شبکه (ANP)، نظریه فازی، برنامه‌ریزی ریاضی و غیره استفاده می‌شود. در حالی که در رویکردهای ترکیبی دو یا چند روش برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین باهم ترکیب می‌شوند. بعضی از این رویکردهای ترکیبی به صورت زیر می‌باشد:

ترکیب AHP و DEA،

ترکیب AHP با برنامه‌ریزی آرمانی[4] و یا برنامه‌ریزی خطی،

ترکیب AHP با نظریه فازی،

ترکیب DEA و برنامه‌ریزی چندهدفه.

۳-۱-۲) دسته‌بندی براساس تک منبعی یا چند منبعی

مدل‌های انتخاب تامین‌کننده را می‌توان به مدل‌های تک منبعی یا چند منبعی تقسیم کرد. در مدل‌های تک منبعی هر یک از تامین‌کنندگان می‌توانند به تنهایی نیاز خریدار را برآورده نمایند. بنابراین مساله اصلی در این نوع مدل‌ها انتخاب یک تامین‌کننده از میان چند تامین‌کننده با توجه به معیارهای مشخص است. به عنوان مثال شرکت تویوتا اغلب تامین‌کنندگان خود را به صورت تک منبعی انتخاب می‌کند (Sharafali et al., 2000). در مدل‌های چند منبعی با توجه به سیاست‌های خریدار (مثلا لزوم داشتن دو منبع برای کاهش ریسک تامین) و یا محدودیت‌های تامین‌کنندگان (مثلا محدودیت ظرفیت) ارضاء تقاضای خریدار توسط یک تامین‌کننده به تنهایی ممکن نیست و به همین دلیل خریدار تقاضای خود را به صورت ترکیبی و از چند

[1] Individual approaches, Integrated approaches
[2] Single Sourcing, Multiple Sourcing
[3] Single Item, Multiple item
[4] Goal Programming

Archive of SID

www.SID.ir

تامین‌کننده مختلف خریداری می‌نماید. در این مدل‌ها علاوه بر انتخاب تامین‌کننده، اندازه سفارش[1] از هر تامین‌کننده نیز باید تعیین شود. در مدل‌های تک منبعی عموما از روش‌های رتبه‌بندی مطرح در حوزه نظریه تصمیم‌گیری می‌توان استفاده کرد. در مدل‌های چند منبعی غالبا برای فرموله کردن مساله از مدل‌های ریاضی استفاده می‌شود. تابع هدف در این مدل‌ها متشکل از هزینه‌های خریدار است و خریدار سعی در حداقل کردن هزینه‌های خود دارد. در برخی موارد این مدل‌ها به صورت چند هدفه نیز مورد استفاده قرار گرفته اند، بدین صورت که خریدار علاوه بر حداقل کردن هزینه، مطلوبیت‌های دیگری مانند حداکثر کردن کیفیت را نیز درنظر دارد.

۳-۱-۳) دسته‌بندی براساس تک محصولی یا چندمحصولی

در مدل‌های تک محصولی خریدار صرفا برای خرید یک محصول خاص اقدام به انتخاب تامین‌کننده می‌کند. در مدل‌های چند محصولی خریدار نیازمند خرید چند محصول مختلف است، در این شرایط تامین‌کنندگان برای جلب نظر مشتری، محصولات مختلف را همراه با شرایط خاصی (مثلا تخفیف مقداری) ارائه می‌کنند. بدین ترتیب خریدار با مساله پیچیده‌تری روبرو خواهد شد. به عنوان مثال در این مدل‌ها خریدار می‌تواند در هر بار سفارش، چند محصول مختلف را با هم سفارش داده و هزینه‌های خود را کاهش دهد.

در ادامه مدل‌های ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده با رویکرد انفرادی و رویکرد ترکیبی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۲) رویکردهای انفرادی

مهمترین رویکردهای انفرادی عبارتند از تحلیل پوششی داده‌ها، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، فرآیندتحلیل سلسله مراتبی، سیستم‌های مبتنی بر استدلال، فرایند تحلیل شبکه، آنالیز خوشه‌ای، مدل‌های وزن‌دهی خطی، مدل‌های غیرقطعی (احتمالی یا فازی) و سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که در ادامه هر کدام به صورت جداگانه شرح داده می شوند:

۳-۲-۱) تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها[2](DEA)، یک روش برنامه‌ریزی ریاضی است که برای ارزیابی عملکرد یک گروه از واحدهای تصمیم‌گیری[3](DMUs) که عملیات مشابه انجام می‌دهند بکار برده شده است. مرحله اول در ارزیابی بوسیله DEA مشخص-کردن یک مجموعه از ورودی‌ها و خروجی‌های(عوامل) مناسب است. این عوامل ممکن است کیفی (مشروط بر آنکه بتوان به آنها یک مقداری تخصیص داده شود) و یا کمی باشند. اگر تحلیل شامل تعداد زیادی عوامل باشد، توانایی روش DEA برای تمایز بینDMUهای کارا و ناکارای نسبی کاهش می‌یابد. پس از مشخص کردن ورودی‌ها و خروجی‌ها، روش DEA می‌تواند برای مشخص کردن کارایی نسبی یک مجموعه از DMUها براساس ورودی‌ها و خروجی‌های مشخص شده، بکار برده شود.

[1] Lot size
[2] Data Envelopment Analysis (DEA)
[3] Decision Making Units

Archive of SID
www.SID.ir

موضوع DEA برای اولین بار در رساله دکترای رودز[1] با راهنمایی چارنز کوپر[2] مطرح گردید که درآن عملکرد مدارس دولتی آمریکا مورد ارزیابی قرارگرفت. این تحقیق درسال ۱۹۷۸طی مقاله‌ای در نشریه معتبر EJOR منتشرگردید.

در این روش برای ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان، تصمیم‌ها بر اساس معیار سود (خروجی)[3] و معیار هزینه (ورودی)[4] مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. عملکرد هر تصمیم (مانند انتخاب یک تامین‌کننده) با یک عدد که نسبت مجموع وزن خروجی‌ها (مانند عملکرد هر تامین‌کننده) به مجموع وزن ورودی‌ها (مانند هزینه انتخاب تامین‌کننده) است، تعریف می‌شود. برای هر تامین‌کننده این روش مطلوب‌ترین مجموعه وزنی را پیدا می‌کند. در این روش خریدار می‌تواند تامین‌کنندگان را به دو گروه کارا[5] و ناکارا[6] طبقه‌بندی کند. مدل اولیه این روش به صورت زیر می‌باشد.

(۱)

$$H_o = \max_{u,v} \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r . y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} v_i . x_{io}}$$

$$s.t. \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r . y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i . x_{ij}} \le 1; \; j = 1,2,...,n$$

$$u, v \ge \varepsilon$$

پارامترهای مدل عبارتند از:

y_{rj}: مقدار خروجی r_ ام از واحد j_ ام

x_{ij}: مقدار ورودی i_ ام از واحد j_ ام

u_r, v_i: به ترتیب وزن ورودی i_ ام و خروجی r_ ام

n: تعداد واحدهای مورد ارزیابی

s, m: به ترتیب تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها

ε: یک عدد مثبت کوچک

از حل مدل فوق کارایی نسبی واحد o_ ام به‌دست می‌آید. بعد از حل مدل فوق برای تمام واحدها می‌توان به رتبه‌بندی واحدها پرداخت. لازم به توضیح است که مدل فوق یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی است که به راحتی به مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل و حل می‌شود.

این روش به طور گسترده برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین بکار گرفته شده است که در اینجا به آنها اشاره می‌کنیم.

[1] Rhodes
[2] Charns Cooper
[3] Benefit Criteria (Output)
[4] Cost Criteria (Input)
[5] Efficient
[6] Inefficient

Archive of SID

www.SID.ir

- وبر و الرام (Weber & Ellram ,1992) ، وبر و دیزای (Weber & Desai, 1996) و وبر و همکاران (Weber et al., 1998) درخصوص کاربرد روش DEA برای انتخاب تامین‌کنندگان بحث کرده‌اند.
- لیو و همکاران (Liu et al., 2000) از DEA برای ارزیابی کارایی تامین‌کنندگان استفاده نمود. برای اینکار ۳ معیار ورودی و ۲ معیار خروجی در نظر گرفته شد. هدف این مدل انتخاب تامین‌کنندگانی بود که تنوع محصولات زیادی دارند تا تعداد تامین‌کنندگان کاهش یابد.
- تالوری و شارکیس(Talluri& Sarkis, 2002) با استفاده از DEA روشی را برای ارزیابی و پایش تامین کنندگان در طول همکاری با آنها ارائه داده‌اند. مدل آنها براین پایه استوار است که کارایی یک تامین کننده از یک دوره به دوره دیگر تغییر می‌کند.
- فرزین پور (Farzinpoor Saen,2007) از داده‌های غیردقیق در مدل DEA برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان استفاده نمود. در این مقاله داده‌های غیردقیق به شکل بازه‌ای (کراندار) و ترتیبی برای انتخاب تامین‌کنندگان مورد بررسی قرار گرفته است. مدل ارائه شده قادر به رتبه‌بندی واحدهای کارا نیست و فقط واحدها را به دو گروه کارا و غیرکارا تقسیم می‌کند. همچنین این مدل محدودیت‌های وزنی را که در حقیقت نظر فرد تصمیم‌گیرنده درباره معیارهاست شامل نمی‌شود.
- فرزین پور (Farzipoor Saen,2008) مقاله‌ای ارائه داد که در آن محدودیت وزنی را در مدل DEA برای انتخاب تامین‌کنندگان اعمال کرد. او در این مطالعه داده‌ها را بصورت بازه‌ای در نظر گرفت و کارایی هر تامین‌کننده را به صورت بازه‌ای محاسبه کرد. مدل ارائه شده دارای محاسبات پیچیده و فراوانی است که بکارگیری آن در دنیای واقعی بسیار مشکل و زمان‌بر است.
- فرزین پور (Farzipoor Saen,2010) مدلی برای انتخاب بهترین تامین‌کننده ارائه داد که در آن محدودیت‌های وزنی و معیارهایی که نقش دوگانه[1] دارند (هم نقش ورودی و هم نقش خروجی در مدل DEA دارند) را به طور همزمان در مدل DEA برای انتخاب تامین‌کنندگان اعمال کرد.
- طلوع و نالچیگار(Toloo and Nalchigar, 2011) مدلی ترکیبی با استفاده از DEA برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه نمودند که قادر بود با در نظر گرفتن داده‌های غیر دقیق کاراترین واحد را فقط با حل یک مدل برنامه-ریزی خطی عدد صحیح پیدا کند. آنها در ادامه این مقاله برای رتبه‌بندی واحدهای کارا، یک الگوریتم پیشنهاد نمودند. در مدل آنها محدودیت‌های وزنی در نظر گرفته نشده است.
- کومار و همکاران (Kumar et al., 2014) روشی با رویکرد دوستی با محیط (طبیعت) با استفاده از مدل DEA برای انتخاب تامین‌کنندگان ارائه دادند. در این مدل داده‌ها به‌صورت دقیق بوده و محدودیت‌های وزنی در مدل DEA اعمال شده است. در این مقاله انتشار کربن به عنوان معیاری که نقش دوگانه دارد در نظر گرفته شده است. این مدل تامین‌کنندگان را تشویق می‌کند تا میزان انتشار کربن را کاهش دهند.

[1] Dual-role factors

Archive of SID

www.SID.ir

- آزادی و همکاران (Azadi et al., 2014) از تحلیل پوششی داده‌های فازی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان پایا[1] با داده‌های غیرقطعی استفاده نمودند. کارایی مدل ارائه شده با انتخاب تامین کنندگان پایای شرکت تولیدی رزین[2] توضیح داده شد.
- طلوع و ارتای (Toloo and Ertay, 2014) یک مدل ترکیبی DEA، برای تعیین کاراترین تامین کننده از حیث هزینه در صنعت اتومبیل ارائه دادند. آنها در این مدل فرض کرده‌اند که هزینه غیر قطعی است. آنها همچنین فرض کرده‌اند که برای هر تامین‌کننده تنها کران پایین و بالای هزینه در دست است. از این مدل برای تعیین بهترین تامین-کننده از بین ۷۳ تامین‌کننده در صنعت اتومبیل ترکیه استفاده نمودند.

۳-۲-۲) مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی[3] به تصمیم‌گیرنده امکان می‌دهد که مساله تصمیم را بر حسب یک یا چند تابع هدف ریاضی که معمولا نیاز است تا حداکثر یا حداقل شود و تعدادی متغیر که هدف مساله یافتن مقادیر مناسب برای آن متغیرها است، بیان نماید.

ممکن است گفته شود که مدل‌های ریاضی از مدل‌های رتبه‌بندی دارای دقت بیشتری هستند، زیرا این مدل‌ها تصمیم-گیرنده را تحت فشار قرار می‌دهند که بطور دقیق تابع هدف را بصورت معادلات ریاضی بیان کند، اما لازم است گفته شود که اغلب مدل‌های ریاضی فقط معیارهای کمی بیشتری را در نظر می‌گیرند.

- کاوتوماچایی و ون هوپ (Kawtummachai& Van Hop, 2005) در مقاله خود یک زنجیره تامین شامل چند تامین‌کننده، یک خریدار (دارای انبار) و چند توزیع‌کننده جزء را در نظر گرفته‌اند. خریدار صرفا یک توزیع کننده عمده است. بنابراین خریدار محصولات را به تامین‌کنندگان مختلف سفارش می‌دهد و آن‌ها را در انبار ذخیره می‌کند. سپس با توجه به سفارش هر توزیع‌کننده جزء محصول مورد نیاز را برای آن توزیع‌کننده ارسال می‌کند. در مدل نهایی علاوه بر حداقل شدن هزینه کل خرید باید محدودیت حداقل سطح سرویس نیز تامین گردد. برای حل این مدل یک روش ابتکاری ارائه شده است.
- هانگ و همکاران (Hong et al., 2005) یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح آمیخته[4] برای انتخاب تامین‌کننده ارائه نمودند. هدف این مدل پیدا نمودن تعداد بهینه تامین‌کنندگان و اندازه سفارش به منظور ماکزیمم کردن درآمد است. در ضمن تغییرات قابلیت تامین‌کنندگان و نیازهای خریدار در دوره‌های مختلف قابل لحاظ در این مدل است.
- قدسی پور و اوبرین (Ghodsypour& O'Brien, 2001) ابتدا یک مدل تک‌هدفه مطرح کردند که هدف اصلی آن حداقل کردن هزینه‌ها بود. کیفیت محصول به عنوان یکی از محدودیت‌های مدل در نظر گرفته شده است. در مدل دوم کیفیت نیز به اهداف اضافه شده و یک تابع چند هدفه تعریف شده است. در هر دو مدل از برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح استفاده شده است. مدل‌های ارائه شده در این مقاله، تک محصولی همراه با در نظر گرفتن مدیریت موجودی می‌باشد.

[1] Sustainable suppliers
[2] Resin production company
[3] Mathematical programming models
[4] mixed-integer linear programming model

Archive of SID

www.SID.ir

- کارپاک و همکاران (Karpak et al., 1999) از برنامه‌ریزی آرمانی برای حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن کیفیت و قابلیت اطمینان حمل و نقل در مساله انتخاب تامین‌کننده استفاده نمودند.
- کارپاک و همکاران (Karpak et al., 2001) یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه نمودند. سه آرمان، هزینه، کیفیت و قابلیت تحویل در این مدل ارائه شد. در این مدل سفارش مقدار تولید با در نظر گرفتن تقاضای خریدار و ظرفیت تامین‌کنندگان بدست می‌آید.
- کومار و همکاران (Kumar et al., 2004) یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای حل مساله تک محصولی ارائه دادند. در این مدل صرفا توابع هدف که شامل حداقل شدن هزینه، تعداد محصول معیوب و تأخیر در دریافت محصول می‌باشد به صورت فازی و با تابع هدف عضویت مثلثی بیان شده‌اند.
- وبر و کارنت (Weber& Current, 1993) شاید برای اولین بار موضوع برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه را در مساله انتخاب تامین‌کننده مطرح نمودند. آن‌ها سه هدف حداقل کردن هزینه، حداقل کردن زمان حمل و حداقل کردن تعداد قطعات برگشتی را به عنوان اهداف مساله انتخاب تامین‌کننده مطرح نمودند. همچنین محدودیت‌هایی مانند ثابت بودن تعداد تامین‌کنندگانی که باید انتخاب شوند، محدود بودن ظرفیت تولید هر تامین‌کننده و محدود بودن میزان بودجه تخصیص یافته برای خرید از هر تامین‌کننده را به مساله اضافه کردند.
- ناراسیمهان و همکاران (Narasimhan et al., 2006) یک برنامه‌ریزی چندهدفه برای انتخاب بهینه تامین-کنندگان و تعیین بهینه مقدار سفارش ارائه دادند. در این مدل ۵ معیار برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت. در ضمن قبل از حل مدل لازم بود تا اهمیت (وزن) معیارها مشخص شود که برای تعیین آن روش AHP را پیشنهاد دادند.
- عمید و همکاران (Amid et al., 2006) یک مساله برنامه‌ریزی عدد صحیح فازی چند هدفه برای انتخاب تامین-کننده ارائه داده‌اند. سه هدف حداکثر کردن کیفیت، حداکثر کردن سطح خدمت و حداقل کردن هزینه خرید به صورت فازی و به عنوان تابع هدف مساله در نظر گرفته شده‌اند.
- وادهاوا و راویندران (Wadhwa and Ravindran, 2007) مسئله انتخاب تامین‌کننده را در قالب برنامه‌ریزی چند هدفه با در نظر گرفتن سه هدف مینیمم کردن قیمت، مدت زمان بین سفارش و دریافت کالا[1] و اقلام برگشتی[2] مدل سازی کردند. برای حل مدل راه‌کارهایی مانند برنامه‌ریزی آرمانی و وزن‌دهی توابع هدف پیشنهاد شده است.
- ویره و همکاران (Ware et al., 2014) یک برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح آمیخته[3] برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان برای دوره‌های مختلف زمانی ارائه دادند. آنها تاکید کردند که مشخصات تامین کنندگان از جمله کیفیت، زمان تحویل و ... در دوره‌های زمانی مختلف متفاوت است، لذا باید این مسئله را بصورت پویا[4] در نظر گرفت.

[1] Lead time
[2] Rejects
[3] A mixed-integer non-linear program
[4] Dynamic

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۲-۳) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرآیندتحلیل سلسله مراتبی[1] AHP، یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. زیرا این فن امکان فرموله کردن مساله را بصورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد، علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده، که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این روش در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. بعلاوه از یک مبنای نظری قوی برخوردار بوده و بر اساس اصول بدیهی (Axioms) بنا نهاده شده است. این روش که توسط ساعتی[2] در سال ۱۹۸۰ توسعه داده شد چگونگی تعیین اهمیت نسبی یک مجموعه فعالیت را در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره نشان می‌دهد.

- مازیلا و رانگون (Masella & Rangone , 2000) و لی و همکاران (Lee et al., 2001) از جمله کسانی هستند که از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای بررسی معیارهای کیفی و وزن‌دهی به آن‌ها در انتخاب تامین‌کننده استفاده کرده‌اند.
- آکارته و همکاران (Akarte et al., 2001) مدل AHP را تحت وب برای ارزیابی تامین‌کنندگان ریخته‌گری[3] با ۱۸ معیار طراحی نمودند. در این مدل تامین‌کنندگان مشخصات فنی خود را وارد سیستم طراحی شده می‌کنند و برای ارزیابی آنان خریدار اهمیت معیارها را با توجه به ویژگی‌های فنی تامین‌کنندگان مشخص می‌کند و در نهایت سیستم اقدام به انتخاب تامین کننده مطلوب می‌نماید.
- مورالیدهآران و همکاران (Muralidharan et al., 2001) کاربرد AHP در تصمیم‌گیری گروهی را بیان کردند که هدف از آن ارزیابی پیوسته تامین‌کنندگان است. بدین صورت که ابتدا از روش تصمیم‌گیری گروهی بر اساس AHP برای رتبه‌بندی تامین‌کنندگان استفاده می‌کنند. سپس برای اطمینان از صحت تصمیم‌گیری گروهی و هماهنگ بودن تصمیمات گروه با یکدیگر محدودیتی را با عنوان فاصله اطمینان برای حداکثر تفاوت آراء هر فرد با گروه تعریف می‌کنند. در مورد هر تامین کننده باید بررسی شود که آیا نظر همه افراد در محدوده فاصله اطمینان قرار دارد یا خیر. اگر نظری خارج از فاصله اطمینان قرار داشته باشد از طرف مدیریت باید بررسی بیشتری روی آن صورت گیرد.
- مورالیدهآران و همکاران (Muralidharan et al., 2002) یک روش ۵ مرحله‌ای با استفاده از AHP و با در نظر گرفتن ۹ معیار برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه نمودند. افراد در این روش از جایگاه‌های مختلف از جمله قسمت خرید و کنترل کیفیت در فرآیند ارزیابی و انتخاب دخیل هستند.
- چان و همکاران (Chan et al., 2007) از روش AHP و ۱۴ معیار برای انتخاب تامین‌کنندگان مناسب برای خرید قطعات، تعمیر و خدمت رسانی در خطوط هوایی استفاده کرده اند. بعد از تعریف میعارها با استفاده از نرم‌افزار Choice Expert وزن آن‌ها محاسبه شده است.

[1] Analytic hierarchy process (AHP)
[2] Saaty
[3] Casting

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۲-۴) سیستم‌های مبتنی بر استدلال

سیستم‌های مبتنی بر استدلال[1] زیر مجموعه سیستم‌های دانش بنیان[2] در هوش مصنوعی[3] هستند. سیستم‌های دانش بنیان برنامه‌های کامپیوتری هستند که رفتار یک فرد خبره را در حل مسائل واقعی شبیه‌سازی می‌کنند و بر اساس آن مسائل جدید را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند. سیستم‌های مبتنی بر استدلال یک نوع روش حل مساله است که بر گذشته تکیه دارد، مسائل مشابه و پاسخ‌های آن‌ها را پیدا می‌کند و با وضعیت فعلی مقایسه کرده و اختلافات را با وضعیت گذشته شرح می‌دهد. یک سیستم مبتنی بر استدلال متشکل از یک پایگاه داده است که تصمیم‌گیرنده را با استفاده از اطلاعات و تجربیات موقعیت-های مشابه پیشین یاری می‌کند. این نوع سیستم‌ها موضوع بسیار جدیدی هستند و تاکنون سیستم‌های بسیار اندکی بر مبنای این سیستم‌ها برای موضوع خرید توسعه داده شده‌اند.

- نج و اسکیت مور (Ng & Skitmore, 1995) یک سیستم پشتیبان تصمیم خبره برای تعیین صلاحیت پیمانکاران در انجام پروژه ارائه داده‌اند. در ابتدا بر اساس معیارهای مورد نیاز پروژه، پیمانکاران مورد ارزیابی قرار گرفته و در مرحله بعد ریسک‌های هر یک از پیمانکاران بررسی می شود. در نهایت پیمانکاران بر اساس برخی از معیارها مانند توانایی مدیریتی، منابع و قدرت رقابت‌پذیری رتبه‌بندی می‌شوند.
- والوری و کروزون (Valluri& Croson, 2005) فرض کردند که خریدار با دو گروه از تامین‌کنندگان در ارتباط است. یک گروه دارای محصولات با کیفیت بالا و گروه دیگر دارای محصولات با کیفیت پایین هستند، اما خریدار نمی-داند که هر تامین‌کننده در کدام گروه قرار دارد. با استفاده از مفهوم تئوری بازی‌ها مدلی ارائه شده است که در آن خریدار با دریافت هر محموله با کیفیت از یک تامین‌کننده در مرحله بعد سهم آن تامین‌کننده را از کل خرید خود افزایش می‌دهد. همچنین خریدار از تامین کنندگانی که محصول نامرغوب ارسال کنند، بعنوان جریمه تا چند دوره خریدی را انجام نمی-دهد.

۳-۲-۵) فرآیند تحلیل شبکه

فرایند تحلیل شبکه[4] شکل بسیار کلی از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در تحلیل تصمیم سازی چند معیاره است. فرایند سلسله مراتبی مسئله تصمیم سازی را به سلسله مراتبی با یک هدف، معیارهای تصمیم و گزینه ها ساختار بندی می کند در حالی که فرایند تحلیلی شبکه آن را بصورت یک شبکه در نظر می گیرد.

- تالوری و سارکیز (Talluri and Sarkis, 2002) عنوان کردند که معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده بر روی همدیگر اثر دارند لذا لازم است تا در فرآیند ارزیابی، وابستگی بین معیارها مورد توجه قرار گیرد. آنها با استفاده از ۷ معیار و با در نظر گرفتن وابستگی بین آنها به کمک ANP اقدام به انتخاب بهترین تامین‌کننده نمودند.
- بایازیت (Bayazit, 2006) با استفاده از ANP و با در نظر گرفتن ۱۰ معیار که در دو گروه توانایی و عملکرد تامین-کنندگان تقسیم‌بندی شده بود اقدام به ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان نمودند.

[1] Case-Based-reasoning Systems(CBS)
[2] Knowledge Based System
[3] Artificial Intelligence
[4] Analytic Network Process (ANP)

Archive of SID

www.SID.ir

- جنسر و گورپینار (Gencer & Gurpinar, 2007) از مدل ANP برای ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین تامین-کنندگان یک شرکت الکتریکی با در نظر گرفتن معیارهای مختلف استفاده کردند. معیارها در سه خوشه[1] دسته‌بندی شده و ارتباط آنها نیز مورد توجه قرار گرفته است.

۳-۲-۶) آنالیزخوشه‌ای

آنالیز خوشه‌ای[2] یک روش آماری است. در این روش به کمک یک الگوریتم با نمره دهی به ویژگی‌های از قبل تعیین شده، مجموعه‌ای از آیتم‌ها به تعدادی خوشه طبقه‌بندی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت مابین آیتم‌های داخل یک خوشه باید حداقل باشد و تفاوت مابین آیتم‌های دو خوشه متفاوت باید به حداکثر خود برسد. اولت (Holt, 1998) و هنکل و همکاران (Hinkle et al.,1969)در خصوص کاربرد این روش در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان مطالعه نموده‌اند.

۳-۲-۷) مدل‌های وزن‌دهی خطی

در این روش وزن‌ها به معیارها داده می‌شوند، به طوری که وزن بیشتر نشان‌دهنده اهمیت بیشتر آن معیار است. برای هر تامین‌کننده نمره حاصل از هر معیار در وزن آن ضرب شده و با یکدیگر جمع می‌شوند و در نهایت تامین‌کننده‌ای که دارای بالاترین نمره است انتخاب می‌شود. روش فوق به صورت کامل درکتاب‌های مربوط به خرید مانند کتاب زنس (Zenz, 1981) و کتاب تیمرمن(Timmerman,1986) عنوان شده است. طی چند سال اخیر مدل‌های مختلفی از روش وزن‌دهی خطی برای انتخاب تامین‌کننده پیشنهاد شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

- مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی

در مدل‌های جبرانی[3] بدست آوردن نمره بالا در یک معیار می‌تواند نمره پایین معیار دیگر را جبران کند. در صورتی که در مدل‌های غیرجبرانی برای هر معیار یک نمره حداقل تعریف می‌شود و هر یک از تامین‌کنندگان برای انتخاب شدن باید این نمره حداقل را احراز نمایند.

- گرندو و سیانسی (Grando & Sianesi, 1996) یک مدل رتبه‌بندی چند محصولی غیرجبرانی ارائه دادند که در آن نمره‌های حاصل از معیارهای مختلف با یکدیگر جمع نمی‌شوند، بلکه برای هر تامین‌کننده ۲ یا ۳ نمره ارائه می‌شود و این خریدار است که باید با توجه به اطلاعات تصمیم بگیرد.
- دیبور و همکاران (De Boer et al., 1998) یک مدل شبه جبرانی ارائه دادند که در آن خریدار می‌تواند محدودیت-هایی را برای جبران کردن برخی از نمرات نامطلوب هر تامین‌کننده در یک یا چند معیار به مورد اجرا بگذارد. برای مثال در جبران کاهش کیفیت، تامین‌کننده نتواند قیمت خرید را از حد معینی بالاتر ببرد.

[1] Cluster
[2] Cluster Analysis(CA)
[3] Compensatory

Archive of SID
www.SID.ir

۳-۲-۸) مدل‌های غیرقطعی (احتمالی یا فازی)

با توجه به اینکه در مساله انتخاب تامین‌کننده آگاهی از همه اطلاعات تامین‌کنندگان برای خریدار بسیار دشوار است، لذا برخی از محققین استفاده از روش‌های احتمالی یا فازی را برای پیش‌بینی وضعیت تامین کنندگان پیشنهاد کرده‌اند.

- رونن و تریتش(Ronen& Trietsch, 1988) مدلی برای انتخاب تامین‌کننده و نیز تعیین سیاست سفارش‌دهی با توجه به زمان نامعین دریافت محصول ارائه داده‌اند. در این مدل توزیع زمان تا دریافت محصول یک توزیع نمایی می‌باشد که در عمل می‌توان آن را از داده‌های تاریخی بدست آورد.
- بویلاکیو و همکاران(Bevilacqua et al., 2002) در مقاله خود فرض کردند که N تصمیم‌گیرنده K معیار را برای انتخاب M تامین‌کننده تعریف می‌کنند. اهمیت نسبی هر یک از معیارها در انتخاب تامین‌کننده و وضعیت هر تامین‌کننده در اتباط با هر معیار با استفاده از اعداد فازی مشخص می‌شود. رتبه نهایی هر تامین‌کننده به صورت عدد فازی بر اساس "شاخص برازندگی فازی"[1] تعیین می‌شود. با استفاده از روش‌های رتبه‌بندی اعداد فازی، رتبه نهایی هر تامین‌کننده به صورت قطعی تعیین می‌شود.
- در طرح ارائه شده توسط پولانسکی (Polansky, 2003) خریدار قصد دارد تا محصولی را بر اساس یک مشخصه کیفی خاص که دارای حد بالا و پایین می‌باشد از بین چند تامین‌کننده خرید نماید. هزینه‌ها برای همه تامین‌کنندگان یکسان است، لذا تامین‌کننده‌ای انتخاب خواهد شد که قابلیت بالاتری را در فرآیند تولید خود داشته باشد. خریدار با نمونه-برداری از محصولات هر تامین‌کننده قابلیت فرآیند[2] آن را تعیین می‌کند.

۳-۲-۹) مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی

سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی[3] این قابلیت را دارند که به مرور زمان توسط یک متخصص و یا با استفاده از داده‌های تاریخی حالت یادگیری[4] داشته باشند. یکی از نقاط قوت روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی مانند شبکه‌های عصبی، عدم نیاز این روش‌ها به فرموله کردن فرآیند تصمیم‌گیری است. شبکه‌های عصبی می‌توانند بهتر از روش‌های سنتی با پیچیدگی و عدم قطعیت تطبیق پیدا کنند، چراکه سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به این منظور طراحی شده‌اند که بتوانند رفتاری همانند انسان در تصمیم‌گیری‌ها داشته باشند.

- آلبینو و گاراولی (Albino& Garavelli, 1998) یک سیستم پشتیبان تصمیم براساس شبکه‌های عصبی مطرح کرد. این سیستم برای رتبه‌بندی پیمانکاران در شرکت‌های ساختمانی طراحی شده است.
- چویی و چانگ (Choi& Chang 2006) مدل دو مرحله‌ای را برای انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش به هر یک از آنها با در نظر گرفتن تخفیف در فضای خرید الکترونیکی ارائه دادند. در مرحله اول یک مدل ریاضی کلی ارائه دادند. در مرحله دوم با توجه به شرایط مورد نیاز مدیریت خرید برخی محدودیت‌ها مانند کیفیت مورد نیاز و سرعت در حمل به مساله اضافه می‌شود.

[1] Fuzzy Suitability Index
[2] Process Capability
[3] Artificial Intelligence
[4] Trained

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۳) رویکردهای ترکیبی

همانطور که قبلا بیان شد در رویکردهای ترکیبی حداقل دو مدل برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده باهم ترکیب می‌شوند. در این قسمت به بررسی مهم ترین این مدل‌ها خواهیم پرداخت.

۳-۳-۱) ترکیب AHP و DEA

- ها و کریشنان(Ha & Krishnan, 2008) از یک مدل ترکیبی AHP و DEA برای انتخاب تامین کننده استفاده نمودند. برای اینکار ۱۲ معیار مورد استفاده قرار گرفت که در مرحله اول با استفاده از AHP عملکرد تامین‌کنندگان با استفاده از ۵ معیار کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس ۷ معیار کمی باقی‌مانده به همراه خروجی مدل AHP برای اندازه‌گیری کارایی تامین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت.
- ونی و همکاران (Veni et al., 2012) در مقاله خود برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ابتدا از DEA برای بدست آوردن وزن‌های محلی[1] گزینه‌ها[2] از ماتریس مقایسات زوجی استفاده نمودند. سپس این وزن‌ها را با AHP ترکیب کرده و اقدام به رتبه‌بندی تامین‌کنندگان نمودند.

۳-۳-۲) ترکیب AHP و GP

- سبی و بایراکتار(Çebi and Bayraktar, 2003) از ترکیب AHP و برنامه ریزی هدف۳ (GP) و با بکار بردن ۱۴ معیار اقدام به ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان نمودند. وزن‌های حاصل از مدل AHP به عنوان ورودی مدل GP مورد استفاده قرار گرفتند.
- پرچینی (Perçini, 2006) از ترکیب AHP و GP برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده استفاده نمود. در این ترکیب ابتدا با استفاده از AHP و با در نظر گرفتن ۲۰ معیار وزن معیارها استخراج می‌شود. سپس این وزن‌ها برای ۵ هدف عنوان شده در مدل GP مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف این مدل تعیین بهینه مقدار سفارش از بهترین تامین‌کننده با در نظر گرفتن ظرفیت تامین‌کنندگان است.
- کول و تالوری (Kull and Talluri, 2008) با استفاده از رویکرد AHP–GP و با در نظر گرفتن فاکتور ریسک و چرخه عمر تولید اقدام به ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده نمودند. در این رویکرد از AHP برای ارزیابی تامین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای ریسک استفاده نموده و امتیاز ریسک آنها را محاسبه نمودند. سپس مدل GP برای ارزیابی تامین-کنندگان با در نظر گرفتن اهداف ریسک و سایر محدودیت‌ها مورد استفاده قرار گرفت.
- مندوزا و همکاران (Mendoza et al., 2008) با استفاده از رویکردAHP–GP اقدام به حذف و کاهش تعداد تامین‌کنندگان بالقوه نمودند تا بتوان به مدیریت آنها پرداخت. سپس با رتبه‌بندی تامین‌کنندگان باقی‌مانده اقدام به تعیین مقدار بهینه سفارش نمودند.

[1] Local weights
[2] Alternatives
[3] Goal Programming

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۳-۳) ترکیب AHP و برنامه‌ریزی ریاضی

- قدسی پور و اوبرین(Ghodsypour& Obrien, 1998) روش AHP و برنامه‌ریزی ریاضی را به منظور وارد کردن معیارهای کیفی در مدل و بهینه کردن تخصیص سفارش‌ها بین تامین‌کنندگان باهم ترکیب کردند.
- مندوزا و ونتورا (Mendoza & Ventura, 2008) یک روش دو مرحله‌ای برای انتخاب و تخصیص سفارش ارائه کردند. در مرحله اول از AHP برای رتبه‌بندی و کاهش تعداد تامین‌کنندگان استفاده نمودند. در مرحله دوم یک برنامه-ریزی غیرخطی عدد صحیح برای تعیین مقدار بهینه سفارش ارائه دادند.
- شی و وو (Xia & Wu, 2007) از ترکیبAHP و برنامه‌ریزی عدد صحیح آمیخته چندهدفه[1] برای انتخاب تامین-کننده استفاده نمودند. در مرحله اول با استفاده ازAHP امتیاز عملکرد تامین‌کنندگان بالقوه محاسبه می‌شود. در مرحله دوم این امتیازها به عنوان ضریب یکی از چهار تابع هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف مدل تعیین تعداد بهینه تعداد تامین‌کنندگان، انتخاب بهترین تامین‌کنندگان و تعیین مقدار بهینه سفارش می‌باشد.
- آریکن (Arikan, 2013) با ترکیب برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه و نظریه فازی مدلی برای ارزیابی و انتخاب تامین-کنندگان ارائه داد. او در این مدل سه تابع هدف حداقل نمودن هزینه، حداکثر نمودن کیفیت و حداکثر نمودن تحویل به موقع[2] را در نظر گرفت.
- شیرکوهی و همکاران(Shirkouhi et al., 2013) با ترکیب برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه و نظریه فازی به حل مسئله انتخاب تامین‌کننده با در نظر گرفتن چند سطح قیمت[3] و چند محصول[4] پرداختند. مدل آنها تلاش می‌کند تا به طور همزمان هزینه سفارش و خرید، تعداد قطعات معیوب و تعداد قطعاتی را که از طرف تامین‌کنندگان با تاخیر می‌رسند مینیمم کند.

۳-۳-۴) ترکیب AHP و نظریه فازی

- کاهرامن و همکاران (Kahraman et al., 2003) از رویکرد AHP فازی برای انتخاب بهترین تامین‌کننده در کارخانه تهیه مواد سفیدکننده در ترکیه استفاده نمودند. در این مدل تصمیم‌گیرندگان با استفاده از متغیرهای کلامی[5] می-توانند اهمیت معیارهای ارزیابی را تعیین نمایند.
- بوتانی و رزی (Bottani & Rizzi, 2008) از یک رویکرد ترکیبی برای انتخاب تامین‌کننده استفاده نمودند. در این رویکرد از ترکیب تحلیل خوشه‌ایی[6] و AHP برای گروه‌بندی و رتبه‌بندی تامین کنندگان و در نهایت کاهش و انتخاب خوشه‌های مناسب استفاده شده است. نظریه فازی نیز با توجه به کیفی بودن فرآیند انتخاب استفاده شده است.
- کیلینسی و اونال (Kilincci & Onal, 2011) از رویکرد AHP فازی برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان کارخانه تولید لباس‌شویی در ترکیه استفاده نمودند. برای اینکار ۳ معیار اصلی و ۱۴ زیر معیار در نظر گرفته شده است.

[1] multi-objective mixed integer programming
[2] maximization of on-time delivery
[3] multi-price level
[4] multi-product
[5] linguistic variable
[6] cluster analysis

Archive of SID

www.SID.ir

- زایودونگ و چن (Xiaodong and Chen 2012) از AHP فازی و TOPSIS فازی[1] برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان استفاده نمودند. در مرحله اول از AHP فازی برای بدست آوردن وزن معیارهای کیفی و کمی استفاده کردند. در مرحله دوم با استفاده از نتایج بخش اول از TOPSIS فازی برای رتبه‌بندی تامین‌کنندگان استفاده نمودند. آنها کاربرد مدل خود را با در نظر گرفتن ۳۰ تامین‌کننده و ۶ معیار نشان دادند.

۳-۳-۵) ترکیب نظریه فازی و برنامه‌ریزی چندهدفه

- عمید و همکاران (Amid et al., 2006) یک مساله برنامه‌ریزی عدد صحیح فازی چند هدفه برای انتخاب تامین‌کننده ارائه دادند. سه هدف حداکثر کردن کیفیت، حداکثر کردن سطح خدمت و حداقل کردن هزینه خرید به صورت فازی و به عنوان تابع هدف مساله در نظر گرفته شده است.
- لین (Lin, 2012) از ترکیب نظریه فازی،ANP و برنامه‌ریزی چندهدفه برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین استفاده نمود. برای این کار ابتدا از ANP فازی[2] با در نظر گرفتن اثراتی که معیارها بر هم دارند برای تعیین تامین‌کنندگان برتر استفاده نمود. در مرحله دوم با ترکیب ANP فازی با برنامه‌ریزی فازی چندهدفه اقدام به تعیین بهترین تامین‌کننده نمود.
- آریکن (Arikan, 2013) یک مسئله برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده ارائه داد. سه تابع هدف شامل مینیمم کردن هزینه، حداکثر کردن کیفیت و حداکثر کردن تحویل به‌موقع[3] در نظر گرفته شد.

۳-۴) نتیجه‌گیری

۳-۴-۱) مشاهدات

- در ۷۸ مقاله که در ژورنال‌های معتبر بین المللی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ در رابطه با ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان در زنجیره تامین به چاپ رسیده است روش DEA بیشترین کاربرد را در این خصوص به خود اختصاص داده است. این روش در رویکردهای انفرادی در ۱۴ مقاله و در رویکردهای ترکیبی ۷ بار مورد استفاده قرار گرفته است. در مجموع در ۲۷٪ این مقالات از فن DEA استفاده شده است. بعد از روش DEA روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی و AHP به ترتیب بیشترین کاربرد را در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان به خود اختصاص داده‌اند. از بین ۷۸ مقاله بررسی شده در حدود ۵۹٪ مقالات از رویکردهای انفرادی و ۴۱٪ مقالات از رویکردهای ترکیبی استفاده نموده‌اند. در ضمن در رویکردهای ترکیبی روش AHP-GP بیشترین کاربرد را به خود اختصاص داده است (Ho et al., 2010).
- در اکثر رویکردهای تکی، هدف اصلی، ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان بوده و تعیین مقدار بهینه تخصیص سفارش مد نظر نبوده است. لذا در این رویکردها هدف تعیین بهترین تامین‌کننده است که به تنهایی نیاز خریدار را تامین می‌کند.
- در اکثر رویکردهای ترکیبی علاوه بر ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان، تخصیص مقدار بهینه سفارش نیز مدنظر بوده است. لذا این رویکردها معمولا زمانی استفاده می‌شود که یک تامین کننده به تنهایی قادر به تامین نیازهای خریدار نیست و یا خود خریدار جهت بالا بردن قابلیت اطمینان تامین نیازهای خود، حداقل از ۲ تامین‌کننده استفاده می‌نماید.

[1] Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS)
[2] Fuzzy analytic network process (FANP)
[3] on-time delivery

Archive of SID

www.SID.ir

- مدل تحلیل پوششی داده‌ها(DEA) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و ترکیبات این دو مدل بیشتر از سایر روش‌ها برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین بکار گرفته شده است. دلیل کاربرد این روش‌ها سادگی، استفاده آسان و انعطاف‌پذیری بیشتر این روش‌ها عنوان شده است.
- بیشتر مقالات ارائه شده در خصوص انتخاب تامین کننده، به فاز آخر مسئله یعنی انتخاب نهایی تامین کننده پرداخته اند. مقالات کمتری هستند که به بخش تدوین معیارها، روابط بین معیارها، پیش ارزیابی تامین کنندگان توجه کرده‌اند (Wu & Barnes, 2011)، این در حالی است که بنا به تحقیقات لو و همکاران (Luo et al., 2009)، آسیویی و همکاران(Aissaoui et al, 2007) و دی بور و همکاران (De Boer et al., 2001) کیفیت انتخاب تامین کننده در فاز نهایی به مراحل قبل از آن وابسته است

۳-۴-۲) کاستی‌ها و محدودیت‌ها

- روش وزن‌دهی خطی یکی از روش‌های ساده است که در ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان بکار می‌رود. مشکل عمده این مدل وابستگی این روش به قضاوت‌های انسانی است. همچنین این روش یک روش جبرانی[1] است به این معنی که ضعف در بعضی از معیارها می‌تواند توسط سایر معیارها جبران شود.
- روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی، بیشتر معیارهای کمی را در نظر می گیرند و معیارهای کیفی را در نظر نمی‌گیرد.
- در روشAHP وقتی تعداد معیارها و یا تعداد تامین‌کنندگان زیاد باشد زمان زیادی برای مقایسات زوجی صرف خواهد شد. در ضمن اگر بعد از اجرای مدل، نرخ ناسازگاری بیشتر از مقدار معمول شود در این صورت فرد تصمیم‌گیرنده مجبور خواهد شد تا در مقایسات زوجی تجدید نظر نماید. همچنین این روش قابلیت در نظر گرفتن اثرات متقابل بین معیارها را ندارد.
- روش‌های فازی قابلیت در نظر گرفتن همزمان متغیرهای‌های دقیق و غیردقیق را ندارند. همچنین نظریه مجموعه‌های فازی پیچیده بوده و درک و فهم آن می تواند برای کاربر مشکل باشد (Wu and Barnes, 2011).
- در روش DEA تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های در بعضی از اوقات مشکل و گیج‌کننده می‌باشد. به عنوان مثال ناراسیمهان و همکاران(Narasimhan et al., 2001) و تالوری و ناراسیمهان (Talluri&Narasimhan, 2004) و سیدل(Seydel, 2006)در مقالات خود قیمت/هزینه را به عنوان معیار خروجی در نظر گرفته‌اند، این در حالی است که در بعضی از مقالات (Wu et al. 2007 و Saen 2006) معیار فوق به عنوان معیار ورودی در نظر گرفته شده است.
- یکی دیگر از مشکلات در روش DEA تبدیل معیارهای کیفی به معیارهای کمی می‌باشد. بعضی از محققان امتیاز ۱ تا ۵ و بعضی دیگر امتیاز ۱ تا ۷ را برای اولویت‌بندی معیارهای کیفی پیشنهاد داده‌اند. با توجه به قضاوت عددی ممکن است ناسازگاری‌هایی در این مورد بوجود آید.
- در روش DEA با توجه به اینکه وزن شاخص‌ها توسط مدل مشخص می‌شود، لذا نظرات کارشناسان و خبرگان در نظر گرفته نمی‌شود و در مقالات توجه کافی به این مسئله صورت نگرفته است.

[1] Compensatory

Archive of SID

www.SID.ir

- در اکثر مدل‌ها و روش‌های DEA برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده، داده‌ها بصورت قطعی (دقیق) بکار گرفته شده است. مقالات بسیار کمی وجود دارند که داده‌ها را به صورت غیردقیق[1] در این روش بکار گرفته‌اند. این در حالی است که در دنیای واقعی بسیاری از اطلاعات نادقیق هستند.
- در مدل‌ها و روش‌های ارائه شده برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین توجه کافی به رابطه بین تعداد معیارها و تعداد تامین‌کنندگان صورت نگرفته است. به عنوان مثال نتایج حاصل از روش DEA در صورتی قابل استناد هستند که تعداد واحدهای مورد ارزیابی از سه برابر تعداد کل معیارها بیشتر باشد. در صورتی که این رابطه برقرار نباشد روش DEA تعداد زیادی از تامین کنندگان را کارا معرفی خواهد نمود.
- در اکثر مدل‌ها و روش‌های ارائه شده تعداد محدودی معیار برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در نظر گرفته شده است. این در حالی است که در صنایع فرافن تعداد بسیار زیادی معیار برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در نظر گرفته می‌شود، لذا در این صنایع اکثر این روش‌ها و مدل‌ها ممکن است ناکارامد باشند.

Archive of SID

[1] Imprecise

www.SID.ir

فصل چهارم: تبیین مدل و معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۱) مقدمه

صنایع پیشرفته یا صنایع فرافن رویکرد نوینی از صنایع هستند که از فناوری برتر و بالایی برخوردار بوده و دانش فنی، نوآوری و خلاقیت از ویژه‌گی‌های آن می‌باشد. مشخصه اصلی این صنایع، ایجاد ارزش افزوده بالا، اتکا به نیروی انسانی متخصص و تحصیل‌کرده و تحت تاثیر قراردادن سایر بخش‌های تولیدی و خدماتی از طریق افزایش بهره‌وری می‌باشد که این امر در کنار ارتقاء جایگاه رقابتی در حوزه‌های کلان مربوطه نمود پیدا می‌کند. علاوه بر دانش و بستر فنی تخصصی در کنار الزامات و پیش نیازهایی چون تجهیزات خط تولید و مواد اولیه مطلوب، این صنایع به زیر ساخت اطلاعاتی بسیار قوی وابسته می‌باشند.

ویژگی‌های اصلی این صنایع عموماً به شرح زیر می باشد (Mohrman and Glinow, 1990):

- حداقل در یکی از سه بستر (فرآیند، ماشین آلات و تجهیزات) دارای سطح بالای فناوری جهانی هستند.
- محصولات و خروجی های این صنایع، تجهیزات و خدمات با فناوری بالاست.
- حداکثر بهره‌گیری از روش‌های تولید خودکار را دارا می باشند.
- هزینه‌های تحقیق و توسعه در این صنایع در سطح بالایی قرار دارد.
- فناوری این صنایع نسبت به فناوری سایر صنایع، با نرخ سریعتری تغییر می‌کند.
- دارای پتانسیل (ظرفیت) و توان کاربرد فناوری جهت رشد سریع را دارا می‌باشند.

از صنایع با فناوری بالا می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- صنایع الکترونیک (طراحی و ساخت): شامل کامپیوتر و متعلقات آن به جز فرآیندهای مونتاژ، مدارهای مجتمع، تولید تجهیزات الکترونیکی و ارتباطی پیشرفته

۲- صنایع بیوفناوری: شامل انواع محصولات دارویی پیشرفته، مکمل های غذایی، بیوپلیمرها ، راکتورهای زیستی، تراشه-های بیو فناوری، تولید انواع کودهای بیولوژیک و آنزیم‌ها

۳- اپتیک و لیزر: شامل انواع لنز، تجهیزات کاربرد لیزر، فیبر نوری، کریستال‌ها و لایه های نازک اپتیکی.

۴- نانو فناوری: شامل کاربرد نانو فناوری در زمینه های مختلف از قبیل برق و رایانه، پزشکی، محیط زیست، انرژی و نظایر آن.

۵- صنایع هوا و فضا که شامل تجهیزات ناوبری هوایی، سیستم‌های آیرودینامیک و مکانیک پروازی ساخت هواپیماهای غیر نظامی و فناوری‌های ماهواره‌ای می‌باشد.

سازمان‌های فوق مانند سازمان صنایع هوایی برای تولید محصول‌های خود با تامین‌کنندگان و پیمانکاران بسیار زیادی سروکار دارند. به مجموعه این تامین‌کنندگان و پیمانکاران که در ارتباط و همکاری با یکدیگر محصولی را خلق و تولید می‌کنند شبکه نوآوری گفته می‌شود. شبکه‌ی نوآوری در یک تعریف کلی عبارت است از مجموعه‌ای از سازمان‌ها و موسسات مستقل و روابط فیمابین آنها که بنابر انگیزه‌ای مختلف و به اشکال حقوقی گوناگون و متنوع، در فرآیند تحقیق و توسعه با یکدیگر همکاری نموده و منابع و دانش خود را به اشتراک می‌گذارند. چنانچه سازمان‌ها به تحقیق و توسعه داخلی بسنده ننموده و از دانش خارجی نیز برای کسب دانش و فناوری جهت افزایش رقابت‌پذیری بهره ببرند در این صورت نوآوری از نوع باز خواهد

Archive of SID

www.SID.ir

بود. در حقیقت نوآوری باز الگویی مبتنی بر این فرض است که اگر شرکت‌ها به دنبال ارتقا فناوری خود هستند می‌توانند و می-بایست از ایده‌های خارجی همانند ایده‌های داخلی بهره ببرند.

با توجه به اینکه انتخاب تامین‌کنندگان و پیمانکاران نقش بسزایی در موفقیت این سازمان‌ها دارند، در این طرح تلاش می-شود ضمن تبیین معیارهای مناسب برای ارزیابی و انتخاب، مدلی ارائه شود تا مدیران این سازمان‌ها بتوانند به سهولت بهترین تامین‌کنندگان و پیکانکاران را برای همکاری انتخاب نمایند.

۴-۲) دسته‌بندی تامین‌کنندگان شبکه نوآوری

هدف از دسته‌بندی تامین‌کنندگان توانایی و قابلیت مقایسه آنها می‌باشد. اگر دو تامین‌کننده و یا پیمانکار از یک جنس نباشند و یا فعالیت‌های آنها مشترک نباشد مقایسه صحیح نخواهد بود. به عنوان مثال دانشگاه‌ها بیشتر در طراحی محصول‌ها مشارکت دارند در حالی که برخی شرکت‌ها فقط کار ساخت انجام می‌دهند، لذا مقایسه این دو با یکدیگر درست نخواهد بود. بنابراین باید تامین‌کنندگان و پیمانکاران با توجه به فعالیت های مشترک طوری دسته‌بندی شوند که قابل مقایسه باشند.

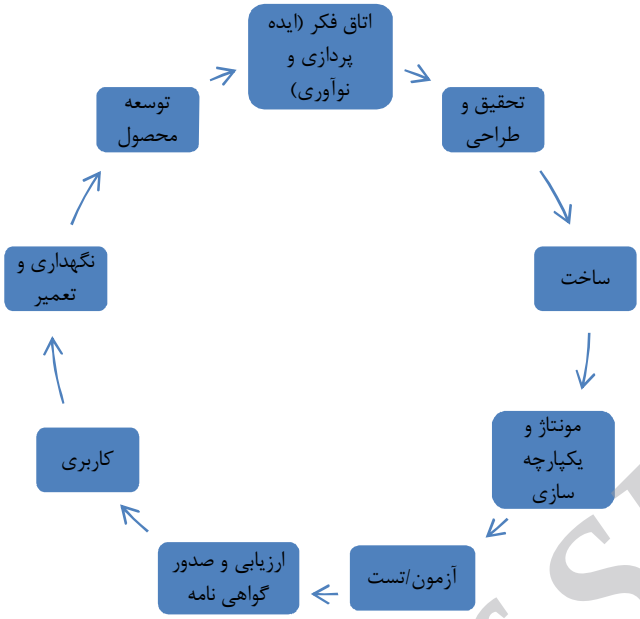
محصولات و تولیدات سازمان‌های با فناوری بالا معمولا نو و منحصر بفرد بوده و سطح تکنولوژی بالایی دارند. فرآیند خلق محصول در این سازمان‌ها به طور خلاصه به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شود

- تحقیق و توسعه و طراحی
- ساخت قطعات و مجموعه‌ها
- مونتاژ و یکپارچه‌سازی
- آزمون
- ارزیابی و گواهی‌نامه
- تعمیر و نگهداری
- توسعه محصول

لذا به طور خلاصه فرآیند خلق محصول را می‌توان بصورت شماتیک در قالب چرخه شکل ۴-۱ نشان داد:

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴-۱: فرآیند خلق محصول

با توجه به شکل ۴-۱ تامین‌کنندگان هر کدام از بخش ها معمولا متفاوت هستند. به عنوان مثال دانشگاه‌ها معمولا بیشتر در بخش طراحی (طراحی سازه، پیشرانه و ..) وارد می‌شوند. با توجه به فرایند خلق محصول می‌توان تامین‌کنندگان هر مرحله را باهم مقایسه نمود. البته ممکن است بخش‌هایی از فرآیند در داخل کشور قابل تامین (و یا طراحی) نباشد و از تامین‌کنندگان خارج از کشور استفاده شود. به مجموعه عناصر (تامین‌کنندگان) بخش‌های مختلف شکل ۴-۱ که در ارتباط و همکاری با یکدیگر محصولی را خلق می‌کنند شبکه نوآوری گفته می‌شود. شایان ذکر است که هر کدام از مراحل ساخت، خود دارای مراحل مختلفی هستند. به عنوان مثال طراحی معمولا شامل سه مرحله طراحی مفهومی[1]، طراحی اولیه[2] و طراحی جزئی (دقیق)[3] می‌باشد. اگر دسته‌بندی تامین‌کنندگان مطابق فازهای مختلف فرآیند خلق محصول باشد در این صورت تامین‌کنندگان هردسته قابل مقایسه خواهند بود. به عنوان مثال چنانچه تامین‌کنندگان بخش طراحی محصول را در نظر بگیریم که عمده این تامین‌کنندگان از دانشگاه‌های صنعتی کشور و مراکز تحقیقاتی مختلف هستند، در این صورت تامین‌کنندگان قابل مقایسه و ارزیابی هستند. در حال حاضر از دانشگاه‌هایی که با سازمان صنایع هوایی کار می‌کنند می‌توان به دانشگاه‌های صنعتی شریف، امیرکبیر، علم و صنعت، صنعتی اصفهان، خواجه نصیر و ... اشاره کرد. با توجه به اینکه این مراکز از حیث فعالیت مشابه مشابه هستند لذا مقایسه آنها صحیح می‌باشد. از معیارهای ارزیابی و انتخاب در این حوزه می‌توان به تجربه همکاری، تعداد اعضای هیات علمی درگیر در پروژه‌های هوایی، سطح تحصیلات و ... اشاره نمود.

با توجه به اینکه مطالعه موردی این طرح سازمان صنایع هوایی است، لذا جلسات مختلفی با مدیران و کارشناسان ارشد آن سازمان برگزار شد تا اجزای شبکه نوآوری این سازمان شناسایی و سازماندهی شود. با توجه به جلسات برگزار شده و بررسی-های انجام شده مشخص شد شبکه نوآوری این سازمان نیاز به طراحی و توسعه دارد. در حقیقت هنوز شبکه نوآوری این سازمان شکل نگرفته است و نیاز است ابتدا این شبکه تشکیل شود. مطابق اظهارات مدیران ارشد این سازمان، واحدهای نوآور

[1] Conceptual design
[2] Preliminary design
[3] Detail design

Archive of SID
www.SID.ir

این سازمان به اهداف مورد نظر دست پیدا نمی‌کنند که یکی از علت‌های اصلی این موضوع عدم یکپارچه بودن آنها می‌باشد. لذا با توجه به درخواست سازمان صنایع هوایی برای طراحی و توسعه شبکه نوآوری این سازمان پروپوزالی تحت عنوان "طراحی و پیاده‌سازی داشبورد مدیریت استراتژیک شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی" تهیه شده است(کلیات این پروپوزال در پیوست ۱ آمده است).

۴-۳) تبیین معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری

برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در ادبیات موضوع مقاله‌های بسیار زیادی ارائه شده است که در فصل سوم مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین معیارهای ارزیابی در سازمان‌های فرافن از جمله در بخش‌های مختلف سازمان صنایع هوایی (پنها و صها)، شرکت بوئینگ و شرکت بل هلیکوپتر نیز مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به بررسی‌های انجام شده معیارهای زیر به عنوان مهمترین معیارهای ارزیابی و انتخاب در شبکه نوآوری پیشنهاد می‌شوند:

۱- قیمت
۲- زمان تحویل
۳- تجربه تامین‌کننده
۴- ابتکارات و نوآوری
۵- پرسنل متخصص
۶- سابقه همکاری تامین‌کننده
۷- سطح فناوری
۸- کیفیت
۹- مدیریت ریسک
۱۰- موقعیت جغرافیایی
۱۱- تحقیق و توسعه (R&D)
۱۲- خدمات پس از فروش
۱۳- شهرت تامین‌کننده
۱۴- کالیبراسیون
۱۵- آموزش
۱۶- ظرفیت تولید
۱۷- سرمایه تامین‌کننده

Archive of SID

www.SID.ir

در جدول ۴-۱ توضیحات و خصوصیات معیارهای ارزیابی و انتخاب شبکه نوآوری آمده است که در آن داده‌های ترتیبی[1] به صورت زیر تعریف می‌شود.

داده ترتیبی: در داده‌های ترتیبی مقادیر داده‌ها نامشخص است و تنها یک رابطه ترتیب بین آنها برقرار است. به عنوان مثال اگر a وb وc به ترتیب شهرت تامین‌کننده‌های فرضی ۱ و۲ و۳ باشند و شهرت تامین‌کننده ۱ بیشتر از تامین‌کننده ۲ و شهرت تامین‌کننده۲ بیشتر از تامین‌کننده ۳ باشد در این صورت رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$a \geq b \geq c$$

جدول ۴-۱: معیارهای ارزیابی و انتخاب شبکه نوآوری

ردیف	عنوان معیار	توضیحات	کیفی/کمی	نوع داده
۱	قیمت	شامل تخفیفات، هزینه‌های حمل و غیره که توسط هر تامین کننده پیشنهاد می‌شود.	کمی	بازه‌ای
۲	زمان تحویل	توانایی هر تامین‌کننده برای آنکه بتواند به زمان-بندی تحویل دست یابد.	کمی	بازه‌ای
۳	تجربه تامین‌کننده		کیفی	ترتیبی
۴	ابتکارات و نوآوری		کیفی	ترتیبی
۵	پرسنل متخصص		کمی	دقیق
۶	سابقه همکاری تامین-کننده		کمی	دقیق
۷	سطح فناوری	شامل سطح فناوری دستگاه‌های موجود تامین‌کننده	کمی	دقیق
۸	کیفیت	سیستم انبارش مواد اولیه، کنترل کیفیت آماری، مواد اولیه، دانش فنی، بسته‌بندی و حمل استاندارد، نرخ خرابی	کیفی	ترتیبی و بازه‌ای
۹	ریسک تامین‌کننده	ریسک در تامین که ممکن است برای تامین-کنندگان پیش آید	کیفی	ترتیبی
۱۰	موقعیت جغرافیایی		کیفی	ترتیبی
۱۱	تحقیق و توسعه (R&D)		کیفی	ترتیبی
۱۲	خدمات پس از فروش	گارانتی، تعمیر، آموزش و ...	کیفی	ترتیبی
۱۳	شهرت تامین‌کننده		کیفی	ترتیبی
۱۴	کالیبراسیون	آیا ماشین آلات، وانهای آبکاری، دستگاه‌های جوشکاری و ... را قبل از اقدام به فرآیند کالیبره می‌شوند؟ و سوالات از این دست	کیفی	بازه‌ای
۱۵	آموزش	دوره‌های تخصصی برگزار شده و ...	کیفی	بازه‌ای
۱۶	ظرفیت تولید		کمی	بازه‌ای
۱۷	سرمایه تامین‌کننده		کمی	بازه‌ای

[1] Ordinal data

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین در معیارهایی که مقادیر آنها از نوع داده‌های ترتیبی است، تیم خرید برای این نوع داده‌ها یک رابطه بین تامین-کنندگان با توجه به اطلاعات و شناختی که از آنها دارند در نظر می‌گیرند. برای داده‌های بازه‌ای نیز کران پایین و بالا برای هر تامین‌کننده توسط تیم خرید تعیین می‌شود.

تیم خرید در ادامه با توجه به دسته تامین‌کننده (بخش طراحی محصول، بخش ساخت، بخش آزمون و ...) اقدام به انتخاب معیارها و وزن‌دهی به آنها می‌نمایند. به عنوام مثال در بخش طراحی، معیارهای ابتکار و نوآوری و تعداد پرسنل متخصص وزن بیشتری نسبت به سایر معیارها خواهند داشت. همچنین با توجه به نظرات تیم خرید می‌توان در صورت نیاز معیار جدیدی را در نظر گرفت و یا معیاری را حذف نمود. لازم به ذکر است که وزن معیارها به صورت نسبی تعیین خواهد شد و نیاز به تعیین دقیق وزن‌ها نیست. شایان ذکر است که وزن معیارها در سازمان‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد. به عبارتی دیگر در یک سازمان ممکن است قیمت کالا بر کیفیت آن اولویت داشته باشد، اما در سازمانی دیگر عکس این قضیه صادق باشد. این مسئله در بخش تبیین مدل بیشتر توضیح داده خواهد شد. به عنوان مثال فرض کنید v_1 و v_2 به ترتیب وزن معیارهای قیمت و شهرت تامین‌کننده باشند در این صورت وزن‌های مورد نیاز به صورت زیر خواهد بود:

$$2 \le \frac{v_1}{v_2} \le 3$$

این رابطه نشان می‌دهد که اهمیت قیمت نسبت به شهرت تامین‌کننده حداقل دو برابر و حداکثر سه برابر می‌باشد. نحوه تعیین این رابطه در قسمت بعدی توضیح داده خواهد شد.

همانطور که اشاره شد اهمیت معیارها در سازمان‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد. لذا در حالت کلی برای استخراج وزن معیارها پرسش نامه‌های به صورت زیر طراحی شد. این پرسش نامه به منظور استفاده از نظرات خبرگان سازمان صنایع هوایی برای بومی کردن معیارها طراحی شده است.

بسمه تعالی

خبره محترم؛

با سلام و احترام؛

چنانچه مستحضرید سازمان‌های فرافن[1] برای تامین دانش، مواد اولیه و قطعات مونتاژی خود با تامین‌کنندگان زیادی سروکار دارند. با توجه به پروژه محور بودن اکثر این سازمان‌ها، بیشتر تامین‌کنندگان این سازمان، دانشگاه‌ها، مراکز دانش بنیان، پارک‌های علم و فناوری، صنایع فرافن، مراکز توسعه تکنولوژی و حتی محققین و نخبگان می‌باشند. مجموعه این تامین-کنندگان، شبکه نوآوری سازمان‌های فرافن را تشکیل می‌دهند. لذا ارزیابی و انتخاب بهترین این مراکز در شبکه نوآوری این سازمان‌ها تاثیر چشمگیری در پیشبرد اهداف آنها خواهد داشت. در ادبیات، ارزیابی و انتخاب این تامین‌کنندگان، شامل معیارهای کیفی و کمی متعددی می‌باشد که در جدول زیر به آنها اشاره شده است.

خواهشمند است معیارهای دارای اهمیت را (با زدن علامت در ستون ۴ جدول) انتخاب نمایید. سپس، میزان اهمیت معیارهای انتخاب شده را، بر اساس اعداد ۱ تا ۵ (در ستون ۵ جدول) تعیین نمایید. شایان ذکر است که عدد ۵ بالاترین دارای بالاترین اهمیت (اولویت) و عدد یک نشان دهنده کمترین اهمیت می‌باشد.

[1] High-tech

Archive of SID

www.SID.ir

ردیف	عنوان معیار	توضیحات	ستون ۴ (اهمیت)	ستون۵ (میزان اهمیت)				
۱	قیمت	شامل تخفیفات، هزینه‌های حمل و غیره که توسط هر تامین کننده پیشنهاد می‌شود.		۱	۲	۳	۴	۵
۲	زمان تحویل	توانایی هر تامین‌کننده برای آنکه بتواند به زمان‌بندی تحویل دست یابد.		۱	۲	۳	۴	۵
۳	تجربه تامین‌کننده	-----		۱	۲	۳	۴	۵
۴	ابتکارات و نوآوری	-----		۱	۲	۳	۴	۵
۵	پرسنل متخصص	-----		۱	۲	۳	۴	۵
۶	سابقه همکاری تامین‌کننده	-----		۱	۲	۳	۴	۵
۷	سطح فناوری	شامل سطح فناوری دستگاه‌های موجود تامین‌کننده		۱	۲	۳	۴	۵
۸	کیفیت	سیستم انبارش مواد اولیه، کنترل کیفیت آماری، مواد اولیه، دانش فنی، بسته‌بندی و حمل استاندارد، نرخ خرابی		۱	۲	۳	۴	۵
۹	ریسک تامین‌کننده	ریسک در تامین که ممکن است برای تامین‌کنندگان پیش آید		۱	۲	۳	۴	۵
۱۰	موقعیت جغرافیایی			۱	۲	۳	۴	۵
۱۱	تحقیق و توسعه (R&D)			۱	۲	۳	۴	۵
۱۲	خدمات پس از فروش	گارانتی، تعمیر، آموزش و ...		۱	۲	۳	۴	۵
۱۳	شهرت تامین‌کننده			۱	۲	۳	۴	۵
۱۴	کالیبراسیون	آیا ماشین آلات، وانهای آبکاری، دستگاه‌های جوشکاری و ... قبل از اقدام به فرآیند کالیبره می‌شوند؟ و سوالات از این دست		۱	۲	۳	۴	۵
۱۵	آموزش	دوره‌های تخصصی برگزار شده و ...		۱	۲	۳	۴	۵
۱۶	ظرفیت			۱	۲	۳	۴	۵
۱۷	سرمایه تامین‌کننده			۱	۲	۳	۴	۵

Archive of SID

www.SID.ir

پرسش نامه فوق بین ۳۵ نفر از خبرگان برخی سازمان‌های فرافن از جمله سازمان صنایع هوایی در کشور توزیع شد. خبرگان از بین کارشناسان خرید مدیران بخش بازرگانی و مدیران پروژه‌ها انتخاب شدند و در نهایت ۲۳ خبره به تمام سوالات جواب دادند. نتایج آنها در جدول ۴-۲ خلاصه شده است.

جدول ۴-۲ : نتایج نظر سنجی از خبرگان سازمان‌های فرافن

خبرگان	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	5	3	4	5	4	3	5	5	3	2
2	5	4	4	4	4	2	5	5	2	1
3	4	3	3	4	4	2	4	5	3	2
4	5	3	4	5	3	4	3	5	2	2
5	3	3	4	4	3	4	3	5	2	1
6	4	2	4	4	3	4	4	5	2	2
7	4	3	4	4	3	3	4	5	3	2
8	3	2	4	4	4	3	4	5	3	1
9	5	4	3	4	4	3	4	4	3	1
10	5	3	3	3	3	3	4	5	3	2
11	5	3	4	4	4	3	3	5	3	2
12	3	2	4	5	4	3	4	5	3	2
13	4	3	3	4	4	3	4	5	3	1
14	5	3	3	4	3	3	4	5	4	3
15	5	4	3	4	3	3	4	4	4	2
16	5	3	3	4	4	4	4	5	4	2
17	5	3	4	4	3	3	3	5	4	2
18	3	3	4	4	3	4	5	5	3	2
19	4	3	4	3	4	4	4	5	2	2
20	4	3	4	4	4	3	5	5	4	2
21	4	3	4	5	4	4	4	5	4	2
22	5	4	4	3	4	3	4	5	3	2
23	5	3	3	4	4	2	4	5	3	1
میانگین	4.35	3.04	3.65	4.00	3.61	3.17	4.00	4.91	3.04	1.78
انحراف معیار	0.775	0.562	0.487	0.603	0.499	0.650	0.603	0.288	0.706	0.518

خبرگان	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17
1	4	4	3	4	3	3	4
2	3	4	2	3	3	3	3
3	3	4	2	4	2	3	2
4	3	4	3	4	3	3	4
5	3	3	3	3	2	3	4
6	3	4	3	3	2	3	3
7	3	3	3	4	2	3	4
8	3	4	3	4	2	3	4
9	3	4	3	4	3	3	3

Archive of SID

www.SID.ir

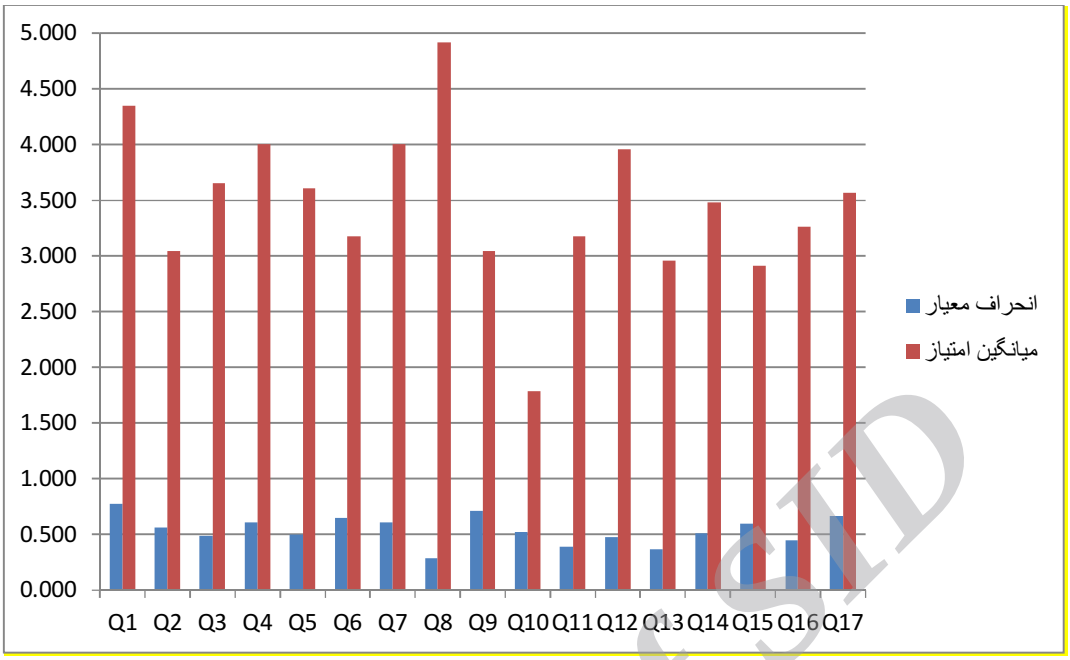
10	3	4	3	4	3	4	3
11	3	4	3	4	3	3	3
12	4	3	4	3	3	4	3
13	4	4	3	4	3	3	3
14	4	3	4	3	3	4	4
15	2	3	3	3	3	3	3
16	4	4	3	3	3	4	4
17	4	3	3	3	3	3	3
18	4	4	3	3	3	3	3
19	3	4	3	3	3	4	3
20	4	4	3	3	4	4	4
21	4	3	3	3	3	4	3
22	4	3	4	3	3	5	3
23	4	3	4	4	3	5	3
میانگین	3.57	3.26	2.91	3.48	2.96	3.96	3.17
انحراف معیار	0.662	0.449	0.596	0.511	0.367	0.475	0.388

که در آن Q_i نشان دهنده معیار iام می باشد. با توجه به امتیازات فوق و با در نظر گرفتن میانگین امتیاز معیارها و انحراف معیار آنها که در دو سط پایانی جداول بالا آورده شده‌اند مشخص است که معیار Q_8 (کیفیت کالا) دارای بالاترین امتیاز است (۴.۹۱ از ۵). به عبارتی دیگر از نظر خبرگان کیفیت کالا در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان بیشترین اهمیت را دارد. در ضمن کمترین انحراف معیار نیز مربوط به معیار کیفیت است که نشان دهنده اتفاق نظر خبرگان در اهمیت بالای کیفیت کالا در انتخاب تامین‌کنندگان می باشد. بعد از آن معیار قیمت با امتیاز ۴.۳۵ از ۵ در رده دوم از نظر خبرگان قرار دارد. کمترین امتیاز نیز مربوط به معیار Q_{10} (مکان جغرافیایی تامین‌کننده) می‌باشد (۱.۷۸ از ۵). بیشترین انحراف معیار مربوط به قیمت می‌باشد که نشان می‌دهد خبرگان نظرهای متفاوتی در باره آن دارند. به عبارتی دیگر همانطور که قبلا نیز بیان شد اهمیت معیارها در سازمان‌های مختلف ممکن است متفاوت باشد.

نمودار شکل ۴-۲ به طور خلاصه امتیاز معیارها به همراه انحراف معیارها را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴-۲: امتیاز معیارها به همراه انحراف معیارها

علاوه بر این با استفاده از آنالیز واریانس انجام شده با استفاده از نرم افزار MINITAB ، گروه‌بندی معیارها به صورت زیر می‌باشد.

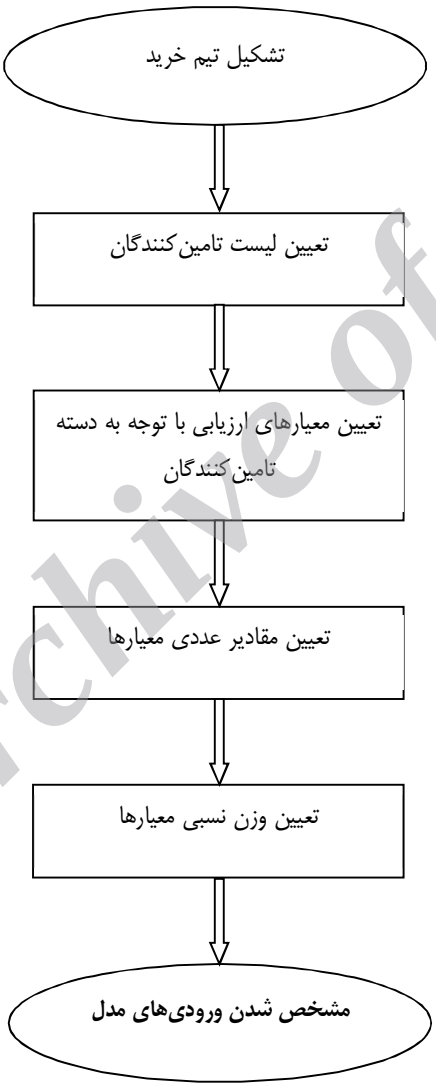
```
Grouping Information Using Fisher Method

Q     N    Mean  Grouping
q8   23  4.9130  A
q1   23  4.3478    B
q7   23  4.0000      C
q4   23  4.0000      C
q12  23  3.9565      C D
q3   23  3.6522        D E
q5   23  3.6087          E
q17  23  3.5652          E F
q14  23  3.4783          E F G
q16  23  3.2609            F G H
q6   23  3.1739              G H I
q11  23  3.1739              G H I
q9   23  3.0435                H I
q2   23  3.0435                H I
q13  23  2.9565                H I
q15  23  2.9130                  I
q10  23  1.7826                    J
```


Archive of SID

www.SID.ir

آنالیز فوق نشان می‌دهد معیارهای ابتکارات و نوآوری، سطح فناوری و خدمات پس از فروش یعنی Q_4، Q_7 و Q_{12} با امتیاز بالا در یک گروه قرار دارند. به عبارتی این معیارها تقریبا دارای اهمیت یکسانی در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان دارند. برای بقیه معیارها نیز با توجه به تحلیل بالا می‌توان گروه‌بندی ارائه نمود.

با توجه به اینکه در سازمان‌های مختلف ممکن است اهمیت معیارها متفاوت باشد لذا به طور کلی برای تعیین معیارهای ارزیابی و انتخاب رویه طراحی شده در شکل ۴-۳ پیشنهاد می‌شود.



شکل ۴-۳ : فرآیند تبیین معیارهای ارزیابی

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۴) تدوین مدل ارزیابی و انتخاب شبکه نوآوری

همانطور که در فصل سوم بیان شد مدل‌های بسیاری برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه شده است. هدف از ارائه این مدل‌ها کمک به مدیران و تصمیم‌گیران است تا بتوانند در عمل تامین‌کنندگان مناسب را برای همکاری انتخاب نمایند. از مهمترین این مدل‌ها می‌توان به تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، فرآیند تحلیل شبکه (ANP)، نظریه فازی، برنامه‌ریزی ریاضی، مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، مدل‌های ترکیبی مانند ترکیب DEA و AHP و غیره اشاره نمود. این مدل‌ها در فصل قبل به طور مفصل مورد بحث قرار گرفته‌اند.

یکی از روش‌هایی که بیشترین کاربرد را در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان داشته است تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد (Wu and Barnes, 2011 و Ho et al. 2010). از دلایل محبوبیت این مدل می توان به بررسی روابط پیچیده و اغلب نامعلوم بین چندین ورودی و خروجی اشاره نمود. همچنین این روش محدودیت تعداد معیارهای ارزیابی و تعداد واحدهای تصمیم‌گیری را مانند روش‌های دیگر ندارد. به عنوان مثال در روش AHP وقتی تعداد معیارها و یا گزینه‌های تصمیم‌گیری زیاد شود نرخ ناسازگاری این روش از حد معمول بیشتر خواهد شد.

شایان ذکر است که از تعمیم‌های مختلف این مدل در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان استفاده شده است که در ادامه به این موضوع اشاره خواهد شد. در شبکه نوآوری با توجه به حساسیت انتخاب تامین‌کننده معمولا معیارهای زیادی در نظر گرفته می‌شود که در نظر گرفتن ارتباط بین معیارها مشکل خواهد بود. از طرفی مقادیر عددی این معیارها به طور دقیق در دست نیست و این اطلاعات نادقیق هستند و مقادیر آنها ممکن است به صورت بازه‌ای و یا ترتیبی[1] باشد. همچنین باید نظرات خبرگان و تیم خرید درباره اهمیت معیارها در نظر گرفته شود. لذا در این طرح برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری به دنبال مدلی هستیم تا بتواند حداقل شرایط زیر را شامل شود.

- در نظر گرفتن همزمان داده‌های دقیق و نادقیق[2]
- در نظر گرفتن محدودیت‌های وزنی در جهت اعمال نظر تصمیم‌گیران و مدیران درباره اهمیت معیارها
- عدم نیاز به در نظر گرفتن رابطه بین معیارها
- عدم محدودیت در ارزیابی و انتخاب برای تعداد زیاد معیارها و تامین‌کنندگان.
- تعیین تامین‌کنندگان کارا و تعیین کاراترین تامین‌کننده.

در این طرح سعی بر این است که یک مدل ترکیبی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی و انتخاب تامین-کنندگان ارائه شود تا بتواند موارد فوق را در بر بگیرد. قبل از تبیین این مدل، نیاز به معرفی مدل تحلیل پوششی داده‌ها به همراه داده‌های نادقیق و محدودیت‌های وزنی در این مدل می‌باشد.

[1] Ordinal
[2] Imprecise data

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۵) تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، یک روش برنامه‌ریزی ریاضی است که برای تعیین کارایی نسبی یک گروه از واحدهای تصمیم‌گیری که عملیات مشابه انجام می‌دهند بکار برده می‌شود. این روش در سال ۱۹۷۸ توسط چارنز ، کوپر و رودز[۱] ارائه شد که به مدل CCR معروف شد. پس از آن بنکر و چارنز و کوپر[۲] در سال ۱۹۸۴ مدل BCC را ارائه دادند. این روش‌ها اساس روش‌های غیرپارامتری قرار گرفتند و تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها نامگذاری شدند. مدل‌های DEA به سرعت توسعه پیدا کردند و تاکنون مقالات بسیار زیادی در این زمینه به چاپ رسیده‌اند که هدف عمده آنها محاسبه کارایی نسبی[۳] واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMUs) با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه می‌باشد. لازم به ذکر است که مدل CCR حالت "بازده به مقیاس ثابت"[۴] و مدل BCC "بازده به مقیاس متغیر"[۵] می‌باشد.

مدل‌های DEA به سرعت توسعه پیدا کردند و تاکنون مقالات بسیار زیادی در این زمینه به چاپ رسیده‌اند که هدف عمده آنها محاسبه کارایی نسبی[۶] واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMUs) با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه می‌باشد. از مهمترین کاربردهای این مدل می‌توان به مسئله انتخاب تامین‌کننده در زنجیره تامین (Farzipoor saen, 2007)، ارزیابی عملکرد شعب بانک (Chen, Skully, & Brown, 2005)، تعیین کارایی موسسه‌های آموزشی (Johnes, 2006)، حل مسئله طراحی چیدمان کارخانه (Ertay, Ruan, & Tuzkaya, 2006) و تعیین کارایی پروژه‌ها برای سرمایه-گذاری(Shafer & Byrd, 2000) اشاره نمود.

در این روش برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان، تصمیم‌ها بر اساس معیار سود (خروجی)[۷] و معیار هزینه (ورودی)[۸] مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. عملکرد هر تصمیم (مانند انتخاب یک تأمین‌کننده) با یک عدد که نسبت مجموع وزن خروجی‌ها (مانند عملکرد هر تأمین‌کننده) به مجموع وزن ورودی‌ها (مانند هزینه انتخاب تأمین‌کننده) است، تعریف می‌شود. برای هر تأمین‌کننده این روش مطلوب‌ترین مجموعه وزنی را پیدا می‌کند. در این روش خریدار می‌تواند تأمین‌کنندگان را به دو گروه کارا[۹] و ناکارا[۱۰] طبقه‌بندی کند. مدل اولیه این روش به صورت زیر می‌باشد.

$$H_o = \max_{u,v} \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r . y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} v_i . x_{io}} \qquad (۱)$$

$$s.t. \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r . y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i . x_{ij}} \le 1; \; j = 1,2,..., n$$

$$u, v \ge \varepsilon$$

[1] Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)
[2] Banker, Charnes and Cooper (BCC)
[3] Ratio Efficiency
[4] Constant return to scale
[5] Variable return to scale
[6] Ratio Efficiency
[7] Benefit Criteria (Output)
[8] Cost Criteria (Input)
[9] Efficient
[10] Inefficient

Archive of SID

www.SID.ir

پارامترهای مدل عبارتند از:

y_{rj}: مقدار خروجی rام از واحد jام

x_{ij}: مقدار ورودی iام از واحد jام

u_r, v_i : به ترتیب وزن ورودی iام و خروجی rام

n: تعداد واحدهای مورد ارزیابی

s, m: به ترتیب تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها

ε: یک عدد مثبت کوچک

از حل مدل فوق H_o که بیانگر کارایی نسبی واحد oام است به‌دست می‌آید. بعد از حل مدل فوق برای تمام واحدها می‌توان به رتبه‌بندی واحدها پرداخت. لازم به توضیح است که مدل فوق یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی است که به‌راحتی به مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل و حل می‌شود.

۴-۵-۱) محدودیت‌های وزنی در DEA

در مدل اولیه روش DEA، وزن معیارها آزاد می‌باشد. آزاد بودن وزن‌ها در این مدل جزو نقاط قوت این مدل در تشخیص DMUهای ناکارا است. زیرا واحدی که بدون اعمال محدودیت‌های وزنی ناکارا باشد، با اعمال محدودیت‌های وزنی نیز ناکارا خواهد بود. اما آزاد بودن وزن‌ها ممکن است باعث صفر شدن وزن بعضی از معیارها و یا خیلی کوچک و یا خیلی بزرگ شدن آنها در جهت حداکثر نمودن امتیاز کارایی بعضی از DMUها شود (Khalili et al. 2010a). لذا این آزادی وزن ها ممکن است با نظر فرد تصمیم‌گیرنده درباره محدوده وزن معیارها در تناقض باشند.

مرور ادبیات روی استفاده از محدودیت‌های وزنی در DEA را می‌توان در مقاله الن و همکاران (Allen et al. ,1997)، مقاله تاناسولیس و همکاران (Thanassoulis et al., 2004) و مقاله ابراهیمی (ابراهیمی ا. ، ۱۳۸۹) جستجو کرد. چندین نوع از محدودیت‌های وزنی در روش DEA مطرح شده است که مهمترین آنها محدودیت‌های مستقیم روی وزن[1] معیارها می‌باشد (Khalili et al. 2010a). از روش‌های دیگر می‌توان به محدودکردن ورودی‌ها و خروجی‌های مجازی[2] و تنظیم‌کردن سطوح ورودی و خروجی مشاهده شده[3] اشاره کرد.

الن و همکاران (Allen et al. ,1997)، محدودیت‌های وزنی مستقیم را در سه دسته زیر تقسیم‌بندی نموده‌اند.

$$k_i v_i + k_{i+1} v_{i+1} \le v_{i+2} \qquad (۲)$$

ناحیه اطمینان نوع ۱[4] (ARI)

$$\alpha_i \le \frac{v_i}{v_{i+1}} \le \beta_i$$

ناحیه اطمینان نوع۲[5] (ARII)

$$\gamma_i v_i \ge u_r$$

[1] Direct restrictions on the weights
[2] Restricting the virtual inputs and outputs
[3] Adjusting the observed input – output levels
[4] Assurance region type 1
[5] Assurance region type 2

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیت‌های وزنی مطلق

$$\delta_i \le v_i \le \tau_i$$
$$\rho_r \le u_r \le \eta_r$$

$\kappa_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i, \tau_i, \rho_r, \eta_r$ اعداد حقیقی ثابت هستند. لازم به ذکر است که در روش ARI مشابه همین وزن‌ها برای خروجی‌ها نیز نوشته می‌شود. متداول‌ترین محدویت‌های وزنی، نواحی اطمینان نوع ۱ و ۲ می‌باشند.

در محدودیت‌های وزنی از نوع $k_i v_i + k_{i+1} v_{i+1} \le v_{i+2}$، رابطه بین وزن‌ها بین سه معیار ورودی و یا سه معیار خروجی در نظر گرفته می‌شود. در کاربردهای واقعی بیشتر از محدودیت‌های وزنی نوع $\alpha_i \le \frac{v_i}{v_{i+1}} \le \beta_i$ استفاده می‌شود. همانطور که مشخص است در روش ARI محدودیت‌های وزنی به طور مجزا روی وزن ورودی‌ها و یا خروجی‌ها در نظر گرفته می‌شود ولی در روش ARII محدودیت‌های وزنی تواما بین وزن‌های ورودی‌ها و خروجی‌ها اعمال می‌شود و باعث ارتباط بین معیارهای ورودی و خروجی می‌شود.

با بکارگیری محدودیت‌های وزنی مطلق و ARII مشکلاتی نظیر نشدنی بودن و تخمین کمتر کارایی بروز می‌کند. با استفاده از ARI مشکلات فوق ظاهر نمی‌شود. در این حالت همچنین حداقل یک واحد کارا خواهیم داشت، لذا این نوع از محدودیت‌های وزنی بیشترین استفاده را در کاربردهای عملی داشته دارند(Khalili et al. 2010a,b). برای مطالعه بیشتر در این خصوص به (Allen et al. , 1997) و (Thanassoulis et al. , 2004) مراجعه کنید. در مورد خواص و کاربردهای محدودیت‌های وزنی مقالات بسیاری ارائه شده است. ابراهیمی (ابراهیمی ، ا. ۱۳۸۹)، انواع محدویت‌های وزنی را به همراه کاربرد، محدودیت و خواص آنها مورد مطالعه قرار داده است. خلیلی و همکاران(Khalili et al. , 2010a) با بیان و بررسی مشکلات روش ARII یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی برای غلبه به این مشکلات ارائه نمودند.

تریسی و چن (Tracy and chen, 2005) یک روش پارامتری برای در نظر گرفتن همزمان تمامی محدودیت‌های وزنی مستقیم در مدل DEA ارائه نمودند و آن را تحلیل پوششی داده‌های پارامتری[1] نامیدند. آنها شکل کلی این محدودیت‌های وزنی را به صورت زیر در نظر گرفتند:

$$\Omega = \{(u,v): \alpha \le a^T u + b^T v \le \beta\} \qquad (۳)$$

با در نظر گرفتن حالت‌های مختلف برای مقادیر α, β, a, b می‌توان شکل‌های مختلف محدودیت‌های وزنی رابطه (۳) را بدست آورد ((Tracy and chen (2005) و (Khalili et al. (2010b) . روش آنها دو مرحله‌ای بوده و حجم محاسبات زیادی دارد. خلیلی و همکاران(Khalili et al. , 2010b) یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی را با بررسی و بیان مشکلات روش تریسی و چن (Tracy and chen, 2005) برای محاسبه صحیح کارایی با در نظر گرفتن همزمان همه محدودیت‌های وزنی رابطه (۳) ارائه نمودند. این مدل در مقایسه با روش ارائه شده توسط تریسی و چن حجم محاسبات بسیار کمتری دارد و مشکلات مربوط به محدودیت‌های وزنی مطلق و ARII را نیز رفع می‌کند.

[1] Parametric DEA

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۵-۲) داده‌های غیردقیق در DEA

در مدل اولیه DEA، داده‌های مربوط به خروجی‌ها و ورودی‌ها (معیارها) به صورت دقیق می‌باشند. در بسیاری از کاربردهای عملی از جمله مسئله ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین، داده‌ها به صورت ترکیبی (دقیق و نادقیق) می‌باشد. اصطلاح داده‌های غیردقیق حالاتی را نشان می‌دهد که در آن داده‌ها در داخل یک بازه یا کران‌های مشخص قرار دارند و یا نسبت به هم از اولویت خاصی برخوردارند (Zhu, 2003).

داده‌های غیردقیق در DEA، اولین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوپر و همکارانش(.Cooper et al) مطرح شد که شامل داده‌های بازه‌ای و ترتیبی ضعیف بود. مدل DEA با این داده‌ها DEA نادقیق و یا تحلیل پوششی داده های نادقیق IDEA[1] نامیده شد. آنها توانستند DMUها را با این داده‌ها ارزیابی کرده و نمره کارایی آنها را به صورت زیر بدست آورند. مدل DEA زیر را با داده‌های غیردقیق در نظر بگیرید:

$$
\begin{aligned}
\max \quad & \sum_{r=1}^{m} u_r y_{ro} \\
s.t. \quad & \sum_{i=1}^{n} v_i x_{io} = 1 \\
& \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 0, \quad j = 1,...,k \\
& u_r, v_i \ge 0 \\
& y_r = (y_{rj}) \in \theta_r^+ \quad \forall r \\
& x_i = (x_{ij}) \in \theta_i^- \quad \forall i
\end{aligned}
\qquad (۴)
$$

مدل (۴) غیرخطی و غیرمحدب است (Cooper et al. 1999) که در آن θ_r^+ و θ_i^- داده‌های غیردقیق به شکل زیر هستند.

داده‌های کراندار یا بازه‌ای[2]

(۵)

$$
\begin{aligned}
& \underline{x}_{ij} \le x_{ij} \le \overline{x}_{ij} \quad (i \in BI) \\
& \underline{y}_{rj} \le y_{rj} \le \overline{y}_{rj} \quad (i \in BO)
\end{aligned}
$$

که در آن $\underline{x}_{ij}$ و $\underline{y}_{rj}$ کران‌های پایین و $\overline{x}_{ij}$ و $\overline{y}_{rj}$ کران‌های بالا هستند و BI و BO به ترتیب دربردارنده داده‌های کراندار برای ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشند. مقادیر کران‌های بالا و پایین در داده‌های کراندار معلوم و نامنفی هستند و مقادیر اصلی ورودی‌ها و خروجی‌ها نامعلوم و در داخل این کران قرار دارند.

داده‌های ترتیبی ضعیف[1]

[1] Imprecise Data Envelopment Analysis (IDEA)
[2] Bounded Data

Archive of SID

www.SID.ir

$$x_{i1} \le x_{i2} \le ... \le x_{in} \quad (i \in DI)$$
$$y_{r1} \le y_{r2} \le ... \le y_{rn} \quad (i \in DO) \qquad (۶)$$

که در آن DI و DO به ترتیب دربرگیرنده‌ی داده‌های ترتیبی ضعیف برای ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند. در این نوع از داده‌های نادقیق، فقط اولویت خاصی بین ورودی‌ها یا خروجی‌ها برقرار است و مقدار واقعی داده‌ها معلوم نیست. آنها ابتدا داده-های بازه‌ای و ترتیبی را به صورت زیر نرمال سازی نمودند:

$$\hat{y}_{rj} = y_{rj} / \max_j \{y_{rj}\} \quad for\ each\ r$$
$$\hat{x}_{ij} = x_{ij} / \max_j \{x_{ij}\} \quad for\ each\ i \qquad (۷)$$

سپس با استفاده از تغییر متغیر زیر مدل (۴) را به صورت زیر به برنامه‌ریزی خطی تبدیل نمودند.

$$X_{ij} = v_i \hat{x}_{ij} \quad \forall i, j$$
$$Y_{rj} = u_r \hat{y}_{rj} \quad \forall r, j \qquad (۸)$$

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{r=1}^{m} Y_{ro} \qquad (۹) \\ s.t. \quad & \sum_{i=1}^{n} X_{io} = 1 \\ & \sum_{r=1}^{m} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij} \le 0, \quad j = 1,...,k \\ & X_{ij} \in \Omega_i^+ \\ & Y_{rj} \in \Omega_r^- \\ & X_{ij}, Y_{rj} \ge 0 \end{aligned}$$

که در آن Ω_i^+ و Ω_r^- به ترتیب تبدیل شده θ_r^+ و θ_i^- تحت تبدیلات فوق هستند. همچنین طبق تغییر متغیر فوق برای داده‌های غیردقیق و دقیق خواهیم داشت:

داده‌های بازه‌ای یا کراندار: $v_i \underline{x}_{ij} \le X_{ij} \le v_i \overline{x}_{ij}$ و $u_r \underline{y}_{rj} \le Y_{rj} \le u_r \overline{y}_{rj}$

داده‌های ترتیبی: $X_{ij} \le X_{ik}, \forall j \ne k$ و $Y_{rj} \le Y_{rk}, \forall j \ne k$ برای بعضی از مقادیر i و r

داده‌های دقیق: $X_{ij} = v_i \hat{x}_{ij}$ و $Y_{rj} = u_r \hat{y}_{rj}$، که در آن $\hat{x}_{ij}$ و $\hat{y}_{rj}$ داده‌های دقیق می‌باشند.

روش کوپر و همکاران سه مشکل عمده زیر را دارد:

[1] Weak ordinal data

Archive of SID

www.SID.ir

۱- حجم محاسبات زیاد

۲- نیاز به وجود داده‌ی ماکزیمم و دقیق در داده‌های بازه‌ای

۳- بدست آوردن کران بالای کارایی

کوپر (Cooper et al., 2001) با معرفی متغیرهای ساختگی[1]، مشکل دوم (وجود داده‌ی ماکزیمم و دقیق در داده‌های بازه ای) را مرتفع کردند ولی دو مشکل دیگر به قوت خود باقی ماند.

دسپوتیس و اسمیرلیس(Despotis & Smirlis) در سال ۲۰۰۲ داده‌های نادقیق بازه‌ای را با ارائه مدلی جدید بررسی کردند و کران بالا و پایین کارایی را برای DMUها با داده‌های بازه‌ای به دست آوردند. آنها از تغییر متغیر زیر برای داده‌های بازه‌ای استفاده نمودند.

$$\begin{aligned} x_{ij} &= \underline{x}_{ij} + s_{ij}(\overline{x}_{ij} - \underline{x}_{ij}) \quad \forall i,j;\ 0 \le s_{ij} \le 1 \\ y_{rj} &= \underline{y}_{rj} + t_{rj}(\overline{y}_{rj} - \underline{y}_{rj}) \quad \forall i,j;\ 0 \le t_{ij} \le 1 \\ q_{ij} &= v_i s_{ij} \qquad p_{rj} = u_r t_{rj} \end{aligned} \tag{۱۰}$$

در نهایت با جاگذاری این متغیرها در مدل اولیه DEA دو مدل برنامه‌ریزی خطی جدید برای هر DMU ارائه نمودند که کران پایین و بالای کارایی را برای هر DMU بدست می‌دهد. در حقیقت با این روش امتیاز کارایی هر DMU به صورت یک بازه بدست می‌آید. آنها در ادامه روشی برای رتبه‌بندی DMUها ارائه نمودند.

زو(Zhu) در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ داده‌های غیردقیق را در مدل DEA مورد بررسی قرار داد و دو روش برای خطی-سازی مدل IDEA ارائه نمود. او در روش اول با استفاده از تغییر متغیر ساده زیر توانست مدل IDEA را خطی کند.

$$\begin{aligned} X_{ij} &= v_i x_{ij} \qquad \forall i,j \\ Y_{rj} &= u_r y_{rj} \qquad \forall r,j \end{aligned} \tag{۱۱}$$

با این تغییر متغیر ساده، مشکلات روش کوپر و همکاران (۱۹۹۹ و ۲۰۰۱) (حجم محاسبات بالا و نیاز به وجود داده‌ی ماکزیمم و دقیق در داده‌های بازه‌ای و تعریف متغیرهای دامی) تا حد زیادی برطرف شد. اما همچنان بدست آوردن کران بالای کارایی به قوت خود باقی ماند. آنها علاوه بر این روش روشی برای تبدیل داده‌های نادقیق به داده‌های دقیق ارائه نمودند و سپس با استفاده از مدل‌های پایه‌ای DEA، کارایی DMUها را با داده‌های دقیق‌شده محاسبه کردند.

برای اولین بار فرزین پور(Farzinpour saen, 2007) از تحلیل پوششی داده‌های نادقیق مدل زو (Zhu, 2003) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین استفاده نمود. مدل ارائه شده قادر به رتبه‌بندی واحدهای کارا نیست و فقط واحدها را به دو گروه کارا و غیرکارا تقسیم می‌کند. همچنین این مدل محدودیت‌های وزنی که در حقیقت نظر فرد تصمیم-گیرنده درباره معیارهااست را شامل نمی‌شود.

وانگ و همکاران (Wang, et al. , 2005) نشان دادند که روش ارائه شده توسط دسپوزیت و اسمیرلیس(Despotis & Smirlis, 2002) ، برای بدست آوردن امتیاز کارایی هر DMU از مرزهای مختلف (مرز کارایی یا تابع تولید) استفاده می‌کند.

[1] Dummy variables

Archive of SID

www.SID.ir

آنها همچنین نشان دادند که روش ارائه شده توسط دسپوزیت و اسمیرلیس فقط می‌تواند ضمانت کند که کران پایین کارایی DMUها کمتر یا مساوی یک باشد اما نمی‌تواند ضمانت کند که کران بالای کارایی آنها نیز کمتر یا مساوی یک باشد. آنها مدل‌های جدیدی را برای کار با داده‌های بازه‌ای ارائه دادند بطوریکه بدون هیچگونه تغییر متغیری توانستند مدل‌های استاندارد DEA، را با داده‌های بازه‌ای برای ارزیابی کارایی DMUها مورد استفاده قرار دهند. در این روش کارایی هر DMU به صورت یک بازه می‌باشد. آنها همچنین روشی برای مقایسه و رتبه‌بندی مقادیر کارایی بازه‌های مطرح شده ارائه دادند.

کائو (Kao, 2006) تاکید کرد که وقتی داده‌ها در مدل DEA نادقیق هستند باید امتیاز کارایی آنها نیز نادقیق باشد. وی روشی برای در نظر گرفتن همزمان داده‌های ترتیبی و بازه‌ای در روش DEA ارائه نمود و برای داده‌های ترتیبی کران اختصاص داد تا به صورت یک بازه عمل کنند.

جهانشاه لو و همکاران(Jahanshahloo et al., 2009) ، روش جدیدی برای مدل‌بندی داده‌های ترتیبی در روش DEA ارائه نمودند. آنها با در نظر گرفتن رتبه‌هایی برای فاکتورهای کیفی و تعریف متغیرهای جدید توانستند داده‌های ترتیبی را در مدل DEA مدلسازی نمایند.

پارک (Park, 2010) با بکارگیری فرم پوششی مدل CCR توانست داده‌های نادقیق ترتیبی را مدل کند. با استفاده از این مدل مشکل نیاز به تعیین مقدار ε در مدل‌های قبلی برطرف شد.

امروز نژاد و همکاران (Emrouznejad et al., 2011) به اندازه‌گیری بازده سود کلی[1] با داده‌های فازی و بازه‌ای پرداختند. آنها کران بالا و پایین بازده سود کلی را برای هر واحد بدست آوردند. جهانشاه لو و همکاران (Jahanshahloo et al., 2011)، به رتبه‌بندی واحدها با داده‌های بازه‌ای در مدل DEA براساس نقاط ایده‌آل[2] پرداختند. نقطه ایده‌آل برای واحدهای مختلف از بهبود بازه‌ها برای رسیدن کران پایین کارایی به عدد یک بدست می‌آید. ماربینی و همکاران (Marbini et al., 2013) مدل DEA را با در نظر گرفتن داده‌های بازه‌ای بدون علامت (کران بالا و پایین داده‌ها می‌توانند مثبت و یا منفی باشند) مورد بررسی قرار دادند. آنها برای هر واحد کران بالا و پایین کارایی را محاسبه نمودند و واحدها را در سه دسته کاملا کارا[3]، کارای ضعیف[4] و ناکارا دسته‌بندی نمودند. شایان ذکر است که تحلیل پوششی داده‌های نادقیق در کاربردهای عملی زیادی مورد استفاده قرار گرفته است. طلوع و نالچیگر (Toloo and Nalchigar, 2011) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین یک برنامه‌ریزی ریاضی با استفاده از IDEA ارائه نمودند. دورسان و کارساک (Dursun & Karsak, 2014)، روشی برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان با استفاده از ترکیب IDEA و QFD[5] ارائه نمودند. دامقانی و همکاران (Damghani et al, 2015)، از DEA با داده‌های بازه‌ای و خروجی‌های نامطلوب[6] برای ارزیابی عملکرد نیروگاه سیکل ترکیبی[7] استفاده نمودند. نمره کارایی هر واحد تصمیم‌گیری در این روش به صورت یک بازه می‌باشد.

[1] overall profit efficiency
[2] Ideal points
[3] Strictly efficient
[4] Weakly efficient
[5] Quality function deployment (QFD)
[6] Undesirable output
[7] Combined cycle power plant

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۵-۳) در نظر گرفتن همزمان داده‌های غیردقیق و محدودیت‌های وزنی در مدل DEA

تاکنون مقالات اندکی، در نظر گرفتن همزمان داده‌های غیردقیق و محدودیت وزنی را در مدل DEA بحث کرده‌اند. برای اولین بار کوپر و همکاران(Cooper et al.,1999) ، بحث همزمان داده‌های غیردقیق (ترتیبی و بازه‌ای) و محدودیت‌های وزنی از نوع ARI را در مدل DEA مورد مطالعه قرار دادند. آنها نشان دادند که در نظر گرفتن همزمان این دو باعث می‌شود، مدل استاندارد DEA غیرخطی و غیرمحدب شود. این مدل به شکل رابطه (۱۲) می باشد

$$
\begin{aligned}
\max \quad & \sum_{r=1}^{m} u_r y_{ro} \\
s.t. \quad & \sum_{i=1}^{n} v_i x_{io} = 1 \\
& \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 0, \quad j = 1,...,k \qquad (۱۲) \\
& u_r, v_i \ge 0 \\
& y_r = (y_{rj}) \in \theta_r^+ \quad \forall r \\
& x_i = (x_{ij}) \in \theta_i^- \quad \forall i \\
& u = (u_r) \in A^+ \\
& v = (v_i) \in A^-
\end{aligned}
$$

که در آن θ_r^+ و θ_i^- داده‌های غیردقیق هستند که قبلا معرفی شدند. A^+ و A^- محدودیت‌های وزنی از نوع ARI هستند. آنها برای خطی نمودن این مدل گام‌های زیر را ارائه نمودند.

آنها ابتدا داده‌های بازه‌ای و ترتیبی را به صورت زیر نرمالسازی نمودند:

$$\hat{y}_{rj} = y_{rj} / \max_j \{y_{rj}\} \qquad \forall r \qquad (۱۳)$$

$$\hat{x}_{ij} = x_{ij} / \max_j \{x_{ij}\} \qquad \forall i$$

سپس با استفاده از تغییر متغیر زیر مدل (۱۲) را به برنامه‌ریزی خطی تبدیل نمودند.

$$
\begin{aligned}
X_{ij} &= v_i \hat{x}_{ij} \qquad \forall i, j \qquad (۱۴) \\
Y_{rj} &= u_r \hat{y}_{rj} \qquad \forall r, j
\end{aligned}
$$

پارک (Park, 2004) ، با استفاده از تغییر متغیر ساده زیر توانست دو مشکل (مشکل ۱ و ۲) روش کوپر وهمکاران (Cooper et al., 2001) را برطرف نماید. او ثابت نمود که این تغییر متغیر می‌تواند مدل DEA را با در نظر گرفتن همزمان داده‌های ترتیبی و بازه‌ای و محدودیت‌های وزنی از نوع ARI خطی کند.

$$
\begin{aligned}
X_{ij} &= v_i x_{ij} \qquad \forall i, j \qquad (۱۵) \\
Y_{rj} &= u_r y_{rj} \qquad \forall r, j
\end{aligned}
$$

Archive of SID

www.SID.ir

او همچنین ثابت کرد که در داده‌های ترتیبی اضافه کردن محدودیت‌های وزنی از نوع ARI زاید هستند. اما روش پارک (Park, 2004) نیز همچنان کران بالای کارایی را بدست می‌دهد که نمی‌تواند همه مقادیر کارایی DMUها را منعکس کند. لذا رتبه‌بندی DMUها با این روش ممکن است بطور صحیح صورت نگیرد.

فرضی پور (Farzipour saen, 2008) از مدل وانگ و همکاران (Wang et al., 2005) و محدودیت‌های وزنی از نوع ARI برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان به صورت زیر استفاده نمود.

کران پایین کارایی تامین کننده pام

$$Max\ \theta_p^L = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp}^L}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip}^U}$$

$$s.t.\quad \theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}^L} \le 1, \qquad j = 1,2,...,n \qquad (۱۶)$$

$$u = (u_r) \in A^+,\ \forall r$$

$$v = (v_i) \in A^-,\ \forall i$$

$$u_r, v_i \ge \varepsilon\ \ \forall i, r$$

کران بالای کارایی تامین کننده pام

$$Max\ \theta_p^U = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp}^U}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ip}^L}$$

$$s.t.\quad \theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}^L} \le 1, \qquad j = 1,2,...,n$$

$$u = (u_r) \in A^+,\ \forall r$$

$$v = (v_i) \in A^-,\ \forall i$$

$$u_r, v_i \ge \varepsilon\ \ \forall i, r$$

که در این مدل‌ها $u = (u_r) \in A^+$ و $v = (v_i) \in A^-$ نشان دهنده محدودیت‌های وزنی از نوع ARI می‌باشند. در مدل-های بالا فرض شده است که داده‌ها نادقیق و به صورت یک بازه هستند که L نشان‌دهنده کران پایین بازه و U نشان دهنده کران بالای بازه می‌باشد. با حل مدل‌های بالا برای هر تامین‌کننده امتیاز کارایی به صورت یک بازه بدست می‌آید.

۴-۵-۴) مدل‌های ترکیبی ارائه شده برای تعیین کاراترین DMU

در بسیاری از کاربردهای عملی از جمله مسئله ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان نیاز داریم تا DMUهای کارا[1] و کاراترین (بهترین) DMU[2] را در صورت وجود مشخص کنیم. در رابطه با این موضوع، مدل DEA قدرت تفکیک‌پذیری کافی ندارد. به این معنی که در ارزیابی DMUها با این مدل تعداد زیادی از DMUها کارا شناخته می‌شوند. این حالت مخصوصا زمانی رخ می‌دهد که تعداد DMUها در مقایسه با تعداد کل معیارهای ارزیابی (ورودی‌ها و خروجی‌ها) به اندازه کافی زیاد نباشد (میرحسنی، ۱۳۹۱). برای افزایش قدرت تفکیک‌پذیری مدل DEA روش‌های مختلفی ارائه شده است. از جمله مهمترین این

[1] Efficient DMUs
[2] The most efficient DMU

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌ها می‌توان به روش ابرکارا[1] ، کارایی صلیبی[2] و اعمال محدویت‌های وزنی اشاره نمود. همچنین اخیرا مدل‌های ترکیبی (ترکیب فنون MCDM با DEA) برای تعیین کاراترین DMU در مدل DEA ارائه شده‌اند. این مدل‌ها قادر هستند با حل فقط یک مدل ترکیبی، کاراترین DMU را در صورت وجود مشخص نمایند. لازم به ذکر است که در روش‌های ابرکارا و کارایی صلیبی برای تعیین واحدهای کارا حداقل باید به تعداد DMUها مدل نوشته و حل شود. در ضمن این مدل‌ها در اکثر اوقات قادر به تعیین کاراترین DMU و رتبه‌بندی DMUهای کارا نیستند. به عنوان نمونه روش ابرکارا در حالت CCR ممکن است برای DMUهای کارا امتیاز یکسانی ارائه دهد. همچنین این روش در بسیاری از مواقع در حالت BCC بی‌کران می‌شود. شایان ذکر است با توجه به اینکه در روش DEA در اکثر مواقع جوابهای بهینه چندگانه[3] داریم لذا روش کارایی صلیبی در این مواقع با مشکل مواجه می‌شود. در ادامه به مهمترین مدل‌های ترکیبی ارائه شده برای افزایش قدرت تفکیک‌پذیری مدل DEA جهت تعیین کاراترین DMU می‌پردازیم. لی و ریوز(Li and Reeves, 1999) برای افزایش قدرت تفکیک‌پذیری روش DEA مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه[4] زیر را ارائه نمودند.

$$
\begin{aligned}
&\min \quad d_o \\
&Min \quad M \\
&s.t. \\
&\quad M - d_j \geq 0; \quad j = 1,...,k \\
&\quad \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij_o} = 1 \\
&\quad \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j = 0; j = 1,...,k \\
&\quad u_r, v_i, d_j \geq 0 \quad \forall i, r, j
\end{aligned}
\qquad (۱۷)
$$

که در آن d_j متغیر انحرافی واحد j-ام و M ماکزیمم مقدار ناکارایی است که باید مینیمم شود. با استفاده از این مدل واحد jام کارا است اگر و تنها اگر در جواب بهینه داشته باشیم $d_j^* = 0$. آنها نشان دادند که این مدل دارای قدرت تفکیک‌پذیری بیشتری نسبت به مدل کلاسیک DEA است.

شایان ذکر است که پیش از این سکستون و همکاران (Sexton et al. , 1986) با مینیمم کردن مجموع وزنی انحرافات ($\sum_{j=1}^{k} w_j d_j$) و استوارت (Stewart, 1996) با حداقل کردن حداکثر انحرافات مدل‌های مشابهی برای افزایش قدرت تفکیک-پذیری روش DEA ارائه داده بودند. مدل‌های فوق لزوما قادر به تعیین کاراترین واحد تصمیم‌گیری نیستند.

امین و طلوع (Amin & Toloo,2007) مدلی به صورت زیر برای افزایش قدرت تفکیک‌پذیری روش DEA ارائه دادند که این مدل کاراترین DMU را فقط با حل یک برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح پیدا می‌کند. شایان ذکر ذکر است که در مدل کلاسیک DEA برای بدست آوردن کاراترین DMU حداقل به تعداد DMUها باید مدل برنامه‌ریزی خطی نوشته و حل شود.

[1] Super Efficiency
[2] Cross-Efficiency
[3] Multiple optimal solutions
[4] Multi Objective Linear Programming (MOLP)

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
& M^* = Min \quad M \\
& s.t. \\
& \quad M - d_j \geq 0; \quad j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 1; \quad j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j - \beta_j = 0; \; j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
& \quad 0 \leq \beta_j \leq 1; \quad d_j \in \{0,1\} \qquad j = 1,...,k \\
& \quad u_r, v_i \geq \varepsilon^* \quad \forall r, i
\end{aligned}
\tag{۱۸}
$$

که در آن d_j متغیر انحرافی واحد j-ام و M ماکزیمم ناکارایی است که باید مینیمم شود. β_j بخاطر گسسته بودن d_j در نظر گرفته شده است. آنها برای تعیین ماکزیمم مقدار ε^* یک برنامه‌ریزی خطی ارائه دادند. شایان ذکر ذکر است که بکارگیری ماکزیمم مقدار ε^* باعث افزایش قدرت تفکیک‌پذیری مدل DEA می‌شود. در این مدل داده‌ها به صورت دقیق بوده و محدودیت‌های وزنی نیز برای در نظر گرفتن نظرات فرد تصمیم‌گیرنده درباره وزن معیارها اعمال نشده است. آنها ادعا نمودند که بعد از حل این مدل DMU_j کاراترین است اگر و تنها اگر $d_j^* = 0$.

امین (Amin, 2009) ، نشان داد که مدل (۱۸) لزوما کاراترین DMU را مشخص نمی‌کند و ممکن است این مدل چند DMU را کارا مشخص نماید. وی در ادامه برای تعیین کاراترین DMU یک برنامه‌ریزی غیرخطی[1] به صورت زیر ارائه نمود.

$$
\begin{aligned}
& Min \quad M \\
& s.t. \\
& \quad M - d_j \geq 0; \quad j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 1; \quad j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j = 0; \; j = 1,...,k \\
& \quad u_r, v_i, d_j \geq 0 \;\; \forall i, r, j \\
& \quad \sum_{j=1}^{k} \theta_j = k - 1 \\
& \quad \theta_j - d_j \beta_j = 0; \quad j = 1,...,k \\
& \quad \beta_j \geq 1, \;\; \theta_j \in \{0,1\}; \quad j = 1,...,k \\
& \quad u_r, v_i \geq \varepsilon^* \quad \forall r, i
\end{aligned}
\tag{۱۹}
$$

طلوع و نالچیگر (Toloo & Nalchigar, 2009) مدل (۱۸) را به حالت بازده به مقیاس متغیر (BCC) گسترش دادند.

[1] None Linear Programming (NLP)

Archive of SID

www.SID.ir

طلوع و نالچیگر (Toloo & Nalchigar, 2011) مدلی برای تعیین کاراترین تامین‌کننده در زنجیره تامین با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق ارائه نمودند. مدل آنها تعمیم‌یافته مدل (۱۸) برای داده‌های غیردقیق بود. آنها برای تعیین و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا نیز الگوریتمی ارائه نمودند. آنها همچنین مدل ارائه شده در این مقاله را به حالت بازده به مقیاس متغیر گسترش دادند.

فروغی (Foroughi,2011) نشان داد که مدل ارائه شده توسط امین (Amin, 2009)، ممکن است در بعضی از مواقع نشدنی باشد. او در ادامه برای تعیین کاراترین DMU یک برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ارائه نمود. در این مدل داده‌ها به صورت دقیق بوده و محدودیت‌های وزنی نیز در نظر گرفته نشده است.

طلوع و نالچیگر (Toloo & Nalchigar, 2009) با بیان برخی از مشکلات مدل یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح برای تعیین کاراترین DMU در حالت بازده به مقیاس متغیر به صورت زیر ارائه دادند.

$$
\begin{aligned}
& M^* = Min \quad d_{\max} \\
& s.t. \quad d_{\max} - d_j \geq 0; \quad j = 1,...,k \\
& \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 1; \quad j = 1,...,k \\
& \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j = 0; \quad j = 1,...,k \\
& \sum_{j=1}^{k} \theta_j = k - 1; \\
& d_j \leq M\theta_j; \quad j = 1,...,k \\
& \theta_j \leq N d_j; \quad j = 1,...,k \\
& d_j \geq 0; \quad j = 1,...,k \\
& \theta_j \in \{0,1\}; \quad j = 1,...,k \\
& u_r \geq \varepsilon^*; \quad r = 1,2,...,m \\
& v_i \geq \varepsilon^*; \quad i = 1,2,...,n
\end{aligned}
\qquad (۲۰)
$$

که در آن M و N اعداد حقیقی مثبت و به اندازه کافی بزرگ هستند. او برای تعیین ε^* یک مدل برنامه‌ریزی خطی ارائه نمود.

وانگ و جیانگ (Wang & Jiang,2012) نشان دادند که بسیاری از محدودیت‌های مدل ارائه شده توسط فروغی (Foroughi,2011) زاید[1] هستند. آنها همچنین ادعا کردند که مدل ارائه شده توسط فروغی تحت تاثیر داده‌های نویز (پرت)[2] قرار می‌گیرد و لذا ممکن است کاراترین DMU را درست انتخاب نکند. وانگ و جیان در ادامه سه مدل مختلف برای تعیین کاراترین DMU در حالت‌های بازده به مقیاس ثابت، بازده به مقیاس افزایشی و بازده به مقیاس کاهشی ارائه نمودند. این مدل‌ها داده‌های غیردقیق و محدودیت‌های وزنی را شامل نمی شوند. براحتی می‌توان نشان داد که مدل‌های ارائه شده‌ی آنها همیشه قادر به تعیین کاراترین DMU نیستند و ممکن است چند DMU را کارا معرفی کنند.

[1] Redundant
[2] Outliers data

Archive of SID

www.SID.ir

فروغی (Foroughi,2013) با بیان برخی از مشکلات مدل‌های قبلی، ابتدا الگوریتمی برای تعیین تمامی DMUهای کارا در مدل امین و طلوع (Amin & Toloo, 2007) ارائه نمود. در مرحله دوم برای تعیین کاراترین DMU از بین DMUهای کارای مشخص شده در مرحله اول، یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ارائه نمود. مدل او مانند مدل‌های قبلی محدودیت‌های وزنی و داده‌های نادقیق را شامل نمی‌شود. براحتی می‌توان نشان داد که مدل ارائه شده توسط او همیشه قادر به تعیین کاراترین DMU نیستند و ممکن است چند DMU را کارا معرفی کنند.

طلوع و ارتای (Toloo and Ertay, 2014) یک مدل ترکیبی DEA، برای تعیین کاراترین تامین‌کننده از حیث هزینه در صنعت اتومبیل ارائه دادند. آنها در این مدل فرض کرده‌اند که هزینه غیر قطعی است. آنها همچنین فرض کرده‌اند که برای هر تامین‌کننده تنها کران پایین و بالای هزینه در دست است. آنها از این مدل برای تعیین بهترین تامین‌کننده از بین ۷۳ تامین-کننده در صنعت اتومبیل ترکیه استفاده نمودند. مدل ارائه شده محدودیت‌های وزنی برای اعمال نظرات مدیران درباره وزن معیارها را شامل نمی‌شود.

۴-۶) مدل جدید پیشنهادی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در شبکه نوآوری

در این قسمت مدلی ارائه شده است که می‌تواند با در نظر گرفتن داده‌های نادقیق و محدودیتهای وزنی بهترین تامین‌کننده را مشخص نماید. این مدل باید شرطهای زیر را که در بخش قبل ارائه شد شامل شود.

- در نظر گرفتن همزمان داده‌های دقیق و نادقیق[1]
- در نظر گرفتن محدودیت‌های وزنی در جهت اعمال نظر تصمیم‌گیران و مدیران درباره اهمیت معیارها
- عدم نیاز به در نظر گرفتن رابطه بین معیارها
- عدم محدودیت در ارزیابی و انتخاب برای تعداد زیاد معیارها و تامین‌کنندگان.
- ضمن تعیین تامین‌کنندگان کارا، کاراترین تامین‌کننده را نیز مشخص نماید.

شایان ذکر است که مدل‌های موجود که در بخش قبل مورد بررسی واقع شدند تمامی شرایط بالا را نداشتند. در این قسمت روند شکل‌گیری مدل پیشنهادی ارائه خواهد شد.

در طرح حاضر برای تعیین واحد تصمیم‌گیری کارا مدل زیر ارائه گردید:

[1] Imprecise data

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
&Min \quad \sum_{j=1}^{k} d_j \\
&s.t. \quad \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1; \qquad j = 1,...,k \\
&\quad \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j = 0; \qquad j = 1,...,k \\
&\quad u_r, v_i \ge \varepsilon^*; \qquad far\ all \quad i, r \\
&\quad d_j \ge 0; \qquad j = 1,...,k
\end{aligned}
\tag{۲۱}
$$

که در آن ε^* از حل مدل برنامه‌ریزی خطی زیر بدست می‌آید:

$$
\begin{aligned}
&\varepsilon^* = Max \quad \varepsilon \\
&s.t. \quad \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1; \qquad j = 1,...,k \\
&\quad \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 0; \qquad j = 1,...,k \\
&\quad u_r, v_i \ge \varepsilon; \qquad far\ all \quad i, r
\end{aligned}
\tag{۲۲}
$$

مدل فوق با حل تنها یک مسئله برنامه‌ریزی خطی، حداقل یک DMU کارا را مشخص می‌کند. از مهمترین مزایای این مدل می‌توان به کاهش حجم محاسبات و افزایش قدرت تفکیک‌پذیری مدل DEA اشاره نمود. مدل ارائه شده برای انتخاب بهترین تامین‌کننده از بین ۱۸ تامین‌کننده بکار رفته و نتایج با روش DEA استاندارد مقایسه شده است. مدل‌های فوق در هفتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات پذیرفته و ارائه شده است(ابراهیمی و همکاران ,۱۳۹۳). مدل فوق قادر به تعیین کاراترین واحد تصمیم‌گیری نیست، همچنین داده‌های نادقیق و محدودیت‌ها وزنی را نیز شامل نمی‌شود.

در ادامه توسط مجری و همکاران طرح حاضر مدلی با ترکیب DEA و برنامه‌ریزی آرمانی[1] برای تعیین بهترین واحد تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن محدودیت‌های وزنی به صورت زیر ارائه شد:

[1] Goal programming

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
&Min \quad d = \sum_{j=1}^{k} d_j \\
&s.t. \\
&\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j = 0; \;\; j = 1,...,k \\
&\sum_{j=1}^{k} \theta_j = k-1; \\
&d_j \le M\theta_j; \quad j = 1,...,k \\
&\theta_j \le N d_j; \quad j = 1,...,k \\
&\theta_j \in \{0,1\}, d_j \ge 0; \quad j = 1,...,k \\
&\alpha_i^- \le \frac{v_i}{v_{i-1}} \le \alpha_i^+, \;\; i = 2,3,...,n \\
&\beta_r^- \le \frac{u_r}{u_{r-1}} \le \beta_r^+, \;\; r = 2,3,...,m \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon; \quad r = 1,2,...,m
\end{aligned}
\qquad (۲۳)
$$

مدل فوق برای تعیین بهترین تامین‌کننده از بین ۱۸ تامین‌کننده با در نظر گرفتن چهار معیار ارزیابی مورد استفاده قرار گرفت. این مدل در ۴۵امین کنفرانس ریاضی ایران پذیرفته و به صورت شفاهی ارائه شد((Ebrahimi and Rahmani, 2014). در این مدل برای در نظر گرفتن نظرات تصمیم‌گیران درباره اهمیت معیارها از محدودیت‌های وزنی ناحیه اطمینان نوع اول (ARI) استفاده شده است. مدل فوق داده‌های نادقیق را شامل نمی‌شود و برای داده‌های دقیق کاربرد دارد.

آسوشه و همکاران (Asosheh et al., 2010) یک مدل ترکیبی برای ارزیابی پروژه‌های فناوری اطلاعات به صورت زیر ارائه نمودند. هدف این مدل تعیین بهترین پروژه با در نظر گرفتن داده‌های نادقیق بود. البته سهرابی و نالچیگر (۱۳۸۹) نیز از مدل زیر برای تعیین بهترین تامین‌کننده استفاده نمودند.

$$
\begin{aligned}
&M^* = Min \quad M \\
&s.t. \quad M - d_j \ge 0; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j - \beta_j = 0; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{j=1}^{k} d_j = k-1 \\
&0 \le \beta_j \le 1, \quad d_j \in \{0,1\}; \quad j = 1,...,k \\
&(x_{ij}) \in \varphi_i^-; \quad (y_{rj}) \in \varphi_r^+ \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon; \quad \forall r,i
\end{aligned}
\qquad (۲۴)
$$

که در آن $(x_{ij}) \in \varphi_i^-; (y_{rj}) \in \varphi_r^+$ داده‌های نادقیق را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

مدل فوق قادر به تعیین بهترین واحد تصمیم‌گیری نیست و این مدل یکی از واحدهای کارا را به طور تصادفی کاراترین انتخاب می‌کند. همچنین این مدل دارای مشکلات دیگری نیز می باشد. مدل پیشنهادی و بهبود یافته در طرح حاضر به صورت زیر ارائه می شود:

$$
\begin{aligned}
&M^* = Max \quad M \\
&s.t. \quad M \le \beta_j ; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j - \beta_j = 0; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
&0 \le \beta_j \le 1, \quad d_j \in \{0,1\}; \quad j = 1,...,k \\
&(x_{ij}) \in \varphi_i^- ; \quad (y_{rj}) \in \varphi_r^+ \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon ; \quad \forall r, i
\end{aligned}
\tag{۲۵}
$$

این مدل قادر است بهترین واحد تصمیم‌گیری را تعیین کند. برای مشروح اثبات ادعاهای فوق به مقاله مجریان طرح (Ebrahimi, Rahmani and Khakzar, 2014) رجوع شود.

در ادامه برای تعیین و رتبه‌بندی سایر واحدهای کارا الگوریتم دیگری، مبتنی بر مدل طلوع و نالچیگر ارائه می شود. این مدل می‌تواند برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان با در نظر گرفتن داده‌های نادقیق مورد استفاده واقع شود. این مدل نیز محدودیت‌های وزنی را برای اعمال نظرات تصمیم‌گیران درباره اهمیت معیارها شامل نمی‌شود.

طلوع و نالچیگر (Toloo and Nalchigar, 2011) از مدل (۱۸) برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین بهره گرفتند. آنها در ادامه مدل فوق را به صورت زیر به حالت بازده به مقیاس متغیر گسترش دادند:

$$
\begin{aligned}
&M^* = Min \quad M \\
&s.t. \quad M - d_j \ge 0; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j - \beta_j = 0; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
&0 \le \beta_j \le 1, \quad d_j \in \{0,1\}; \quad j = 1,...,k \\
&(x_{ij}) \in \varphi_i^- ; \quad (y_{rj}) \in \varphi_r^+ \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon^* ; \quad \forall r, i
\end{aligned}
\tag{۲۶}
$$

که در آن ε^* از حل برنامه‌ریزی ریاضی زیر بدست می‌آید:

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
&\varepsilon^{*} = Max \quad \varepsilon \\
&s.t. \\
&\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1; \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 0; \; j = 1,...,k \\
&(x_{ij}) \in \varphi_i^{-}; \quad (y_{rj}) \in \varphi_r^{+} \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon; \quad \forall r, i
\end{aligned}
\tag{۲۷}
$$

مدل فوق علاوه بر اینکه به طور تصادفی یکی از تامین‌کنندگان کارا را کاراترین معرفی می‌کند، ممکن است نشدنی[1] نیز باشد. برای غلبه بر این مشکلات مدل‌های جدیدی را می توان ارائه نمود. مشکلات مدل فوق و مدل های جایگزین در پیوست ۲ با عنوان مقاله‌ای تحت عنوان "تعیین بهترین تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق در روش تحلیل پوششی داده‌ها، توسعه مدل طلوع و نالچیگر (Toloo and Nalchigar, 2011)" که به مجله علمی پژوهشی مدیریت تولید و عملیات دانشگاه اصفهان ارسال شده است و در دست داوری است، آمده است.

مدل‌هایی که تاکنون ارائه شده‌اند حداقل یکی از کاستی‌های زیر را دارند:

- قادر به تعیین کاراترین تامین‌کننده نیستند.
- فقط داده‌های دقیق را در نظر گرفته‌اند و داده‌های نادقیق را در نظر نگرفته‌اند.
- محدودیت‌های وزنی در جهت اعمال نظرات کارشناسان خرید را درباره اهمیت معیارها در نظر نگرفته‌اند.

در این قسمت مدلی ارائه خواهد شد که در برگیرنده تمامی موارد فوق باشد. فرض کنید k تعداد تامین‌کنندگان با تعداد m معیار خروجی $Y_i = (y_{1i}, y_{2i}, y_{3i}, ..., y_{mi})$ $i = 1,2,3,...,k$ و n معیار ورودی $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, ..., x_{nj})$، $j = 1,2,3,...,k$ باشد در این صورت کاراترین تامین‌کننده با حل مدل برنامه‌ریزی ریاضی زیر بدست می‌آید:

[1] Infeasible

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
&M^{*} = Max \quad M \\
&s.t. \\
&\quad M \le \beta_j \qquad j = 1,...,k \\
&\quad \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1 \qquad j = 1,...,k \\
&\quad \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j - \beta_j = 0, \quad j = 1,...,k \\
&\quad \sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
&\quad 0 \le \beta_j \le 1; \quad d_j \in \{0,1\} \qquad j = 1,...,k \\
&\quad x_{ij} \in \theta_i^{+}; \quad y_{rj} \in \theta_r^{-} \\
&\quad \alpha_i^{-} \le \frac{v_i}{v_{i-1}} \le \alpha_i^{+}, \ i = 2,3,...,n \\
&\quad \beta_r^{-} \le \frac{u_r}{u_{r-1}} \le \beta_r^{+}, \ r = 2,3,...,m \\
&\quad u_r, v_i \ge \varepsilon \qquad far\,all \quad i, r
\end{aligned}
\tag{۲۸}
$$

که در آن $x_{ij} \in \theta_i^{+}, y_{rj} \in \theta_r^{-}$ داده‌های نادقیق را نشان می‌دهد که ممکن است به صورت بازه‌ای و یا ترتیبی باشند. $u = (u_1, u_2, ..., u_m)$ و $v = (v_1, v_2, ..., v_n)$ به ترتیب وزن معیارهای خروجی و معیارهای ورودی می‌باشند. واضح است که داده‌های دقیق نیز نوعی از داده‌های بازه‌ای در حالت خاص هستند که در آنها کران بالا و پایین بازه‌ها برابر می‌باشد. $d_j - \beta_j$ میزان انحراف از کارایی برای تامین‌کننده jام می‌باشد. لذا این مدل حداکثر مقدار ناکارایی تامین‌کنندگان را مینیمم می‌کند. لازم به ذکر است که مینیمم کردن حداکثر مقادیر $d_j - \beta_j$ ها معادل حداکثر نمودن حداقل β_j ها می‌باشد.

برای اعمال نظرات تصمیم‌گیران در این مدل از محدودیت‌های وزنی از ARI استفاده شده است. زیرا همانطور که قبلا نیز اشاره شد با بکارگیری این نوع از محدودیت‌های وزنی مشکلاتی نظیر نشدنی و تخمین کمتر امتیاز کارایی بوجود نمی‌آید. مدل ارائه شده غیرخطی می‌باشد. برای خطی کردن مدل فوق از تغییر متغیر زیر استفاده می‌کنیم.

$$
\begin{aligned}
&X_{ij} = v_i x_{ij} \qquad \forall i, j \\
&Y_{rj} = u_r y_{rj} \qquad \forall r, j
\end{aligned}
\tag{۲۹}
$$

این تغییر متغیر درمدل زو (Zhu, 2003) ، مدل پارک (Park, 2004) و مدل پیشنهادی اطرح حاضر نیز مورد استفاده قرار گرفته شده است. با اعمال این تغییر متغیر خواهیم داشت:

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
& M^{*} = Max \quad M \\
& s.t. \\
& \quad M \le \beta_j \qquad j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{i=1}^{n} X_{ij} \le 1 \qquad j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{r=1}^{m} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij} + d_j - \beta_j = 0, \quad j = 1,...,k \\
& \quad \sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
& \quad 0 \le \beta_j \le 1; \quad d_j \in \{0,1\} \qquad j = 1,...,k \\
& \quad X_{ij} \in \Omega_i^{+}; \quad Y_{rj} \in \Omega_r^{-} \\
& \quad \alpha_i^{-} \le \frac{v_i}{v_{i-1}} \le \alpha_i^{+}, \ i = 2,3,...,n \\
& \quad \beta_r^{-} \le \frac{u_r}{u_{r-1}} \le \beta_r^{+}, \ r = 2,3,...,m \\
& \quad u_r, v_i \ge \varepsilon^{*} \qquad far\,all \quad i, r
\end{aligned}
\tag{۳۰}
$$

که در آن Ω_i^{+} و Ω_r^{-} به ترتیب تبدیل شده θ_i^{+} و θ_r^{-} تحت تبدیلات رابطه (۲۹)، هستند. طبق این تغییر متغیر برای داده‌های غیردقیق و دقیق خواهیم داشت:

- داده‌های بازه‌ای یا کراندار: $v_i \underline{x}_{ij} \le X_{ij} \le v_i \overline{x}_{ij}$ و $u_r \underline{y}_{rj} \le Y_{rj} \le u_r \overline{y}_{rj}$
- داده‌های ترتیبی: $X_{ij} \le X_{ik}, \forall j \ne k$ و $Y_{rj} \le Y_{rk}, \forall j \ne k$ برای بعضی از مقادیر i و r
- داده‌های دقیق: $X_{ij} = v_i \hat{x}_{ij}$ و $Y_{rj} = u_r \hat{y}_{rj}$، که در آن $\hat{x}_{ij}$ و $\hat{y}_{rj}$ داده‌های دقیق می‌باشند.

کوک و همکاران(Cook et al., 1996) پیشنهاد کردند برای بهبود تفکیک‌پذیری واحدهای تصمیم‌گیری کارا در روش DEA، باید ماکزیمم مقدار ε^{*} استفاده شود. لذا برای تعیین مقدار بیشترین مقدار ε^{*} برنامه‌ریزی ریاضی زیر پیشنهاد می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

$$
\begin{aligned}
&\varepsilon^{*} = Max \quad \varepsilon \\
&s.t. \\
&\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \le 1 \qquad j = 1,...,k \\
&\sum_{r=1}^{m} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij} + d_j - \beta_j = 0, \quad j = 1,...,k \\
&\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
&0 \le \beta_j \le 1; \quad d_j \in \{0,1\} \qquad j = 1,...,k \\
&X_{ij} \in \Omega_i^{+}; \quad Y_{rj} \in \Omega_r^{-} \\
&\alpha_i^{-} \le \frac{v_i}{v_{i-1}} \le \alpha_i^{+}, \quad i = 2,3,...,n \\
&\beta_r^{-} \le \frac{u_r}{u_{r-1}} \le \beta_r^{+}, \quad r = 2,3,...,m \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon \qquad far\ all \quad i, r
\end{aligned}
\tag{۳۱}
$$

در قضیه ۴-۱ اثبات می‌شود که با حل مدل (۳۰) کاراترین تامین‌کننده بدست می‌آید.

قضیه۴-۱: فرض کنید در جواب بهینه مدل (۳۰) داشته باشیم: $d_p^{*} = 0$، در این صورت تامین‌کننده pام کاراترین تامین‌کننده می‌باشد.

با توجه به محدودیت $\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1$ و اینکه متغیرهای d_j از نوع صفر و یک هستند، در جواب بهینه این مدل تنها برای یک $p \in \{1,2,...,k\}$ داریم $d_p^{*} = 0$ و برای بقیه d_j^{*}ها داریم $d_j^{*} = 1, \forall j \ne p$. لذا با توجه به محدودیت‌های نوع سوم این مدل خواهیم داشت:

$$\sum_{r=1}^{m} Y_{rp}^{*} - \sum_{i=1}^{n} X_{ip}^{*} = \beta_p^{*} \ge 0 \tag{۳۲}$$

ویا

$$\frac{\sum_{r=1}^{m} Y_{rp}^{*}}{\sum_{i=1}^{n} X_{ip}^{*}} = \frac{\sum_{r=1}^{m} u_r^{*} y_{rp}}{\sum_{i=1}^{n} v_i^{*} x_{ip}} \ge 1 \tag{۳۳}$$

و برای بقیه واحدها داریم:

$$d_j^{*} = 1 \,\&\, 0 \le \beta_j^{*} \le 1, \forall j \ne p \tag{۳۴}$$

که از آن داریم

$$d_j^{*} - \beta_j^{*} \ge 0 \tag{۳۵}$$

Archive of SID

www.SID.ir

و

$$\sum_{r=1}^{m} Y_{rj}^{*} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij}^{*} \le 0 \qquad (۳۶)$$

و یا

$$\frac{\sum_{r=1}^{m} u_r^{*} y_{rj}}{\sum_{i=1}^{n} v_i^{*} x_{ij}} \le 1, \forall j \ne p \qquad (۳۷)$$

که نشان می‌دهد تامین‌کننده pام کاراترین واحد تصمیم‌گیری است که با حل این مدل بدست می‌آید. در حقیقت با حل این مدل وزن‌های مثبت $u = (u_1^{*}, u_2^{*}, ..., u_m^{*})$ و $v = (v_1^{*}, v_2^{*}, ..., v_n^{*})$ طوری بدست می‌آیند که در آن امتیاز کارایی تامین‌کننده pام بیشتر از یک و امتیاز کارایی بقیه تامین‌کنندگان کمتر از یک می‌شود. توجه شود که این قضیه بیان نمی‌کند فقط یک تامین‌کننده کارا داریم، بلکه کاراترین تامین‌کننده را مشخص می‌کند. در ادامه الگوریتمی برای پیدا کردن و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا ارائه خواهیم داد. در قضیه ۴-۲ ثابت می‌کنیم مدل ارائه شده همواره شدنی می‌باشد.

قضیه۴-۲: مدل (۳۰) همواره شدنی است.

برهان: بوضوح مدل (۳۱) همواره شدنی بوده و دارای جواب بهینه متناهی است. فرض کنید $(\varepsilon^{*}, v^{*}, u^{*}, d^{*}, \beta^{*})$ جواب بهینه مدل (۳۱) باشد. در این صورت جواب زیر بوضوح یک جواب شدنی برای مدل (۳۰) است.

$$(M, v, u, d, \beta) = (\min\{\beta_1^{*}, \beta_2^{*}, ..., \beta_k^{*}\}, v^{*}, u^{*}, d^{*}, \beta^{*}) \qquad (۳۸)$$

۴-۷) تعیین و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا

برای تعیین و رتبه‌بندی سایر واحدهای کارا که با حل مدل (۳۰) بدست می‌آید الگوریتم زیر پیشنهاد می‌شود:

مرحله صفر: قرار دهید $T = \{p\}$، تامین‌کننده pام، کاراترین تامین‌کننده است که با حل مدل (۳۰) بدست آمده است.

مرحله ۱: مدل (۳۰) را با اضافه نمودن محدودیت‌های جدید $d_j = 1, \forall j \in T$ حل کنید، فرض کنید در جواب بهینه برای واحد i ام داشته باشیم: $d_l^{*} = 0$.

مرحله ۲: قرار دهید: $T = T \cup \{l\}$.

مرحله ۳: اگر مدل (۳۰) با اضافه نمودن محدودیت‌های جدید $d_j = 1, \forall j \in T$ شدنی است به مرحله (۱) بروید. در غیر این صورت T مجموعه واحدهای کارا است که با حل مدل (۳۰) بدست می‌آیند.

در مرحله اول این الگوریتم دومین واحد کارا در صورت وجود بدست می‌آید. در هر مرحله از الگوریتم واحد کارایی که در تکرار قبلی بدست آمده است کنار گذاشته می‌شود تا واحد کارای دیگر بدست آید. در حقیقت واحدهای تصمیم‌گیری با توجه به مقدار M^{*} رتبه‌بندی می‌شوند. واحدی که در اولین تکرار الگوریتم بدست می‌آید دارای دومین رتبه و واحدی که در آخرین

Archive of SID

www.SID.ir

تکرار الگوریتم بدست می‌آید دارای پایین‌ترین رتبه است. مدل و الگوریتم ارائه شده در فصل نتیجه گیری با ارایه یک مثال با داده‌های واقعی تشریح خواهد شد.

۴-۸) فرآیند ارزیابی و انتخاب

در این بخش فرایند ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان به شرح زیر ارایه می شود:

۱- تشکیل تیم خرید

۲- تعیین لیست اولیه تامین‌کنندگان

۳- تعیین معیارهای ارزیابی با توجه به دسته تامین‌کنندگان از بین معیارهای مشخص شده.

۴- مشخص نمودن ورودی‌ها و خروجی‌های مدل.

معیارهایی که از جنس هزینه هستند جزو معیارهای ورودی و معیارهایی که از جنس سود هستند جزو معیارهای خروجی محسوب می‌شوند.

۵- تعیین مقادیر عددی معیارها.

مقادیر معیارها با توجه به اینکه ممکن است دقیق، بازه‌ای و یا ترتیبی باشند مشخص می‌شود. در داده‌های ترتیبی، فقط ترتیب بین متغیرها مشخص می‌شود ولی در داده‌های بازه‌ای کران پایین و بالای بازه‌ها با توجه به داده-های گذشته و شناخت تیم خرید از تامین‌کنندگان مشخص می‌شود.

۶- تعیین وزن نسبی معیارها.

وزن نسبی معیارها با نظرات کارشناسان به صورت زیر مشخص می‌شود: فرض کنید v_1 و v_2 به ترتیب وزن دو معیار باشند، همچنین فرض کنید اعضای تیم خرید پنج نفر باشند و نظرات آنها به صورت زیر باشد: $\frac{v_2}{v_1}=2$، $\frac{v_2}{v_1}=1.25$، $\frac{v_2}{v_1}=1.5$، $\frac{v_2}{v_1}=1.75$ و $\frac{v_2}{v_1}=1.2$. در این صورت خواهیم داشت $1.2 \le \frac{v_2}{v_1} \le 2$. (این روش در مقاله Saen, 2008 نیز استفاده شده است).

۷- حل مدل (۲۰) و بدست آوردن ماکزیمم مقدار اپسیلون.

۸- حل مدل (۱۹) با توجه به مقدار اپسیلون بدست آمده از مرحله قبل و بدست آوردن کاراترین تامین‌کننده

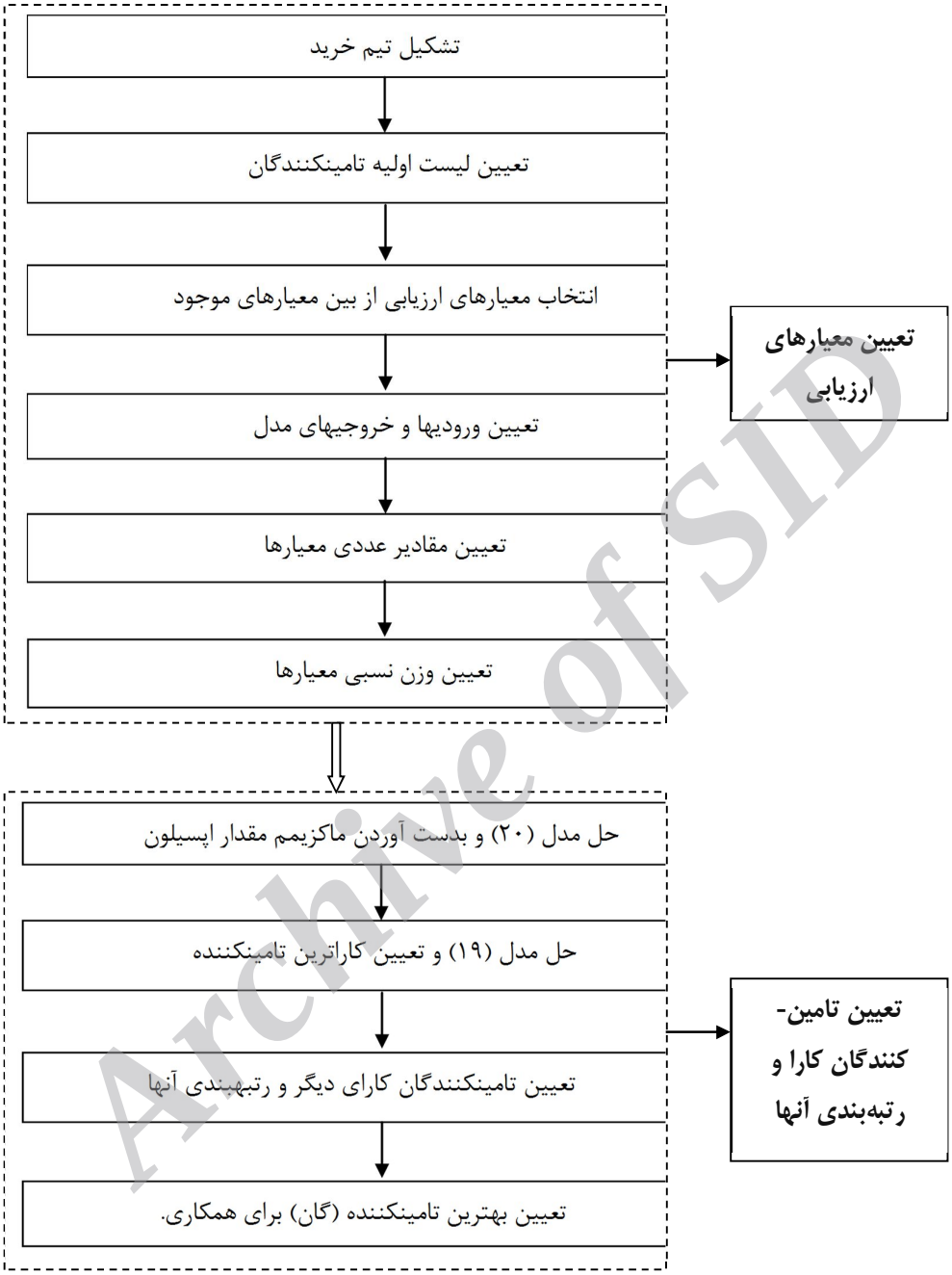
۹- تعیین تامین‌کنندگان کارای دیگر و رتبه‌بندی آنها با استفاده از الگوریتم ارائه شده.

۱۰- تعیین بهترین تامین‌کننده (گان) برای همکاری.

دیاگرام روش پیشنهادی به طور خلاصه درشکل ۴-۴ آمده است:

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴-۴: فلوچارت مدل ارائه شده

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۹) نتیجه‌گیری

در این فصل ضمن تبیین معیارهای ارزیابی و انتخاب مدلی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، مدلی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان شبکه نوآوری صنایع فرافن ارائه شد. همانطور که در متن این فصل تشریح شد، مدل ارائه شده قادر است کاراترین تامین‌کننده را با در نظر گرفتن همزمان محدودیت‌های وزنی و داده‌های نادقیق تعیین کند. مدل ارائه شده محدودیتی در خصوص تعداد معیارها و تعداد تامین‌کنندگان ندارد. علاوه بر این برای تعیین و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا، الگوریتم جدیددی ارائه شد. اثبات شد که مدل ارائه شده همواره شدنی بوده و با حل آن کاراترین تامین‌کننده بدست می‌آید. از مهمترین مزیت‌های مدل ارائه شده می‌توان به در نظر گرفتن همزمان داده‌های دقیق و نادقیق، در نظر گرفتن محدودیت‌های وزنی در جهت اعمال نظرات تیم خرید درباره اهمیت معیارها، عدم محدودیت در تعداد معیارها و تعداد تامین‌کنندگان و عدم نیاز به تعیین وزن دقیق معیارها اشاره نمود. در فصل بعدی مدل و الگوریتم ارائه شده با داده‌های واقعی اعتبارسنجی می‌شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری و اعتبارسنجی مدل

Archive of SID

www.SID.ir

۵-۱) مقدمه

در این فصل ضمن مقایسه مشخصه‌های مدل ارائه شده با سایر مدل‌های موجود در این زمینه، با مثال‌های عددی، کارآمدی مدل نشان داده خواهد شد. خروجی مدل با داده‌های واقعی با سایر مدل‌ها (از جمله مدل استاندارد DEA) مقایسه خواهد شد. اعتبارسنجی مدل و مزیت‌های مدل ارائه شده نیز در این فصل بیان شده است.

۵-۲) مقایسه مدل ارائه شده با برخی از مهمترین مدل‌های ارائه شده در این زمینه

در جدول ۵-۱ مدل پیشنهادی با برخی از مدل‌های ارائه شده در این خصوص مورد مقایسه قرار گرفته است. همانطور که مشخص است، مدل پیشنهادی مشخصه‌های بیشتری را برای تصمیم‌گیری بهتر در اختیار مدیران خرید قرار می‌دهد.

جدول ۵-۱: مقایسه مدل ارائه شده با مدل‌های مشابه

	مشخصه‌های اصلی مدل‌های ارائه شده				
مدل‌ها	در نظر گرفتن چندین ورودی و چندین خروجی	تعیین بهترین واحد	رتبه‌بندی واحدهای کارا	در نظر گرفتن محدودیت‌های وزنی (اعمال نظر تصمیم‌گیران)	در نظر گرفتن داده‌های نادقیق
Farzipoor saen, 2007	✓	-	-	-	✓
Amin & Toloo, 2007	✓	✓	✓	-	-
Farzipoor saen, 2010	✓	-	-	✓	-
Toloo & Nalchigar, 2011	✓	✓	✓	-	✓
سهرابی و نالچیگر، ۱۳۸۹	✓	✓	-	-	✓
Foroughi, 2013	✓	✓	✓	-	-
Kumar et al., 2014	✓	✓	-	✓	-
Toloo and Ertay 2014	✓	✓	-	-	✓
مدل پیشنهادی	✓	✓	✓	✓	✓

۵-۳) مزیت‌های مدل پیشنهادی

مهمترین مزیت‌های مدل پیشنهادی به صورت زیر می‌باشد.

- در نظر گرفتن همزمان داده‌های دقیق و نادقیق
- در نظر گرفتن محدودیت‌های وزنی در جهت اعمال نظرات تیم خرید درباره اهمیت معیارها
- عدم محدودیت در تعداد معیارها و تعداد تامین‌کنندگان

Archive of SID

www.SID.ir

- عدم نیاز به تعیین وزن دقیق معیارها
- تعیین بهترین تامین‌کننده با حل یک مدل.

شایان ذکر است در روش DEA برای پیدا کردن بهترین واحد تصمیم‌گیری باید حداقل به تعداد واحدها مدل نوشته و حل شود.

۵-۴) اعتبار سنجی مدل

با توجه به محرمانه بودن اطلاعات و داده‌های سازمان صنایع هوایی در این قسمت برای مدل ارائه شده از داده‌های واقعی مقاله تالوری و بیکر (Talluri and Baker, 2002) و مقالات طلوع و نالچیگر (Toloo & Nalchigar, 2011) و فرضی پور(Farzipour Saen,2007) استفاده شده است. مثال اول شامل داده‌های دقیق و مثال دوم شامل داده‌های نادقیق مانند داده‌های بازه‌ای و ترتیبی است.

۵-۴-۱) مثال اول: انتخاب تامین‌کننده با داده‌های دقیق

داده‌های استفاده شده در این مثال از مقاله تالوری و بیکر(Talluri and Baker, 2002) گرفته شده است. این اطلاعات مربوط به ۱۸ تامین‌کننده است که شامل دو معیار ورودی و دو معیار خروجی می‌باشند. ورودی‌ها عبارتند از هزینه ارسال کالا[1] (ورودی ۱) و تعداد دفعات درخواست کالا در ماه[2] (ورودی ۲). خروجی‌ها عبارتند از تعداد محموله-هایی که سر وقت به دست خریدار می‌رسند[3] (خروجی ۱) و تعداد صورتحساب‌هایی که بدون اشتباه از تامین کننده[4] (خروجی ۲) دریافت می شود. اطلاعات این تامین‌کنندگان در جدول شماره ۵-۲ آورده شده است.

فرض کنید نظر تیم خرید درباره اهمیت معیارها به صورت زیر باشد:

$$1 \le \frac{v_1}{v_2} \le 2 \;\; \& \;\; 2 \le \frac{u_1}{u_2} \le 3 \qquad (۳۹)$$

در این صورت با حل مدل (۳۱) ماکزیمم مقدار اپسیلون به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\varepsilon^* = 0.0014 \qquad (۴۰)$$

حال با حل مدل (۳۰) برای تعیین کاراترین تامین‌کننده داریم:

$$d_3^* = 0 \,,\; d_j^* > 0, \forall j \neq 3 \;\&\; M^* = 0.0386 \qquad (۴۱)$$

[1] Total cost of shipments (TC)
[2] Number of shipments per month (NS)
[3] Number of shipments to arrive on time (NOT)
[4] Number of bills received from the supplier without errors (NB)

Archive of SID

www.SID.ir

این جواب بهینه نشان می‌دهد که تامین‌کننده شماره ۳ کاراترین تامین‌کننده می‌باشد. طبق الگوریتم ارائه شده برای پیدا کردن سایر تامین‌کنندگان کارا، مدل فوق را با اضافه نمودن $d_3 = 1$ دوباره حل می‌کنیم. مدل فوق با محدودیت جدید $d_3 = 1$ نشدنی می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که بقیه تامین‌کنندگان ناکارا می‌باشند.

جدول ۵-۲: اطلاعات مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌های ۱۸ تامین‌کننده

شماره تامین‌کننده	ورودی۱ (TC) (x_{1j})	ورودی۲ (NS) (x_{2j})	خروجی۱ (NOT) (y_{1j})	خروجی۲ (NB) (y_{2j})
۱	۲۵۳	۱۹۷	۱۸۷	۹۰
۲	۲۶۸	۱۹۸	۱۹۴	۱۳۰
۳	۲۵۹	۲۲۹	۲۲۰	۲۰۰
۴	۱۸۰	۱۶۹	۱۶۰	۱۰۰
۵	۲۵۷	۲۱۲	۲۰۴	۱۷۳
۶	۲۴۸	۱۹۷	۱۹۲	۱۷۰
۷	۲۷۲	۲۰۹	۱۹۴	۶۰
۸	۳۳۰	۲۰۳	۱۹۵	۱۴۵
۹	۳۲۷	۲۰۸	۲۰۰	۱۵۰
۱۰	۳۳۰	۲۰۳	۱۷۱	۹۰
۱۱	۳۲۱	۲۰۷	۱۷۴	۱۰۰
۱۲	۳۲۹	۲۳۴	۲۰۹	۲۰۰
۱۳	۲۸۱	۱۷۳	۱۶۵	۱۶۳
۱۴	۳۰۹	۲۰۳	۱۹۹	۱۷۰
۱۵	۲۹۱	۱۹۳	۱۸۸	۱۸۵
۱۶	۳۳۴	۱۷۷	۱۶۸	۸۵
۱۷	۲۴۹	۱۸۵	۱۷۷	۱۳۰
۱۸	۲۱۶	۱۷۶	۱۶۷	۱۶۰

حال نتایج را با نتایج حاصل از مدل استاندارد DEA مقایسه می‌کنیم. مدل استاندارد DEA برای ۱۸ مدل نوشته و حل شد، نتایج مطابق جدول ۵-۳ می‌باشد. طبق نتایج بدست آمده تامین‌کننده شماره ۳ تنها تامین‌کننده کارا می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

این نتیجه منطبق بر نتیجه حاصل از مدل (۱۹) می‌باشد. با این تفاوت که مدل استاندارد DEA، ۱۸ بار مدل را برای رسیدن به نتیجه مذکور حل می‌کند.

جدول ۵-۳: امتیاز کارایی ۱۸ تامین‌کننده

تامین‌کننده	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
امتیازکارایی	۰.۸۱	۰.۸۶	۱	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۷۳	۰.۷۷	۰.۷۸
تامین‌کننده	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
امتیازکارایی	۰.۶۲	۰.۶۵	۰.۸۳	۰.۸۲	۰.۸۴	۰.۸۸	۰.۶۴	۰.۸۶	۰.۹۶

۵-۴-۲) مثال دوم: انتخاب تامین‌کننده با داده‌های نادقیق

داده‌ها و اطلاعات استفاده شده در این مثال از مقاله تالوری و بیکر گرفته شده است که شامل اطلاعات ۱۸ تامین-کننده می‌باشد. برای هر کدام از تامین‌کنندگان دو معیار ورودی و یک معیار خروجی در نظر گرفته شده است. ورودی‌ها عبارتند از کل هزینه ارسال کالا[5] که اطلاعات مربوط به آن به صورت دقیق می‌باشد و شهرت تامین‌کننده[6] که یک معیار کیفی بوده و اطلاعات مربوط به آن به صورت ترتیبی می‌باشد. تعداد صورتحساب‌های دریافتی بدون مشکل[7] نیز به عنوان معیار خروجی در نظر گرفته شده است که اطلاعات مربوط به آن به صورت غیردقیق و به شکل بازه‌ای می-باشد. اطلاعات فوق در جدول شماره ۵-۴ آورده شده است.

فرض کنید نظر تیم خرید درباره اهمیت معیارها به صورت زیر باشد:

$$1 \le \frac{v_1}{v_2} \le 2 \qquad (۴۲)$$

معادلات مربوط به ورودی‌ها و خروجی به صورت زیر می‌باشد:

- هزینه ارسال کالا (داده‌های دقیق)

$$\theta_1^- = \{x_{11} = 253; x_{12} = 268; x_{13} = 259; ...; x_{1,18} = 216\} \qquad (۴۳)$$

- شهرت تامین‌کننده (داده‌های ترتیبی)

$$\theta_2^- = \{x_{2,18} \ge x_{2,16} \ge ... \ge x_{2,17}\} \qquad (۴۴)$$

- تعداد صورتحساب بدون مشکل (داده‌های بازه‌ای)

$$\theta_1^+ = \{50 \le y_{11} \le 65;\ 60 \le y_{12} \le 70; ...; 90 \le y_{1,18} \le 150\} \qquad (۴۵)$$

با استفاده از تغییر متغیر ذکر شده در رابطه (۱۸)، θ_1^-، θ_2^- و θ_1^+ به ترتیب به صورت زیر تبدیل می‌شوند:

[5] Total cost of shipments (TC)
[6] Supplier reputation (SR)
[7] Number of bills received from the supplier without errors (NB)

Archive of SID
www.SID.ir

$$\Omega_1^- = \{X_{11} = 253v_1; X_{12} = 268v_1; X_{13} = 259v_1; ...; X_{1,18} = 216v_1\} \quad (۴۶)$$
$$\Omega_2^- = \{X_{1,18} \geq X_{2,16} \geq ... \geq X_{2,17}\}$$
$$\Omega_1^+ = \{50u_1 \leq Y_{11} \leq 65u_1; 60u_1 \leq Y_{12} \leq 70u_1; ...; 90u_1 \leq Y_{1,18} \leq 150u_1\}$$

جدول ۵-۴: اطلاعات ۱۸ تامین‌کننده

شماره تامین-کننده	ورودی‌ها		خروجی
	هزینه ارسال کالا ($TC\ x_{1j}$)	شهرت تامین-کننده* ($SR\ x_{2j}$)	تعداد صورتحساب بدو ن مشکل ($NB\ y_{1j}$)
۱	۲۵۳	۵	[۵۰ ، ۶۵]
۲	۲۶۸	۱۰	[۶۰ ، ۷۰]
۳	۲۵۹	۳	[۴۰ ، ۵۰]
۴	۱۸۰	۶	[۱۰۰ ، ۱۶۰]
۵	۲۵۷	۴	[۴۵ ، ۵۵]
۶	۲۴۸	۲	[۸۵ ، ۱۱۵]
۷	۲۷۲	۸	[۷۰ ، ۹۵]
۸	۳۳۰	۱۱	[۱۰۰ ، ۱۸۰]
۹	۳۲۷	۹	[۹۰ ، ۱۲۰]
۱۰	۳۳۰	۷	[۵۰ ، ۸۰]
۱۱	۳۲۱	۱۶	[۲۵۰ ، ۳۰۰]
۱۲	۳۲۹	۱۴	[۱۰۰ ، ۱۵۰]
۱۳	۲۸۱	۱۵	[۸۰ ، ۱۲۰]
۱۴	۳۰۹	۱۳	[۲۰۰ ، ۳۵۰]
۱۵	۲۹۱	۱۲	[۴۰ ، ۵۵]
۱۶	۳۳۴	۱۷	[۷۵ ، ۸۵]
۱۷	۲۴۹	۱	[۹۰ ، ۱۸۰]
۱۸	۲۱۶	۱۸	[۹۰ ، ۱۵۰]

***: بالاترین شهرت ≡ ۱۸ و کمترین شهرت ≡ ۱**

Archive of SID

www.SID.ir

با حل مدل (۳۱) ماکزیمم مقدار اپسیلون به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\varepsilon^* = 0.0029 \quad (۴۷)$$

حال با حل مدل (۳۰) برای تعیین کاراترین تامین‌کننده داریم:

$$d_{11}^* = 0\ ,\ d_j^* > 0, \forall j \neq 11\ \&\ M^* = 0.406 \quad (۴۸)$$

این جواب بهینه نشان می‌دهد که تامین‌کننده شماره ۱۱ کاراترین تامین‌کننده می‌باشد. طبق الگوریتم ارائه شده برای پیدا کردن سایر تامین‌کنندگان کارا مدل فوق را با اضافه نمودن $d_{11} = 1$ دوباره حل می‌کنیم. جواب بهینه به صورت زیر بدست می‌آید:

$$d_{14}^* = 0\ ,\ d_j^* > 0, \forall j \neq 14\ \&\ M^* = 0.343 \quad (۴۹)$$

این جواب بهینه نشان می‌دهد که تامین‌کننده شماره ۱۴ نیز کارا بوده و در رتبه دوم قرار دارد. مطابق الگوریتم ارائه شده مدل (۳۰) را با اضافه نمودن محدودیت‌های جدید $d_{11} = 1$ و $d_{14} = 1$ دوباره حل می‌کنیم. جواب بهینه به صورت زیر به دست می‌آید:

$$d_4^* = 0\ ,\ d_j^* > 0, \forall j \neq 4\ \&\ M^* = 0.094 \quad (۵۰)$$

این جواب بهینه نشان می‌دهد که تامین‌کننده شماره ۴ نیز کارا بوده و در رتبه سوم قرار دارد. مدل (۳۰) با محدودیت‌های جدید $d_{11} = 1$، $d_{14} = 1$ و $d_4 = 1$ نشدنی می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که بقیه تامین‌کنندگان ناکارا می‌باشند. خلاصه نتیجه مدل و الگوریتم در جدول ۵-۵ آورده شده است.

جدول ۵-۵: رتبه‌بندی تامین‌کنندگان کارا

M^*	رتبه	شماره تامین‌کننده کارا
۰.۴۰۶	۱	۱۱
۰.۳۴۳	۲	۱۴
۰.۰۹۴	۳	۴

۵-۴-۳) مقایسه نتایج مدل پیشنهادی با مدل‌های فرضی پور و طلوع

فرضی پور(Farzipour Saen, 2007) از مدل استاندارد DEA با داده‌های نادقیق برای ارزیابی و انتخاب تامین-کنندگان در زنجیره تامین استفاده نمود. مطابق نتیجه حاصل از مدل آنان تامین‌کنندگان شماره‌های ۴، ۶ ، ۸، ۹، ۱۱، ۱۴ و ۱۷ کارا و بقیه تامین‌کنندگان ناکارا می‌باشند. در حقیقت این مدل تامین‌کنندگان را فقط به دو گروه کارا و ناکارا دسته‌بندی می‌کند و قادر به رتبه‌بندی تامین‌کنندگان کارا و تعیین کاراترین تامین‌کننده نیست. لذا مدیران خرید قادر به تعیین بهترین تامین‌کننده برای عقد قرارداد همکاری نیستند. علاوه بر این مدل فرضی پور محدودیت‌های وزنی برای

Archive of SID

www.SID.ir

اعمال نظرات تیم خرید درباره اهمیت معیارها را نیز شامل نمی‌شود. با توجه به اعمال محدودیت‌های وزنی در مدل ارائه شده فقط تامین‌کنندگان ۴، ۱۱ و ۱۴ کارا هستند که رتبه آنها در جدول ۵-۶ آورده شده است.

جدول ۵-۶: نتایج مدل Farzipour Saen 2007

تامین‌کننده	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
امتیازکارایی	۰.۷۱	۰.۵۲	۰.۵۴	۱	۰.۶	۱	۰.۷	۱	۰.۶۹
تامین‌کننده	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
امتیازکارایی	۰.۴۵	۱	۰.۷	۰.۶۶	۱	۰.۳۷	۰.۳۳	۱	۰.۸۹

مدل پیشنهادی این مقاله ضمن مشخص نمودن تامین‌کنندگان کارا، آنها را رتبه‌بندی نیز می‌نماید. همانطور که قبلا نیز بحث شد، مدل ارائه شده توسط طلوع و نالچیگر (Toloo& Nalchigar, 2011) فقط قادر است تامین‌کنندگان کارا را مشخص نماید و قادر به رتبه‌بندی آنها نیست. طبق نتایج مدل آنها تامین‌کنندگان شماره‌های ۴، ۶ ، ۸، ۹، ۱۱، ۱۴ و ۱۷ کارا و بقیه تامین‌کنندگان ناکارا هستند. مدل ارائه شده توسط طلوع و نالچیگر علاوه بر مشکل ارائه شده، قادر به در نظر گرفتن نظرات تیم خرید درباره اهمیت معیارها نیست. شایان ذکر است که این مقاله در یک ژورنال معتبر[8] به چاپ رسیده است.

[8] Expert Systems with Applications

Archive of SID

www.SID.ir

۵-۵) نتیجه گیری

در این فصل مدل و الگوریتم ارائه شده برای تعیین و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان کارا با داده‌های واقعی (داده‌های دقیق و نادقیق) مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه نتایج مدل پیشنهادی با مدل استاندارد تحلیل پوششی داده‌ها و نتایج مدل‌های مشابه نشان داد که مدل و الگوریتم ارائه شده از کارایی بالایی برخوردار است. همچنین مدل ارائه شده در مقایسه با مدل‌های مشابه موجود، مشخصه‌های بیشتری را در اختیار مدیران برای تصمیم‌گیری قرار می‌دهد که از مهمترین آنها می‌توان به تعیین کاراترین تامین‌کننده، در نظر گرفتن همزمان داده‌های دقیق، نادقیق و محدودیت‌های وزنی اشاره نمود. در ضمن مدل ارائه شده، برای تعیین کاراترین تامین‌کننده تنها یک بار مدل را حل می‌کند در حالی که در مدل استاندارد DEA برای تعیین بهترین تامین‌کننده باید حداقل به تعداد تامین‌کنندگان مدل نوشته و حل شود. مدل ارائه شده تحت عنوان مقاله ای " ارائه مدل جدید تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین کاراترین واحد تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق" در نشریه مهندسی صنایع دانشگاه تهران مورد پذیرش قرار گرفته است و در فرایند چاپ می باشد.

در این طرح ابتدا معیارها و مدل‌های موجود در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین مورد بررسی قرار گرفتند. برای اینکار مقالات و سازمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت ضمن تبیین معیارهای ارزیابی و انتخاب در شبکه نوآوری صنایع فرافن و بومی‌سازی آنها از طریق نظرات خبرگان سازمان صنایع هوایی، مدل پیشنهادی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای ارزیابی و انتخاب این تامین‌کنندگان ارائه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست مراجع

ابراهیمی ا. (۱۳۸۹). محدودیت‌های وزنی شدنی در DEA. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران.

ابراهیمی ب.، رحمانی م.، خاکزار بفروئی م. (۱۳۹۳). مدل برنامه‌ریزی خطی جدید برای تعیین واحد تصمیم‌گیری کارا در روش DEA. هفتمین کنفرانس بین‌المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات.

ابراهیمی ب.، رحمانی م.، خاکزار بفروئی م. (۱۳۹۳). تعیین بهترین تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق در روش تحلیل پوششی داده‌ها، توسعه مدل Toloo & Nalchigar, (2011). مجله علمی پژوهشی مدیریت تولید و عملیات دانشگاه اصفهان (ارسال شده، در دست داوری).

کوپر و.، سیفورد ل.، تن ک.، (۲۰۰۰). تحلیل پوششی داده‌ها مدل‌ها و کاربردها. ترجمه دکتر میرحسنی، ناشر: دانشگاه صنعتی امیرکبیر. چاپ سوم، ۱۳۹۱.

سهرابی، ب.، نالچیگر، س. (۱۳۸۹). ارائه یک مدل نوین تحلیل پوششی داده‌ها برای شناسایی کاراترین واحد تصمیم‌گیری با داده‌های غیردقیق. نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دروه ۴۴، ص ۶۳ تا ۷۳.

ذوالفقاری ر. (۱۳۸۸). طراحی مدل تولید توزیع در زنجیره تامین دو سطحی چند محصولی، چند کارخانه‌ای، چند پریودی با تقاضای غیر قطعی مشتریان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی صنایع.

رزمی ج.، جولای ف.، شخص‌نیایی م. (۱۳۸۶). ارائه مدل ترکیبی برای مسئله تصمیم‌گیری انتخاب تامین‌کننده و حل آن توسط الگوریتم ژنتیک. فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۳، تابستان ۱۳۸۶، ۱۵۲-۱۲۱.

قیدر خلجانی ج. (۱۳۸۶). ارائه یک مدل کمی برای انتخاب تامین‌کننده در زنجیره تامین یک خریدار و چند تامین‌کننده. رساله دکتری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی صنایع.

کتابی س.، نوری‌زاده م.، ایزدی ب. (۱۳۸۸). اولویت‌بندی تامین‌کنندگان قطعات با استفاده از رویکرد ترکیبی AHPفازی و TOPSIS فازی (مطالعه موردی: شرکت صنایع اپتیک اصفهان). اولین کنفرانس بین‌المللی و سومین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تامین.

Aissaoui N., Haouari M., Hassini E. "Supplier selection and order lot sizing modeling: A review", Computers & Operations Research, 3516 – 3540, 2007.

Akarte M.M., Surendra N.V., Ravi B., Rangaraj N., "Web based casting supplier evaluation using analytical hierarchy process", Journal of the Operational Research Society 52 (5), 511–522, 2001.

Albino V., Garavelli A.C., "A neural network application to subcontractor rating in construction", International Journal of Project Management, 9-14, 1998.

Allen R., Athanassopoulos A., Dyson R.G., Thanassoulis E., "Weights restrictions and value judgments in Data Envelopment Analysis: evolution, development and future directions", Annals of Operations Research 73, 13-34, 1997.

Arikan F., "A fuzzy solution approach for multi objective supplier selection", Expert Systems with Applications, 947–952, 2013.

Archive of SID

www.SID.ir

Amid A., Ghodsypour S.H., O'Brien C., "Fuzzy multi-objective linear model for supplier selection in a supply chain", International Journal of Production Economics, 394-407, 2006.

Amid A., Ghodsypour S.H., O'Brien C., "A weighted max–min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain", International Journal of Production Economics 131, 139–145, 2011.

Amin G.R., Toloo M., "Finding the most efficient DMUs in DEA: An improved integrated model", Computers & Industrial Engineering, 52, 71–77, 2007.

Amin G.R., "Comments on finding the most efficient DMUs in DEA: An improved integrated model", Computers & Industrial Engineering, 56, 1701–1702, 2009.

Asosheh A., Nalchigar S., Jamporazmey M, "Information technology project evaluation: An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach", Expert Systems with Application, 37, 5931–5938, 2010.

Azadi M., Jafarian M., Farzipoor Saen R., Mirhedayatian S.M., "A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context", Computers & operations research, 2014.

Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W., "Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis", Management Science, 3, 1078–1092, 1984.

Bayazit O., "Use of analytic network process in vendor selection decisions", Benchmarking: An International Journal 13, 566–579, 2006.

Bevilacqua M., Petroni A., "From Traditional Purchasing to Supplier Management: A Fuzzy Logic-based Approach to Supplier Selection", International Journal of Logistics: Research and Applications, 235-255, 2002.

Bottani E., Rizzi A., "An adapted multi-criteria approach to suppliers and products selection – An application oriented to lead-time reduction", International Journal Production Economics, 763–781, 2008.

Braglia M., Petroni A., "A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 30 (2), 96–111, 2000.

Burton T. T., "JIT/Repetitive sourcing strategies: tying the knot with your suppliers", Production and Inventory Management Journal. 4th Quarter, 38-41, 1998.

Cebi F., Bayraktar D., "An integrated approach for supplier selection", Logistics Information Management, 395-400, 2003.

Chan F.T.S., Chan H.K., Ip R.W.L., Lau H.C.W., "A decision support system for supplier selection in the airline industry", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B – Journal of Engineering Manufacture 221 (4), 741–758, 2007.

Choi J.H., Chang Y.S., "A two-phased semantic optimization modeling approach on supplier selection in Procurement", Expert Systems with Applications, 137-144, 2006.

Chan F.T.S., Chan H.K., "Development of the supplier selection model – A case study in the advanced technology industry", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B – Journal of Engineering Manufacture, 1807–1824, 2004.

Chan F.T.S., Kumar, N., "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach", OMEGA – International Journal of Management Science, 417–431, 2007.

Chai J., Liu J.N.K., E.W.T., "Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature", Expert Systems with Applications, 40, 3872-3885, 2013.

Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E., "Measuring the efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operation Research, 2, 429–444, 1978.

Chen X., Skully M., Brown K., "Banking efficiency in China: Application of DEA to pre- and post-deregulation eras: 1993–2000", China Economic Review, 16, 229–245, 2005.

Archive of SID

www.SID.ir

Cook W. D., Kress M., Seiford L. M., "Data Envelopment Analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors", Journal of Operational Research Society, 47, 945–953, 1996.

Cooper W.W., Park K.S., Yu G., "IDEA and AR-IDEA: models for dealing with imprecise data in DEA", Management Science, 45, 597–607, 1999.

Cooper W.W., Park K.S., Yu G., "IDEA (imprecise data envelopment analysis) with CMDs (column maximum decision making units)", Journal of Opertions Reseach Society, 52(2), 176–181, 2001.

Damghani K., Tavana M., Saami E., "A data envelopment analysis model with interval data and undesirable output for combined cycle power plant performance assessment", Expert Systems with Applications 42, 760–773, 2015.

Dargi et al., "Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach", Procedia Computer Science, Information Technology and Quantitative Management, 31, 691 – 700, 2014.

De Boer L., Labro E., Morlacchi P., "A review of methods supporting supplier selection", European Journal of Purchasing & Supply Management, 75-89, 2001.

De Boer L., Van der Wegen L., Telgen J., "Outranking methods in support of supplier selection", European Journal of Purchasing and Supply Management, 109-118, 1998.

Despotis D.K., Smirlis Y.G., "Data envelopment analysis with imprecise data", European Journal of Operational Research, 140, 24–36, 2002.

Dickson G. W., "An analysis of vendor selection systems and decisions", Journal of Purchasing, 2, 5–17, 1996.

Ebrahimi B., Rahmani M., "A new DEA model to determine the most efficient DMU in presence of weight restrictions, an application in supplier selection problem", The 45th Annual Iranian Mathematics Conference, 2014.

Ebrahimi B., Rahmani M., Khakzar M., "Comments on "Information technology project evaluation: An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach" and a new ranking algorithm", Journal of Data Envelopment Analysis and Decision Science, 1-9, doi: 10.5899/2014/dea-00077, 2014.

Ellram L. M., "The supplier selection decision in strategic partnerships", Journal of purchasing and materials management, 26(3), 8-14, 1987.

Emrouznejad A., Rostamy-Malkhalifeh M., Hatami-Marbini A., Tavana M., Aghayi N., "An overall profit Malmquist productivity index with fuzzy and interval data", Mathematical and Computer Modelling, 54, 2827–2838, 2011.

Ertay T., Ruan D., Tuzkaya U. R. "Integrating data envelopment analysis and analytic hierarchy for the facility layout design in manufacturing systems", Information Sciences, 176, 237–262, 2006.

Farzipoor Saen R., "Supplier selection in the presence of both cardinal and ordinal data", European Journal of Operational Research, 741-747, 2007.

Farzipoor Saen R., "Supplier selection by the new AR-IDEA model", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 39, 1061–1070, 2008.

Farzipoor Saen, R., "Restricting weights in supplier selection decisions in the presence of dual-role factors", Applied Mathematical Modelling, 34, 2820–2830, 2010.

Foroughi A.A., "A new mixed integer linear model for selecting the best decision making units in data envelopment analysis", Computer & Industrial Engineering, 60, 550–554, 2011.

Foroughi A.A., "A revised and generalized model with improved discrimination for finding most efficient DMUs in DEA", Applied Mathematical Modelling, 37, 4067–4074, 2013.

Gencer C., Gurpinar D., "Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm", Applied Mathematical Modelling, 2475–2486, 2007.

Archive of SID

www.SID.ir

Ghodsypour S.H., O'Brien C., "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming", International Journal of Production Economics, 1998.

Ghodsypour S.H., O'Brien C.O., "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint", International Journal of Production Economics, 15-27, 2001.

Ghobadian A., Stainer A., Kiss T., "A computerized vendor rating system.Proceedings.Proceeding of the first international symposium on logistics", The University of Nottingham, Nottingham, UK, 321-328, 1993.

Goffin K., Szwejczewski M., New C., "Managing suppliers: When fewer can mean more", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 27(7), 422–436, 1997.

Golmohammadi D., Parast M., "Developing a grey-based decision-making model for supplier selection", International Journal of Production Economics 137, 191–200, 2012.

Grando A., Sianesi A., "Supply management: a vendor rating assessment", CEMS Business Review 1, 199-212, 1996.

Ha S.H., Krishnan R., "A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain", Expert Systems with Applications,1303–1311, 2008.

Hinkle C.L., Robinson P. J., Green P. E., "Vendor evaluation using cluster analysis", Journal of Purchasing, 49-58, 1969.

Holt G.D., "Which contractor selection methodology?", International Journal of Project Management, 153-164, 1998.

Ho W., Xu X., Dey P. K., "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review", European Journal of Operational Research, 16–24, 2010.

Hong G. H., Park S. C., Jang D. S., Rho H. M., "An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship", Expert Systems with Applications, 629–639, 2005.

Jahanshahloo G.R., Lotfi F., Rezaie V., Khanmohammadi M., "Ranking DMUs by ideal points with interval data in DEA", Applied Mathematical Modelling 35, 218–229, 2011.

Jahanshahloo G.R., Soleimani-damaneh M., Mostafaee A., "Preference score of units in the presence of ordinal data", Chaos, Solitons and Fractals 39, 214–221, 2009.

Johnes J., "Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993", European Journal of Operational Research, 174, 443–456, 2006.

Kahraman C., Cebeci U., Ulukan Z., "Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP", Logistics Information Management, 382–394, 2003.

Karpak B., Kumcu E., Kasuganti R., "An application of visual interactive goal programming: a case in vendor selection decisions", Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 93-105, 1999.

Karsak E., Dursun M., "An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data", Expert Systems with Applications 41, 6995–7004, 2014.

Kao C., "Interval efficiency measures in data envelopment analysis with imprecise data", European Journal of Operational Research, 174, 1087-1099, 2006.

Kawtummachai R., Van Hop N., "Order allocation in a multiple-supplier environment", International Journal of Production Economics, 231–238, 2005.

Karpak B., Kumcu E., Kasuganti, R., "Purchasing materials in the supply chain: Managing a multi-objective task", European Journal of Purchasing and Supply Management, 209–216, 2001.

Kannan D., Khodaverdi R., Olfat L., Jafarian A., Diabat A., "Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain", Journal of Cleaner Production 47, 355-367, 2013.

Archive of SID

www.SID.ir

Khaleie S., Fasanghari M., Tavassoli E., "Supplier selection using a novel intuitionist fuzzy clustering approach", Applied Soft Computing 12, 1741–1754, 2012.

Khalili M., Camanho A.S., Portela M.C.A.S., Alirezaee M.R., "The measurement of relative efficiency using data envelopment analysis with assurance regions that link inputs and outputs", European Journal of Operational Research, 761-770, 2010a.

Khalili M., Camanho A.S., Portela M.C.A.S., Alirezaee M.R., "An improvement on the Tracy and Chenmodel 'A generalized model for weight restrictions in DEA", Journal of the Operational Research Society (JORS), 61, 1789 -1793, 2010b.

Kilincci O., Onal S.A., "Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company", Expert Systems with Applications, 9656–9664, 2011.

Kumar M., Vrat P., Shankar R., "A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain", Computers & Industrial Engineering, 69–85, 2004.

Kull T.J., Talluri S., "A supply-risk reduction model using integrated multicriteria decision making", IEEE Transactions on Engineering Management, 409–419, 2008.

Kumar A., Jain V., Kumar S., "A comprehensive environment friendly approach for supplier selection", Omega, 42, 109–123, 2014.

Lee J., Cho H., Kim Y.S., "Assessing business impacts of agility criterion and order allocation strategy in multi-criteria supplier selection", Expert Systems with Applications 42, 1136–1148, 2015.

Lehman D., Oshaughnessy J., "Decision Criteria used in buying different categories of products", Journal of Purchasing and Materials Management, 1982.

Liu J., Ding F.Y., Lall V., "Using Data Envelopment Analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement", Supply Chain Management: An International Journal, 143-150, 2000.

Lee E.K., Ha S., Kim S.K., "Supplier Selection and Management System Considering Relationships in Supply Chain Management", IEEE Transactions on Engineering Management, 307-318, 2001.

Li X.B., Reeves G.R., "A multiple criteria approach to data envelopment analysis", European Journal of Operational Research, 115, 507–517, 1999.

Lin R.H., "An integrated model for supplier selection under a fuzzy situation", International Journal of Production Economics, 138, 55- 61, 2012.

Lin C.T., Chen C.B., Ting Y.C., "An ERP model for supplier selection in electronics industry", Expert Systems with Applications 38, 1760–1765, 2011.

Luo X., Wu C., Rosenberg D., Barnes D., "Supplier selection in agile supply chains: an information processing model and an illustration", Journal of Purchasing and Supply Management 15 (4), 249–262, 2009.

Masella C., Rangone A., "A contingent approach to the design of vendor selection systems for different types of co-operative customer/supplier relationships", International Journal of Operations and Production Management, 70–84, 2000.

Marbini A., Emrouznejad A., Agrell P.J., "Interval data without sign restrictions in DEA", Applied Mathematical Modelling, 38, 2028–2036, 1013.

Mendoza A., Santiago E., Ravindran A.R., "A three-phase multi-criteria method to the supplier selection problem", International Journal of Industrial Engineering, 195–210, 2008.

Mendoza A., Ventura J.A., "An effective method to supplier selection and order quantity allocation", International Journal of Business and Systems Research, 1–15, 2008.

Mohrman S.A, Glinow M.A.V., "High technology organizations: Context, organization and people", Journal of Engineering and Technology Management, 261-280, 1990.

Muralidharan C., Anantharaman N., Deshmukh S.G., "A multi-criteria group decision-making model for supplier rating", Journal of Supply Chain Management 38 (4), 22–33, 2002.

Archive of SID

www.SID.ir

Narasimhan R., Talluri S., Mendez D., "Supplier evaluation and rationalization via data envelopment analysis: an empirical examination", Journal of Supply Chain Management 37 (3), 28–37, 2001.

Narasimhan R., Talluri S., Mahapatra S.K., "Multiproduct, multi-criteria model for supplier selection with product life-cycle considerations", Decision Sciences 37 (4), 577–603, 2006.

Ng S.T., Skitmore R.M., "CP-DSS: Decision support system for contractor prequalification", Civil Engineering and Environmental Systems, 133-159, 1995.

Ng W.L., "An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem", European Journal of Operational Research, 1059–1067, 2008.

Shirkouhi, Shakouri H., Javadi B., Keramati A., "Supplier selection and order allocation problem using a two-phase fuzzy multi-objective linear programming", Applied Mathematical Modelling, 37, 9308–9323, 2013.

Park K.S., "Simplification of the transformations and redundancy of assurance regions in IDEA (imprecise DEA)", Journal of the Operational Research Society 55, 1363-1366, 2004.

Park K.S., "Duality, efficiency computations and interpretations in imprecise DEA", European Journal of Operational Research, 200, 289–296, 2010.

Perçin S., "An application of the integrated AHP–PGP model in supplier selection", Measuring Business Excellence, 34–49, 2006.

Polansky A.M., "Supplier selection based on bootstrap confidence regions of process capability indices", International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, 1-14, 2003.

Ronen B., Trietsch D., "A decision support system for purchasing management of large projects", Operations Research, 882-890, 1988.

Rouyendegh B.D., Saputro T.E., "Supplier selection using integrated fuzzy TOPSIS and MCGP: a case study", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 5th World Conference on Educational Sciences, 116, 3957 – 3970, 2014.

Sarkis J., Talluri S., "A model for strategic supplier selection", Journal of Supply Chain Management 38 (1), 18–28, 2002.

Sexton T.R., Silkman R.H., Hogan A.J., "Data envelopment analysis: Critique and extensions. In: Silkman, R.H. (Ed.), Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis", Jossey-Bass, San Francisco, pp. 73-105, 1986.

Shafer S.M., Byrd T.A., "A framework for measuring the efficiency of organizational investments in information technology using data envelopment analysis", Omega, 28, 125–141, 2000.

Stewart, T.J., "Relationships between data envelopment analysis and multiple criteria decision making", Journal of the Operational Research Society 47 (5), 654-665, 1996.

Talluri S., Sarkis J., "A model for performance monitoring of suppliers", International Journal of Production Research, 4257-4269, 2002.

Talluri S., Baker R.C., "A multi-phase mathematical programming approach for effective supply chain design", European Journal of Operational Research 141 (3), 544-558, 2002.

Thanassoulis E., Portela M.C.A.S., Allen R., "Incorporating Value Judgments in DEA", In Cooper, W. W., Seiford, L. W. and Zhu, J., editors, Handbook on Data Envelopment Analysis. Kluwer Academic Publishers, 99-138, 2004.

Timmerman E., "An approach to vendor performance evaluation", Journal of Purchasing and Materials Management, 2-8, 1986.

Toloo M., "On finding the most BCC-efficient DMU: A new integrated MIP–DEA model", Applied Mathematical Modelling, 36, 5515–5520, 2012.

Toloo M., Ertay T., "The most cost efficient automotive vendor with price uncertainty: A new DEA approach", Measurement 52, 135–144, 2014.

Archive of SID

www.SID.ir

Toloo M., Nalchigar S., "A new DEA method for supplier selection in presence of both cardinal and ordinal data", Expert Systems with Applications,14726–14731, 2011.

Toloo M., Nalchigar S., "A new integrated DEA model for finding most BCC-efficient DMU", Applied Mathematical Modelling, 33, 597–604, 2009.

Tracy D.L., Chen B., "A generalized model for weight restrictions in data envelopment analysis", Journal of the Operational Research Society (JORS), 56: 390–396, 2005.

Valluri A., Croson D.C., "Agent learning in supplier selection models", Decision Support Systems, 219-240, 2005.

Veni K.K, Rajesh R., Pugazhendhi S., "Development of Decision Making Model Using Integrated AHP and DEA for Vendor Selection", Procedia Engineering, 38, 3700–3708, 2012.

Wang Y.M., Jiang P., "Alternative mixed integer linear programming models for identifying the most efficient decision making unit in data envelopment analysis", Computers & Industrial Engineering, 62, 546–553, 2012.

Ware N.R, Singh S.P., Banwet D.K., "A mixed-integer non-linear program to model dynamic supplierselection problem", Expert Systems with Applications, 41, 671–678, 2014.

Wadhwa V., Ravindran A.R., "Vendor selection in outsourcing", Computers and Operations Research, 3725–3737, 2007.

Wang Y.M., Greatbanks R., Yang J.B., "Interval efficiency assessment using data envelopment analysis", Fuzzy Sets and Systems, 153, 347–370, 2005.

Weber C.A., Ellram L.M., "Supplier selection using multi-objective programming: a decision support system approach", International Journal of Physical Distribution& Logistics Management, 3-14, 1992.

Weber C.A., Desai A., "Determination of paths to vendor market efficiency using parallel co-ordinates representation: a negotiation tool for buyers", European Journal of Operational Research, 142-155, 1996.

Weber C.A., Current J.R., Desai A., "Non-cooperative negotiation strategies for vendor selection", European Journal of Operational Research, 208-223, 1998.

Weber C.A., Current J.R., "A multi-objective approach to vendor selection", European Journal of Operational Research, 173-184, 1993.

Wu C., Barnes D., "A literature review of decision-making models and approaches for partner selection in agile supply chains", Journal of Purchasing & Supply Management, 17, 256–274, 2011.

Xia W., Wu Z., "Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments", OMEGA – International Journal of Management Science, 494–504, 2007.

Xiaodong Y.L., Chen L.Y., "Supplier selection using axiomatic fuzzy set and TOPSIS methodology in supply chainmanagement", Fuzzy Optimization and Decision Making, 11, 147–176, 2012.

Zhixiang C., Shihua M., Rongqiu C., "Fuzzy Multi-objective decision model of supplier selection with preference information", Journal of Systems Engineering and Electronics, 34-41, 2001.

Zenz G., "Purchasing and the Management of Materials", Wiley, New York, 1981.

Zhu J., "Imprecise data envelopment analysis (IDEA): A review and improvement with an application", European Journal of Operational Research 144 (3), 513–529, 2003.

Zhu J., "Imprecise DEA via standard linear DEA models with a revisit to a Korean mobile telecommunication company", Operations Research, 52, 323-329, 2004.

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست ۱: پیشنهاد پروپوزال کلی به سازمان صنایع هوایی

عنوان پروپوزال:

طراحی و پیاده‌سازی داشبورد مدیریت استراتژیک شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی

معرفی مسئله

سازمان‌های بزرگ مثل سازمان صنایع هوایی برای تولید محصول‌های خود با تامین‌کنندگان و پیمانکاران بسیار زیادی سروکار دارند. به مجموعه این تامین‌کنندگان و پیمانکاران که در ارتباط و همکاری با یکدیگر محصولی را خلق و تولید می‌کنند شبکه نوآوری گفته می‌شود. شبکه‌ی نوآوری در یک تعریف کلی عبارت است از مجموعه‌ای از سازمان‌ها و موسسات مستقل و روابط فیمابین آنها که بنابر انگیزه‌ای مختلف و به اشکال حقوقی گوناگون و متنوع، در فرآیند تحقیق و توسعه با یکدیگر همکاری نموده و منابع و دانش خود را به اشتراک می‌گذارند. چنانچه سازمان‌ها به تحقیق و توسعه داخلی بسنده ننموده و از دانش خارجی نیز برای کسب دانش و فناوری جهت افزایش رقابت‌پذیری بهره ببرند در این صورت نوآوری باز خواهد بود. در حقیقت نوآوری باز الگویی مبتنی بر این فرض است که اگر شرکت‌ها به دنبال ارتقا فناوری خود باشند می‌بایست از ایده‌های خارجی همانند ایده‌های داخلی بهره ببرند.

تمرکز اصلی سازمان صنایع هوایی در تولید، نگهداری و تعمیرات انواع هواپیما، بالگرد و پرنده‌ها است . به طور کلی اجزای اصلی این محصولات در سازمان صنایع هوایی عبارت است از :

- سازه شامل بال، بدنه و سطوح فرامین
- پیشرانه شامل موتور، متعلقات موتور، سیستم سوخت و سیستم روانکاری
- سامانه‌ها و متعلقات اویونیکی شامل نشان‌دهنده‌ها، سیستم‌های هدایت، کنترل و ناوبری، سیستمهای ارتباطات
- سامانه‌ها و متعلقات مکانیکی و هیدرولیکی شامل: ارابه‌های فرود و سیستم حیات

با توجه به اینکه اجزای یک محصول (به عنوان مثال یک هواپیما) در سازمان صنایع هوایی از تنوع بالایی برخوردار است به همین دلیل تعداد تامین‌کنندگان و پیمانکاران این سازمان در جهت طراحی، ساخت و تست یک محصول بسیار زیاد است. بنابراین شناسایی، دسته‌بندی(خوشه‌بندی)، ارزیابی، انتخاب و مدیریت تامین‌کنندگان و پیمانکاران مربوطه با هدف رسیدن به کیفیت بالا، اطمینان از محصول، تسهیل در دسترسی سریع به تامین کننده بسیار حائز اهمیت است. در این راستا در جهت تدوین استراتژی برای رسیدن به شبکه نوآوری با خصوصیات ذکر شده پاسخ به موارد زیر ضروری می‌باشد:

- شناسایی نقاط قوت و ضعف سازمان در تامین نیازهای طراحی، ساخت، نگهداری و تعمیر محصولات
- شناسایی نقاط ضعف و قوت تامین‌کنندگان و پیمانکاران شبکه نوآوری (ارزیابی توان شبکه نوآوری)
- اولویت گذاری حوزه های نیازمند به تقویت و توانمندسازی
- اولویت گذاری حوزه‌ای خارج از سازمان، داخل کشور و خارج شکور با هدف برون سپاری
- تعیین تامین کنندگان داخلی فرآیند طراحی و ساخت نیازمند به تقویت پایه های دانش

Archive of SID

www.SID.ir

برای تحقق سوالات مطرح شده با هدف تبیین استراتژی توسعه شبکه نوآوری، نیاز است نرم‌افزاری طراحی شود تا بتوان اطلاعات و مشخصات تامین‌کنندگان از جمله خصوصیات آنها و نقاط ضعف و قوت آنها را ثبت نمود و همچنین تامین-کنندگان و پیمانکاران مختلف با توجه به زمینه‌های کاری و خصوصیات آنها دسته‌بندی شوند.

این نرم افزار بایستی توانایی ترسیم ماتریسی با خصوصیات زیر را در طراحی و ساخت یک محصول در سازمان صنایع هوایی دارا باشد:

مراحل ساخت / اجزا	طراحی	نمونه‌سازی	ساخت و تولید	مونتاژ و یکپارچه-سازی	آزمون و تست	تائید و گواهی-نامه	تعمیرات و نگهداری
سازه	تامین کننده۱	تامین کننده۲	تامین کننده۳	تامین کننده۴	تامین کننده۵	تامین کننده۶	تامین کننده۷
پیشرانه	تامین کننده۸	تامین کننده۹	تامین کننده۱۰	تامین کننده۱۱	تامین کننده۱۲	تامین کننده۱۳	تامین کننده۱۴
سامانه‌های مکانیکی-هیدرولیکی	تامین کننده۱۵	تامین کننده۱۶	تامین کننده۱۷	تامین کننده۱۸	تامین کننده۱۹	تامین کننده۲۰	تامین کننده۲۱
اویونیک	تامین کننده۲۲	تامین کننده۲۳	تامین کننده۲۴	تامین کننده۲۵	تامین کننده۲۶	تامین کننده۲۷	تامین کننده۲۸

شایان ذکر است که هر کدام از مراحل ساخت دارای سطوح مختلفی هستند. به عنوان نمونه طراحی معمولا شامل سه سطح طراحی مفهومی[1]، طراحی اولیه[2] و طراحی جزئی (دقیق)[3] است.

در جدول فوق تامین‌کنندگان هر کدام از عناصر ماتریس معمولا متفاوت هستند. به عنوان مثال دانشگاه‌ها معمولا بیشتر در بخش طراحی (طراحی سازه، پیشرانه و ..) وارد می‌شوند. همچنین ممکن است بخش‌هایی از ماتریس بالا در داخل کشور قابل تامین (و یا طراحی) نباشد و از تامین‌کنندگان خارج از کشور استفاده شود. مجموعه عناصر (تامین‌کنندگان و پیمانکاران) بخش‌های مختلف جدول بالا شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی را تشکیل می‌دهند که در ارتباط و همکاری با یکدیگر محصولی را خلق و تولید می‌کنند.

همانطور که اشاره شد شناسایی، ارزیابی، انتخاب و مدیریت تامین کنندگان در شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی بسیار حائز اهمیت است. همچنین آگاهی مدیران ارشد سازمان از نقاط ضعف و قوت شبکه در سیاست‌گذاری و تعیین اهداف استراتژیک ضروری می‌باشد. برای اینکار نیاز است ابتدا ساختار شکست محصول مشخص شود. این شکست باید تا جایی انجام شود که تامین‌کننده نهایی قابلیت تامین جزء را بصورت انفرادی داشته باشد. مشخص نمودن این اجزا به همراه تامین‌کنندگان آنها (شبکه نوآوری) می‌تواند تاثیر بسیاری در شناخت شبکه نوآوری و موفقیت آن در سازمان داشته باشد. لذا هدف این طرح در وهله اول تعیین ساختار شکست محصول و شناسایی و تعیین تامین‌کنندگان و پیمان‌کاران آنها می‌باشد که منجر به تعیین و طراحی شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی خواهد شد. در وهله دوم

[1] Conceptual design
[2] Preliminary design
[3] Detail design

Archive of SID

www.SID.ir

طراحی و پیاده سازی نرم‌افزار برای مدیریت و توسعه این شبکه خواهد بود. همچنین تامین‌کنندگان شبکه خوشه‌بندی خواهند شد تا در صورت نیاز بتوان از بین آنها یک و یا چند تامین‌کننده را بعد از ارزیابی انتخاب نمود. فاز تکمیلی در صورت نیاز می تواند طراحی مدل ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان باشد.

خروجی‌های طرح

- گزارش مرور ادبیات موضوع، اهمیت و ضرورت انجام طرح.
- گزارش مربوط به ساختار شکست محصول شبکه نوآوری
- شناسایی تامین‌کنندگان و ایجاد بانک اطلاعاتی مربوط به شبکه نوآوری
- طراحی نرم‌افزار مربوط به شبکه نوآوری با قابلیت حذف و اضافه نمودن تامین‌کنندگان جدید
- خوشه‌بندی تامین‌کنندگان به طوری که با یکدیگر قابل مقایسه و ارزیابی باشند.
- طراحی مدل ارزیابی و انتخاب در صورت وجود تعدد تامین‌کننده برای یک باکس.
- گزارش مربوط به پیاده‌سازی نرم‌افزار

ویژگی‌های بارز نرم‌افزار مدیریت تامین‌کنندگان شبکه نوآوری

به طور حتم ارزیابی توان شبکه نوآوری مقدمه سیاست‌گذاری در این حوزه است. برای رسیدن به این هدف نرم‌افزاری که در این طرح تبیین خواهد شد ضمن اینکه بانک اطلاعاتی کاملی از تمامی تامین‌کنندگان شبکه نوآوری را دارد می‌تواند در موارد زیر اطلاعات کامل و جامعی برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری برای مدیران ارشد سازمان به صورت زیر ایجاد نماید:

- تعیین نقاط ضعف و نقاط قوت شبکه نوآوری: این موارد در نرم‌افزار می‌تواند با رنگ‌های مختلف نشان داده شود. به عنوان نمونه قسمت‌هایی از شبکه نوآوری که در داخل کشور قابلیت تامین ندارند می‌توان به رنگ قرمز و قسمت‌هایی که با سرمایه‌گذاری و تقویت دانش فنی قابلیت تامین را خواهند داشت با رنگ زرد و قسمت‌هایی که توان کافی برای تامین را دارند با رنگ سبز مشخص می‌شوند.
- مدیران ارشد سازمان قادر خواهند بود در حوزه‌های مختلف شبکه نوآوری وضعیت موجود تامین کنندگان مورد نظر را در قالب گزارش‌های خروجی نرم‌افزار استخراج نمایند و سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری لازم را اتخاذ نمایند. به عنوان نمونه می‌توان با یک کلیک وضعیت کلی تامین‌کنندگان (شامل طراحی، تامین مواد اولیه، ساخت، تست و آزمون) در زمینه طراحی و ساخت بال‌های هواپیما را مشاهده نمود و بعد از ارزیابی می‌توان در این حوزه سیاست‌گذاری نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

روش تحقیق مورد نظر

روش پژوهش در این طرح، کتابخانه‌ای و میدانی است و در سه مرحله انجام می‌شود:

فاز اول: شناسایی شکست اجزای محصول سازمان صنایع هوایی (هواپیما)

- استفاده از منابع اطلاعاتی بخش‌های مختلف سازمان صنایع هوایی
- استفاده از منابع اطلاعاتی سایر کشورها

فاز دوم: شناسایی و ایجاد بانک اطلاعاتی تامین‌کنندگان مطابق فاز اول پروژه

- شناسایی و جمع‌آوری منابع اطلاعاتی از بخش‌های مختلف سازمان صنایع هوایی
- خوشه‌بندی تامین‌کنندگان بطوری که قابل مقایسه و ارزیابی باشند.

فاز سوم: تدوین مدل ارزیابی و نرم افزار مدیریت اطلاعات شبکه نوآوری

- تدوین مدل ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان و پیمان‌کاران شبکه نوآوری
- طراحی نرم‌افزار مدیریت شبکه نوآوری سازمان صنایع هوایی
- پیاده‌سازی نرم‌افزار

روش گردآوری اطلاعات و داده‌ها:

در این طرح از ابزارهای گردآوری داده به شرح زیر استفاده خواهد شد؛

مطالعات کتابخانه‌ای: مطالعه مباحث تئوریک مرتبط با موضوع تحقیق و استفاده از بانک اطلاعاتی سازمان صنایع هوایی.

پرسش‌نامه: از خبرگان، مسئولان، کارشناسان و متخصصان حوزه های صنعت هوایی کشور استفاده خواهد شد.

کاوش رایانه‌ای: در زمینه مقالات و منابع مرتبط با موضوع تحقیق.

نیازمندی‌ها

نیاز است یک تیم از سازمان صنایع هوایی برای کمک به جمع‌آوری اطلاعات برای انجام این پروژه باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست ۲: مقاله ارسالی به نشریه مدیریت تولید و عملیات

تعیین بهترین تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق در روش تحلیل پوششی داده‌ها، توسعه مدل Toloo & Nalchigar, (2011)

مرتضی رحمانی۱، بهلول ابراهیمی۲، مرتضی **خاکزار بفروئی**[۱]

۱- دانشیار پژوهشی، پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی شریف، گروه پژوهشی مهندسی صنایع (ACECR)-تهران- ایران
–rahmanimr@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری، پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی شریف، گروه پژوهشی مهندسی صنایع (ACECR)-تهران- ایران
– b_ebrahimi@jdsharif.ac.ir

۳- استادیار، پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی شریف، گروه پژوهشی مهندسی صنایع (ACECR)-تهران- ایران
– khakzar@jdsharif.ac.ir

چکیده: انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین بعنوان یک مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (شامل معیارهای کیفی و کمی)، از مهمترین عوامل تاثیرگذار در یک زنجیره تامین کارا است. در سال ۲۰۱۱ طلوع و نالچیگر (Toloo & Nalchigar) یک مدل ترکیبی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای تعیین کاراترین (بهترین) تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق ارائه دادند. در مقاله حاضر نشان داده می‌شود که مدل آنها به طور تصادفی یکی از تامین‌کنندگان کارا را کاراترین معرفی می‌کند و قادر به تعیین صحیح کاراترین تامین‌کننده نیست. همچنین ضمن بیان سایر مشکلات این مدل، یک مدل اصلاح شده برای رفع این مشکلات ارائه می‌شود. مدل پیشنهادی این مقاله قادر است با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق، کاراترین تامین‌کننده را تنها با حل یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح پیدا کند. علاوه بر این، برای تعیین و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا الگوریتم جدیدی پیشنهاد شده است. کاربرد رویکرد ارائه شده برای داده‌های غیردقیق ۱۸ تامین‌کننده نشان داده شده است.

واژه های کلیدی: انتخاب تامین‌کننده، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، داده‌های غیردقیق، رتبه‌بندی

نام نویسنده مسئول : مرتض رحمانی
نشانی نویسنده مسئول : ایران – تهران – خیابان شهید قاسمی– **پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی شریف** – گروه پژوهشی مهندسی صنایع

Archive of SID
www.SID.ir

۱ – مقدمه

انتخاب تأمین‌کننده مناسب یکی از مهمترین فعالیت‌های شرکت‌ها در مدیریت زنجیره تأمین است. انتخاب نادرست تأمین‌کننده، می‌تواند موقعیت مالی و فنی یک زنجیره تأمین را دچار اختلال نماید (Aissaoui et al. 2007). شرکت‌ها در جستجوی راهی هستند تا بتوانند توسعه محصول را در کوتاه مدت با کیفیتی بالا و هزینه پایین انجام دهند. به دلیل افزایش علاقه کمپانی‌ها به همکاری استراتژیک با تأمین‌کنندگان کلیدی در طول فرآیند توسعه محصول، تیم مسئول انتخاب تأمین‌کننده، باید از ابزاری استفاده کنند تا بتوانند تأمین‌کنندگان را براساس توانایی‌ها و عملکرد آنها طبقه‌بندی کنند (Kheljani, 2008).

با توجه به اهمیت موضوع، روش‌ها و مدل‌هایی زیادی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه شده است. از مهمترین این روش‌ها می‌توان به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تحلیل پوششی داده‌ها[1] (DEA)، فرآیند تحلیل شبکه (ANP)، برنامه‌ریزی خطی، غیرخطی و چندهدفه، الگوریتم ژنتیک (GA)، تئوری مجموعه‌های فازی و تئوری مطلوبیت چندشاخصه[2] (MAUT) اشاره نمود. یکی از روش‌هایی که بطور گسترده در این زمینه بکار رفته است مدل DEA است (Chai et al. 2013; Ho et al. 2010)

بیشتر روش‌ها و مدل‌های ارائه شده از جمله روش DEA مبتنی بر پایه داده‌های دقیق هستند و کمتر به بحث داده‌های غیردقیق[3] پرداخته‌اند. از آنجایی که مسئله ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده شامل هر دوی معیارهای کیفی و کمی است، لذا در مسئله انتخاب تامین‌کننده، داده‌های مربوط به اکثر معیارهای ارزیابی و انتخاب، غیردقیق (بازه‌ای، کراندار، ترتیبی و ...) می‌باشند(Ghodsypour and O'Brien, 1998).

طلوع و نالچیگر یک مدل ترکیبی با استفاده از روش DEA برای انتخاب کاراترین (بهترین) تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق (داده‌های ترتیبی، بازه‌ای، کسری کراندار و ...) ارائه دادند

در مقاله حاضر مدل آنها به همراه مشکلات آن تشریح خواهد شد و در نهایت مدل اصلاح شده‌ای ارائه خواهد شد که مشکلات مذکور را رفع می‌کند. مدل پیشنهادی این مقاله قادر خواهد بود با در نظر گرفتن همزمان داده‌های دقیق و غیردقیق در مدل DEA، بهترین تامین‌کننده را فقط با حل یک برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح تعیین نماید. لازم به ذکر است که در روش DEA برای تعیین کاراترین واحد تصمیم‌گیری (DMU) و یا تامین‌کننده، باید حداقل به تعداد DMUها مدل نوشته و حل شود. سهم علمی این مقاله را می‌توان به طور خلاصه به صورت زیر برشمرد:

- تشریح مشکلات روش مقاله **طلوع و نالچیگر** (Toloo and Nalchigar, (2011)).
- ارائه مدل جدید (مدل اصلاح شده) برای رفع مشکلات روش مقاله **طلوع و نالچیگر**
- تعیین بهترین تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق در روش DEA، با حل فقط یک مدل.
- ارائه الگوریتمی برای تعیین و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا.

شایان ذکر است که روش DEA به طور گسترده در تعیین امتیاز کارایی واحدهای مشابه بکار رفته است. از دلایل محبوبیت این مدل می توان به بررسی روابط پیچیده و اغلب نامعلوم بین چندین ورودی و خروجی اشاره نمود. همچنین این روش محدودیت تعداد معیارهای ارزیابی و تعداد واحدهای تصمیم‌گیری را مانند روش‌های دیگر ندارد. از مهمترین کاربردهای مدل DEA می‌توان به مسئله انتخاب تامین‌کننده در زنجیره تامین (Farzipoor Saen, 2007, 2008) ، ارزیابی عملکرد شعب بانک (Chen et al. 2005) ، تعیین کارایی موسسه‌های آموزشی (Johnes, 2006) ، حل مسئله طراحی چیدمان کارخانه (Ertay, 2006) ، و تعیین کارایی پروژه‌ها برای سرمایه‌گذاری (Shafer and Byrd, 2000)، اشاره نمود.

ادامه این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است. در بخش ۲، مرور ادبیات موضوع آورده شده است. در بخش ۳، مفاهیم اساسی مدل DEA، داده‌های غیردقیق و مدل Toloo and Nalchigar, (2011) به همراه مشکلات آن توضیح داده شده‌اند. در بخش ۴، مدل پیشنهادی برای رفع مشکلات روش فوق با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق در مدل DEA، مطرح و الگوریتمی برای شناسایی و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا ارائه شده است. مثال عددی و نتیجه‌گیری به ترتیب در بخش‌های ۵ و ۶ ارائه شده‌اند.

۲ – مرور ادبیات موضوع

تاکنون مدل‌ها و روش‌های زیادی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه شده است. Vokurka et al. (1996) سیستم خبره‌ای ارائه دادند که شامل کلیه مراحل انتخاب تامین‌کننده از جمله فاز تعریف معیارها می‌شود. این سیستم می‌تواند تصمیم‌گیرنده را در مورد این که در موقعیت‌های مختلف خرید چه معیارهایی را مورد توجه قرار دهد راهنمایی کند. داده‌های اولیه این سیستم خبره با استفاده از نظر مدیران خرید و نیز داده‌های تاریخی موجود تامین می‌شود. Liu et al. (2000)، از مدل DEA برای ارزیابی کارایی تامین‌کنندگان استفاده نمودند. برای اینکار ۳ معیار ورودی و ۲ معیار خروجی در نظر گرفته شد. هدف این مدل انتخاب تامین‌کنندگانی بود که تنوع محصولات زیادی دارند تا تعداد تامین‌کنندگان کاهش یابد. Ghodsypour and O'Brien, (2001) ابتدا یک مدل تک‌هدفه مطرح نمودند که هدف اصلی آن حداقل کردن هزینه‌ها بود و کیفیت محصول به عنوان یکی از محدودیت‌های مدل در نظر گرفته شد. در مدل دوم کیفیت نیز به اهداف اضافه و یک تابع چند هدفه تعریف شده است. در هر دو مدل از برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح استفاده شده است. مدل‌های ارائه شده در این مقاله تک محصولی[4] همراه با در نظر گرفتن مدیریت موجودی می‌باشد.

Talluri and Sarkis, (2002)، با استفاده از مدل DEA روشی را برای ارزیابی و پایش تامین‌کنندگان در طول همکاری با آنها ارائه داده‌اند. مدل آنها بر این پایه استوار است که کارایی یک تامین‌کننده از یک دوره به دوره دیگر تغییر می‌کند. Kumar et al., (2004)، یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی[5] برای حل مساله تک محصولی ارائه دادند. در این مدل صرفا توابع هدف که شامل حداقل شدن هزینه، تعداد محصول معیوب و تأخیر در دریافت محصول می‌باشند به صورت فازی و با تابع هدف عضویت مثلثی بیان شده‌اند. Kawtummachai and Van Hop, (2005)، در مقاله خود

[1] Data Envelopment Analysis (DEA)
[2] Multi-attribute Utility Theory
[3] Imprecise
[4] Single Item
[5] Fuzzy Goal Programming

Archive of SID

www.SID.ir

یک زنجیره تامین شامل چند تامین‌کننده، یک خریدار (دارای انبار) و چند توزیع‌کننده را در نظر گرفته‌اند. خریدار صرفا یک توزیع کننده عمده است و کار تولیدی انجام نمی‌دهد. بنابراین خریدار محصولات را از تامین‌کنندگان مختلف سفارش می‌دهد و آن‌ها را در انبار خود ذخیره می‌کند. سپس با توجه به سفارش هر تامین‌کننده جزء، محصول مورد نیاز را برای آن توزیع‌کننده ارسال می‌کند. در مدل نهایی علاوه بر حداقل شدن هزینه کل خرید، باید محدودیت حداقل سطح سرویس نیز تامین گردد. برای حل این مدل یک روش ابتکاری ارائه شده است.

Wadhwa and Ravindran, (2007)، مسئله انتخاب تامین‌کننده را در قالب برنامه‌ریزی چند هدفه با در نظر گرفتن سه هدف حداقل کردن قیمت، زمان تدارک[1] و اقلام برگشتی[2] مدل کردند. برای حل مدل راه‌کارهایی مانند برنامه‌ریزی آرمانی[3] و وزن‌دهی توابع هدف پیشنهاد شده است. Gencer and Gürpinar, (2007)، از مدل ANP برای ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین تامین‌کنندگان یک شرکت الکتریکی با در نظر گرفتن معیارهای مختلف استفاده کردند. معیارها در سه خوشه[4] دسته‌بندی شده و ارتباط آنها نیز مورد توجه قرار گرفته است. Farzipoor Saen, (2007)، مدلی برای انتخاب تامین‌کنندگان با داده‌های غیردقیق ارائه داد. این مدل شاید اولین مقاله موجود در جهت استفاده از داده‌های غیردقیق در مدل DEA برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان بود. در این مقاله داده‌های غیردقیق به شکل بازه‌ای (کراندار) و ترتیبی برای انتخاب تامین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفته است. مدل ارائه شده، تامین‌کنندگان را به دو گروه کارا و ناکارا دسته‌بندی می‌کند. این روش قادر به رتبه‌بندی تامین‌کنندگان کارا و تعیین کاراترین تامین‌کننده نیست.

Ha and Krishnan, (2008)، از یک مدل ترکیبی AHP و DEA برای انتخاب تامین‌کننده استفاده نمودند. برای اینکار ۱۲ معیار مورد استفاده قرار گرفت که در مرحله اول با استفاده از AHP عملکرد تامین‌کنندگان با استفاده از ۵ معیار کیفی ارزیابی شد. سپس ۷ معیار کمی باقی‌مانده به همراه خروجی مدل AHP برای اندازه‌گیری کارایی تامین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت. Kull and Talluri, (2008)، با استفاده از رویکرد AHP–GP و با در نظر گرفتن فاکتور ریسک اقدام به ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده نمودند. در این رویکرد از AHP برای ارزیابی تامین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای ریسک استفاده نموده و امتیاز ریسک آنها را محاسبه نمودند. سپس مدل برنامه‌ریزی آرمانی را برای ارزیابی تامین‌کنندگان با در نظر گرفتن اهداف ریسک و سایر محدودیت‌ها مورد استفاده قرار دادند. Mendoza and Ventura, (2008)، یک روش دو مرحله‌ای برای انتخاب و تخصیص سفارش ارائه نمودند. در مرحله اول از AHP برای رتبه‌بندی و کاهش تعداد تامین‌کنندگان استفاده نمودند. در مرحله دوم یک برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح برای تعیین مقدار بهینه سفارش ارائه دادند. Ebrahimi et al. (2010)، مسئله ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان را مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از روش‌های DEA و AHP مدلی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در شرایط واقعی ارائه دادند. در این مقاله ۲۳ معیار برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه شد. تامین‌کنندگان با توجه به تعدادشان به دو گروه تقسیم شدند و برای هر گروه مدلی ارائه شد.

[1] Lead time
[2] Rejects
[3] Goal Programming (GP)
[4] Cluster

Ebrahimi and Ebrahimi, (2012)، با در نظر گرفتن رابطه بین تعداد معیارها و تعداد تامین‌کنندگان الگوریتمی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه دادند. در این مقاله تامین‌کنندگان ضعیف و ناکارا در مرحله پیش ارزیابی حذف می‌شوند و تامین‌کنندگانی که نمره لازم را دارند در مرحله دوم مورد ارزیابی دقیق‌تر و تخصصی‌تر قرار می‌گیرند. Kilincci and Onal, (2011)، از رویکرد AHP فازی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان کارخانه تولید لباس‌شویی در ترکیه استفاده نمودند. برای اینکار ۳ معیار اصلی و ۱۴ زیر معیار در نظر گرفته شده است.

Arikan, (2013)، یک مسئله برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده ارائه داد. وی سه تابع هدف شامل مینیمم کردن هزینه، حداکثر کردن کیفیت و حداکثر کردن تحویل به‌موقع[5] را در نظر گرفت. Kumar et al., (2014)، روشی با رویکرد دوستی با محیط (طبیعت) با استفاده از مدل DEA برای انتخاب تامین‌کنندگان ارائه دادند. در این مدل داده‌ها به‌صورت دقیق در نظر گرفته شده است. این مدل تامین‌کنندگان را تشویق می‌کند تا میزان انتشار کربن را کاهش دهند.

بررسی مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد گرچه روش‌های زیادی از جمله مدل DEA، برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان ارائه شده است، ولی درنظر گرفتن داده‌های غیردقیق در این روش‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. همچنین روش‌هایی که داده‌های غیردقیق را در نظر گرفته‌اند قادر به تعیین کاراترین (بهترین) تامین‌کننده نیستند. بدین منظور در این مقاله یک مدل ترکیبی جدید برای تعیین کاراترین تامین‌کننده در روش DEA، با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق ارائه می‌شود. این مدل در حقیقت توسعه مدل Toloo and Nalchigar, (2011)، می‌باشد.

۳ – تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و داده‌های غیردقیق

در سال ۱۹۵۷ اقتصاددانی به‌نام Farrell, (1957)، برای اولین بار روش‌های غیرپارامتری را برای بررسی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده پایه‌گذاری نمود. حدود بیست سال بعد، Charnes, et al. (1978) با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی، روش ناپارامتری Farrell را به حالت چند ورودی–چند خروجی توسعه دادند که به مدل CCR معرف شده است. پس از آن Banker, (1984)، مدل BCC را ارائه دادند. این روش‌ها اساس روش‌های غیرپارامتری قرار گرفتند و تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها نامگذاری شدند. این مدل‌ها به سرعت توسعه پیدا کردند و تاکنون مقالات بسیار زیادی در این زمینه به چاپ رسیده‌اند که هدف عمده آنها محاسبه کارایی نسبی[6] واحدهای تصمیم‌گیرنده با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه می‌باشد. لازم به ذکر است که مدل CCR حالت بازده به مقیاس ثابت و مدل BCC بازده به مقیاس متغیر می‌باشد.

فرض کنید k، تعداد واحدهای مورد ارزیابی با تعداد m خروجی $Y_i = (y_{1i}, y_{2i}, y_{3i}, \ldots, y_{mi})$ ، $i = 1,2,3,\ldots,k$ و تعداد n ورودی $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, \ldots, x_{nj})$ ، $j = 1,2,3,\ldots,k$ باشد. طبق مدل CCR برای ارزیابی واحد p-ام داریم:

[5] On-time delivery
[6] Ratio Efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rp} \\ s.t. \quad & \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ip} = 1 \\ & \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 0, \quad j = 1,...,k \\ & u_r, v_i \ge 0, \ \forall i, r \end{aligned} \qquad (۱)$$

در مـــــــــــدل فـــــــــــوق $U = (u_1, u_2, ..., u_m)$ و $V = (v_1, v_2, ..., v_n)$ به ترتیب وزن (اهمیت) ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشد. بعد از حل مدل فوق چنانچه مقدار تابع هدف برابر یک باشد، واحد - pام کارا و در غیر این صورت (کمتر از یک) ناکارا خواهد بود. مدل فوق هربار برای هر یک از واحدها نوشته و حل می‌شود تا امتیاز کارایی آن واحد بدست آید.

بنا بر فرض مدل CCR (مدل ۱)، مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌ها باید به طور دقیق معلوم باشند. اما در دنیای واقعی مقادیر داده‌های ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای مورد ارزیابی، همیشه دقیق نیستند و در بسیاری از موارد از جمله مسئله انتخاب تامین‌کننده نمی‌توانیم مقادیر واقعی و دقیق داده‌ها را اندازه‌گیری کنیم. به عبارت دیگر ممکن است که چندین گزینه برای یک داده به عنوان مقدار اصلی آن در نظر گرفته شود و یا ممکن است که معیارهای کیفی برای داده‌های یک مسئله مطرح شود. اصطلاح داده‌های غیردقیق حالاتی را نشان می‌دهد که در آن داده‌ها در داخل یک بازه با کران‌های مشخص قرار دارند و یا نسبت به هم از اولویت خاصی برخوردارند. Cooper et al., (1999)، برای اولین بار اصطلاح داده‌های غیردقیق را مطرح کردند که شامل داده‌های نادقیق بازه‌ای و داده‌های نادقیق ترتیبی بود. مدل DEA حاصل از این داده‌ها، DEA نادقیق یا IDEA[1] نامیده شد.

در زیر این داده‌ها به طور خلاصه توضیح داده می‌شوند.

- داده‌های کراندار یا بازه‌ای[2]

$$\begin{aligned} & \underline{x}_{ij} \le x_{ij} \le \bar{x}_{ij} \quad (i \in BI) \\ & \underline{y}_{rj} \le y_{rj} \le \bar{y}_{rj} \quad (i \in BO) \end{aligned} \qquad (۲)$$

که در آن $\underline{x}_{ij}$ و $\underline{y}_{rj}$ کران‌های پایین و $\bar{x}_{ij}$ و $\bar{y}_{rj}$ کران‌های بالا هستند و BI و BO به ترتیب دربردارنده اندیس داده‌های کراندار برای ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند. مقادیر کران‌های بالا و پایین در داده‌های کراندار معلوم و نامنفی هستند و مقادیر اصلی ورودی‌ها و خروجی‌ها نامعلوم و در داخل این کران قرار دارند.

- داده‌های ترتیبی ضعیف[3]

$$\begin{aligned} & x_{i1} \le x_{i2} \le ... \le x_{in} \quad (i \in DI) \\ & y_{r1} \le y_{r2} \le ... \le y_{rn} \quad (i \in DO) \end{aligned} \qquad (۳)$$

که در آن DI و DO به ترتیب دربردارنده‌ی اندیس داده‌های ترتیبی ضعیف برای ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند. در این نوع از داده‌های نادقیق، فقط اولویت خاصی بین ورودی‌ها یا خروجی‌ها برقرار است و مقدار واقعی داده‌ها معلوم نیست.

- داده‌های کسری کراندار[4]

$$\begin{aligned} & G_{ij} \le \frac{x_{ij}}{x_{io}} \le H_{ij} \\ & L_{rj} \le \frac{y_{rj}}{y_{ro}} \le U_{rj} \end{aligned} \qquad (۴)$$

که در آن L_{rj} و G_{ij} کران‌های بالا و U_{rj} و H_{ij} کران‌های پایین هستند. نامنفی و معلوم کراندار کسری داده‌های در و پایین بالا کران‌های مقادیر بالا کران‌های بین و نامعلوم دو ورودی نسبت یا و خروجی دو نسبت و هستند با در نظر گرفتن داده‌های (۲) تا (۴) در مدل (۱)، این مدل .دارند قرار پایین و غیرخطی و غیرمحدب می‌شود(Cooper et al., (1999)).

۴ - مدل Toloo & Nalchigar و مشکلات آن

Toloo and Nalchigar, (2011) مدلی برای تعیین بهترین تامین‌کننده با داده‌های غیردقیق در DEA به صورت زیر ارائه نمودند:

$$\begin{aligned} & M^* = Min \ \ M \\ & s.t. \\ & M - d_j \ge 0 \quad j = 1,...,k \\ & \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1 \quad j = 1,...,k \\ & \sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j - \beta_j = 0, j = 1,...,k \\ & \sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\ & 0 \le \beta_j \le 1; \ \ d_j \in \{0,1\} \quad j = 1,...,k \\ & x_{ij} \in \theta_i^+; \ \ y_{rj} \in \theta_r^-; \ \ u_r, v_i \ge \varepsilon, \ \forall i, r, j \end{aligned} \qquad (۵)$$

[1] Imprecise DEA
[2] Bounded Data
[3] Weak ordinal data
[4] Bounded data ratio

Archive of SID
www.SID.ir

همه یا بخشی از روابط ۲ تا ۴ می- $y_{rj} \in \theta_r^-$ و $x_{ij} \in \theta_i^+$ که در آن Mام و j- متغیر انحرافی واحد d_j عددی مثبت و کوچک است، ε باشند. d_j بخاطر گسسته بودن β_j ماکزیمم ناکارایی است که باید مینیمم شود. در نظر گرفته شده است. بقیه پارامترهای این مدل در رابطه ۱ توضیح داده Toloo and Nalchigarشده‌اند. مدل فوق غیرخطی و غیرمحدب است. ، به صورت زیر، استفاده نمودند و Zhu, (2003)از تغییر متغیر پیشنهادی این مدل را به برنامه‌ریزی خطی تبدیل کردند.

$$\begin{aligned} X_{ij} &= v_i x_{ij} \qquad \forall i, j \\ Y_{rj} &= u_r y_{rj} \qquad \forall r, j \end{aligned} \tag{۶}$$

با استفاده از این تغییر متغیر داریم:

$$\begin{aligned} & M^* = Min \quad M \\ & s.t. \\ & M - d_j \geq 0 \qquad j = 1,...,k \\ & \sum_{i=1}^{n} X_{ij} \leq 1 \qquad j = 1,...,k \\ & \sum_{r=1}^{m} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij} + d_j - \beta_j = 0, j = 1,...,k \\ & \sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\ & 0 \leq \beta_j \leq 1; \quad d_j \in \{0,1\}; \; j = 1,...,k \\ & X_{ij} \in \Omega_i^+; \; Y_{rj} \in \Omega_r^-, \; \forall i, r, j \\ & X_{ij} \geq \varepsilon^*; \; Y_{rj} \geq \varepsilon^*, \; \forall i, r, j \end{aligned} \tag{۷}$$

که در آن Ω_i^+ و Ω_r^- تبدیل شده θ_i^+ و θ_r^- تحت تبدیلات رابطه (۶)، هستند. طبق تغییر متغیر فوق برای داده‌های دقیق و غیردقیق خواهیم داشت:

- داده‌های بازه‌ای یا کراندار: $v_i \underline{x}_{ij} \leq X_{ij} \leq v_i \overline{x}_{ij}$ و $u_r \underline{y}_{rj} \leq Y_{rj} \leq u_r \overline{y}_{rj}$
- داده‌های ترتیبی: $X_{ij} \leq X_{ik}, \forall j \neq k$ و $Y_{rj} \leq Y_{rk}, \forall j \neq k$ برای بعضی از مقادیر i و r
- داده‌های کسری کراندار: $L_{rj} \leq \frac{Y_{rj}}{Y_{ro}} \leq U_{rj}$ و $G_{ij} \leq \frac{X_{ij}}{X_{io}} \leq H_{ij}$ که $j \neq j_o$
- داده‌های دقیق: $X_{ij} = v_i \hat{x}_{ij}$ و $Y_{rj} = u_r \hat{y}_{rj}$، که در آن $\hat{x}_{ij}$ و $\hat{y}_{rj}$ داده‌های دقیق می‌باشند.

آنها برای تعیین ماکزیمم مقدار ε^* مدل برنامه‌ریزی خطی زیر را ارائه نمودند:

$$\begin{aligned} & \varepsilon^* = \max \quad \varepsilon \\ & s.t. \\ & \sum_{i=1}^{n} X_{ij} \leq 1; \quad j = 1,...,k \\ & \sum_{r=1}^{m} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij} \leq 0; j = 1,...,k \\ & X_{ij} \in \Omega_i^-; Y_{rj} \in \Omega_r^+, \; \forall i, r \\ & X_{ij} - \varepsilon \geq 0; \; Y_{rj} - \varepsilon \geq 0; \; \forall i, j, r \end{aligned} \tag{۸}$$

Toloo & Nalchigar ادعا کردند که با حل مدل (۷)، کاراترین تامین‌کننده (یا DMU) بدست می‌آید. به عبارتی دیگر ادعا کردند که در جواب بهینه این مدل DMU_p کاراترین واحد است اگر و تنها اگر در جواب بهینه داشته باشیم: $d_p^* = 0$. با توجه به محدودیت $\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1$، واضح است که در جواب بهینه فقط برای یک $p \in \{1,2,...,k\}$ داریم $d_p^* = 0$ و بقیه این متغیرها برابر یک هستند (توجه شود d_j ها متغیرهایی از نوع صفر و یک[1] هستند). لذا با توجه به محدودیت‌های $M - d_j \geq 0, \forall j$ جواب بهینه مدل (۷) همواره برابر یک می‌باشد $(M^* = 1)$. به عبارتی دیگر هر جواب شدنی این مدل یک جواب بهینه می‌باشد. لذا این مدل به طور تصادفی یکی از جواب‌های شدنی را به عنوان جواب بهینه اختیار می‌کند. در صورتی که این مدل جواب‌های شدنی متفاوت به ازای مقادیر مختلف d_jها داشته باشد، بسته به نوع نرم‌افزاری که مدل با آن حل می‌شود جواب‌های بهینه مختلفی بدست خواهد آمد و به طبع آن این مدل DMUهای مختلفی را کاراترین معرفی خواهد نمود. این مورد اصلی‌ترین مشکل مدل (۷) می‌باشد.

لازم به ذکر است که در روش تحلیل پوششی داده‌ها، DMU_p یک واحد کارا است اگر و تنها اگر وزن‌های مثبت $u^* = (u_1^*, u_2^*, ..., u_m^*)$ و $v^* = (v_1^*, v_2^*, ..., v_n^*)$ طوری موجود باشد که به ازای این وزن‌ها امتیاز کارایی DMU_p از امتیاز کارایی بقیه واحدهای تصمیم‌گیری بیشتر باشد. به عبارت دیگر داشته باشیم

$$\sum_{r=1}^{m} Y_{rp}^* - \sum_{i=1}^{n} X_{ip}^* = \sum_{r=1}^{m} u_r^* y_{rp} - \sum_{i=1}^{n} v_i^* x_{ip} = 0$$

و

$$\sum_{r=1}^{m} Y_{rj}^* - \sum_{i=1}^{n} X_{ij}^* = \sum_{r=1}^{m} u_r^* y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i^* x_{ij} \leq 0, \forall j \neq p$$

با توجه به این موضوع و با در نظر گرفتن محدودیت‌های نوع سوم مدل (۷)، مشخص است که میزان انحراف از کارایی DMU_j برابر است با $d_j - \beta_j$. این درحالی است که Toloo & Nalchigar به اشتباه متغیر از نوع صفر و یک d_j را میزان انحراف از کارایی DMU_j فرض کرده‌اند.

همچنین با حل این مدل ممکن است چند واحد کارا بدست آید. به عنوان نمونه فرض کنید در جواب بهینه این مدل داشته باشیم:

[1] Binary

Archive of SID

www.SID.ir

$d_j^* = \beta_j^* = 0 \;\&\; d_p^* = \beta_p^* = 1$ که در آن $j, p \in \{1,2,...,k\} \;\&\; j \neq p$، در این صورت واضح است که مدل (۷) هر دوی DMU_j و DMU_p را کارا معرفی می‌کند، زیرا در این جواب بهینه امتیاز کارایی DMU_j و DMU_p برابر یک بوده، درحالی‌که امتیاز کارایی بقیه واحدها کمتر و یا مساوی یک است.

لازم به ذکر است در صورتی که در جواب بهینه این مدل داشته باشیم $d_p^* = 0 \;\&\; \beta_p^* > 0$، در این صورت امتیاز کارایی DMU_p بیشتر از یک بوده و امتیاز کارایی بقیه واحدها حداکثر برابر یک می‌باشد، لذا بوضوح DMU_p یک واحد کارا خواهد بود.

به عبارتی دیگر DMU_p سوپر-کارا[1] است. با توجه به موارد بیان شده، مدل (۷) در حالت کلی قادر به تعیین صحیح کاراترین واحد تصمیم‌گیری نیست. در ادامه مدل فوق طوری توسعه داده می‌شود که مشکلات مذکور مرتفع شوند.

۵ - مدل پیشنهادی

همانطور که در بخش قبلی بیان شد مهمترین ایراد مدل ارائه شده توسط Toloo & Nalchigar این است که متغیر از نوع صفر و یک d_j به عنوان میزان انحراف از کارایی در نظر گرفته شده است. همچنین فرض شده است که در جواب بهینه، واحد DMU_p کاراترین است اگر و تنها اگر $d_p^* = 0$. در بخش قبلی توضیح داده شد که $d_j - \beta_j$ میزان انحراف از کارایی DMU_j می‌باشد. با توجه به این موضوع، برای تعیین کاراترین تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق مدل زیر پیشنهاد می‌شود.

$$
\begin{aligned}
&Max \;\; M \\
&s.t. \\
&M - \beta_j \le 0 \qquad j = 1,...,k \\
&\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le 1 \qquad j = 1,...,k \\
&\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} + d_j - \beta_j = 0, \; j = 1,..,k \\
&\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
&0 \le \beta_j \le 1; \quad d_j \in \{0,1\} \qquad j = 1,...,k \\
&x_{ij} \in \theta_i^+; \quad y_{rj} \in \theta_r^-, \; \forall i, r, j \\
&u_r, v_i \ge \varepsilon, \; \forall i, r
\end{aligned}
\tag{۹}
$$

مدل فوق غیرخطی و غیرمحدب (همانند مدل (۷)) است که با تغییر متغیر ذکر شده در رابطه (۶)، به صورت زیر به برنامه‌ریزی خطی تبدیل می‌شود.

$$
\begin{aligned}
&Max \;\; M \\
&s.t. \\
&M - \beta_j \le 0 \qquad j = 1,...,k \\
&\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \le 1 \qquad j = 1,...,k \\
&\sum_{r=1}^{m} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij} + d_j - \beta_j = 0, \; j = 1,...,k \\
&\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \\
&0 \le \beta_j \le 1; \quad d_j \in \{0,1\} \qquad j = 1,...,k \\
&X_{ij} \in \Omega_i^+; \;\; Y_{rj} \in \Omega_r^-, \; \forall i, r, j \\
&X_{ij} \ge \varepsilon^* \;\; Y_{rj} \ge \varepsilon^*, , \; \forall i, r, j
\end{aligned}
\tag{۱۰}
$$

که در آن Ω_i^+ و Ω_r^- به ترتیب مجموعه های تبدیل شده θ_i^+ و θ_r^- تحت تبدیلات رابطه (۶) هستند. مقدار ε^* از حل مدل (۸) بدست می‌آید.

با توجه به اینکه $d_j - \beta_j$ میزان انحراف از کارایی است، لذا مدل (۱۰) حداکثر مقدار ناکارایی DMUها را مینیمم می‌کند. لازم به ذکر است که مینیمم سازی حداکثر مقادیر $d_j - \beta_j$ ها معادل حداکثر نمودن حداقل β_j ها می‌باشد. در جواب بهینه این مدل فقط برای یک $p \in \{1,2,...,k\}$ داریم $d_p^* = 0$ و برای بقیه DMUها داریم $d_j^* = 1, \; \forall j \neq p$. لذا با توجه به محدودیت‌های این مدل برای DMU_p خواهیم داشت:

$$\sum_{r=1}^{m} Y_{rp}^* - \sum_{i=1}^{n} X_{ip}^* = \beta_p^* \ge 0$$

و یا

$$\frac{\sum_{r=1}^{m} Y_{rp}^*}{\sum_{i=1}^{n} X_{ip}^*} = \frac{\sum_{r=1}^{m} u_r^* y_{rp}}{\sum_{i=1}^{n} v_i^* x_{ip}} \ge 1$$

و برای بقیه واحدها داریم:

[1] Super-efficient

Archive of SID

www.SID.ir

$$d_j^* = 1 \,\&\, 0 \le \beta_j^* \le 1, \forall j \ne p \quad \Rightarrow \quad d_j^* - \beta_j^* \ge 0$$

و

$$\sum_{r=1}^{m} Y_{rj}^* - \sum_{i=1}^{n} X_{ij}^* \le 0$$

و یا

$$\sum_{r=1}^{m} u_r^* y_{rj} / \sum_{i=1}^{n} v_i^* x_{ij} \le 1 \;\; \forall j \ne p$$

که نشان می‌دهد DMU_p کاراترین واحد تصمیم‌گیری با حل این مدل خواهد بود. لازم به ذکر است چنانچه $\beta_p^* \ge M^* > 0$ در این صورت DMU_p یک واحد سوپرکارا خواهد بود، زیرا در این صورت امتیاز کارایی DMU_p بیشتر از یک و امتیاز کارایی بقیه واحدها کمتر و یا مساوی یک است. در بخش بعدی الگوریتمی برای تعیین و رتبه‌بندی سایر واحدهای کارا ارائه می‌شود.

۶ - رتبه‌بندی واحدهای کارا

همانطور که اشاره شد مدل (۱۰)، با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق بهترین واحد تامین‌کننده (DMU) را مشخص می‌کند. با توجه به اینکه ممکن است بیش از یک واحد کارا داشته باشیم در این قسمت الگوریتمی برای تعیین و رتبه‌بندی این واحدها ارائه می‌شود.

مراحل الگوریتم به صورت زیر می‌باشد.

مرحله ۱: قرار دهید $T = \{p\}$، که در آن اندیس p مربوط به DMU_p است (کاراترین واحد) که از حل مدل (۱۰) بدست می‌آید.

مرحله ۲: برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح زیر را حل کنید.

$$\begin{aligned}
&Max \;\; M \\
&s.t. \\
&M - \beta_j \le 0 \qquad j = 1,\ldots,k \\
&\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \le 1 \qquad j = 1,\ldots,k \\
&\sum_{r=1}^{m} Y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} X_{ij} + d_j - \beta_j = 0, j = 1,\ldots,k \\
&\sum_{j=1}^{k} d_j = k - 1 \qquad (11) \\
&d_j = 1, \forall j \in T \\
&0 \le \beta_j \le 1; \;\; d_j \in \{0,1\} \qquad j = 1,\ldots,k \\
&X_{ij} \in \Omega_i^+; \; Y_{rj} \in \Omega_r^-, \forall i,r,j \\
&X_{ij} \ge \varepsilon^* \;\; Y_{rj} \ge \varepsilon^*,, \forall i,r,j
\end{aligned}$$

اگر مسئله فوق نشدنی باشد الگوریتم پایان می‌یابد و T مجموعه واحدهای کارا را نشان می‌دهد. در غیر این صورت فرض کنید: $d_b^* = 0$.

مرحله ۳: قرار دهید $T = T \cup \{b\}$ و به مرحله ۲ بروید.

همانطور که مشخص است در تکرار اول این الگوریتم کاراترین تامین‌کننده (DMU)، را با حل مدل (۱۰) کنار می گذارد تا در صورتی که واحد کارای دیگری موجود باشد بدست آید. به همین ترتیب در تکرارهای بعدی این الگوریتم واحدهای کارای شناخته شده را کنار گذاشته تا واحدهای کارای دیگر در صورت موجود بدست آیند. با ادامه این الگوریتم تمامی تامین‌کنندگان کارا شناسایی و رتبه‌بندی می‌شوند. در حقیقت تامین‌کننده‌ای که در تکرار اول شناسایی می‌شود دارای بالاترین رتبه و تامین‌کننده‌ای که در آخرین تکرار الگوریتم بدست می‌آید دارای پایین‌ترین رتبه در بین تمامی تامین‌کنندگان کارا می‌باشند. مقدار بهینه تابع هدف در هر مرحله (M^*) فاصله تامین‌کنندگان (DMUها) کارا را از یکدیگر نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که تعداد تکرارهای الگوریتم فوق، حداکثر برابر تعداد واحدهای مورد ارزیابی می‌باشد.

در بخش بعدی کاربرد مدل و الگوریتم ارائه شده در این بخش با در نظر گرفتن اطلاعات ۱۸ تامین‌کننده (به همراه داده‌های دقیق و غیردقیق) نشان داده می‌شود.

۷- مثال عددی

داده‌ها و اطلاعات استفاده شده در این مثال از مقاله Talluri and Baker, (2002)، گرفته شده است که شامل اطلاعات ۱۸ تامین‌کننده

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد. این داده‌ها در مقاله Toloo and Nalchigar نیز مورد استفاده واقع شده‌اند. برای هر کدام از تامین‌کنندگان دو معیار ورودی و یک معیار خروجی در نظر گرفته شده است. ورودی‌ها عبارتند از هزینه ارسال کالا[1] که اطلاعات مربوط به آن به صورت دقیق می‌باشد و شهرت تامین‌کننده[2] که یک معیار کیفی بوده و اطلاعات مربوط به آن به صورت ترتیبی می‌باشد. تعداد صورتحساب‌های دریافتی بدون مشکل[3] نیز به عنوان معیار خروجی در نظر گرفته شده است که اطلاعات مربوط به آن به صورت غیردقیق و به شکل بازه‌ای می‌باشد. اطلاعات فوق در جدول شماره ۱ آورده شده است.

معادلات مربوط به ورودی‌ها و خروجی به صورت زیر می‌باشد:

- هزینه ارسال کالا (داده‌های دقیق)

$$\theta_1^+ = \{x_{11} = 253; x_{12} = 268; ...; x_{1,18} = 216\}$$

- شهرت تامین‌کننده (داده‌های ترتیبی)

$$\theta_2^+ = \{x_{2,18} \geq x_{2,16} \geq ... \geq x_{2,17}\}$$

- تعداد صورتحساب‌های بدون مشکل (داده‌های بازه‌ای)

$$\theta_1^- = \begin{Bmatrix} 50 \leq y_{11} \leq 65; 60 \leq y_{12} \leq 70 \\ ; ...; 90 \leq y_{1,18} \leq 150 \end{Bmatrix}$$

با استفاده از تغییر متغیر ذکر شده در رابطه (۶)، θ_1^+، θ_2^+ و θ_1^- به ترتیب به صورت زیر تبدیل می‌شوند:

$$\Omega_1^+ = \{X_{11} = 253v_1; X_{12} = 268v_1; ...; X_{1,18} = 216v_1\}$$

$$\Omega_2^+ = \{X_{1,18} \geq X_{2,16} \geq ... \geq X_{2,17}\}$$

$$\Omega_1^- = \begin{Bmatrix} 50u_1 \leq Y_{11} \leq 65u_1; 60u_1 \leq Y_{12} \leq 70u_1 \\ ; ...; 90u_1 \leq Y_{1,18} \leq 150u_1 \end{Bmatrix}$$

با حل مدل (۸) برای داده‌های جدول (۱) داریم: $\varepsilon^* = 0.1972$. Toloo and Nalchigar با در نظر گرفتن این مقدار و حل مدل (۷) ادعا نمودند که تامین‌کننده شماره ۴ کاراترین (بهترین) تامین‌کننده می‌باشد $(d_4^* = 0,\ d_j^* = 1,\ \forall j \neq 4)$، اگرچه مدل (۷) با نرم‌افزارهای مختلف و یا با نقطه‌های گوشه‌ای آغازین دیگری حل شود جواب دیگری بدست خواهد آمد. زیرا این مدل جواب‌های شدنی متفاوتی با ازای مقادیر مختلف d_jها دارد. لذا تامین‌کننده شماره ۴ صرفا یک تامین‌کننده کارا است و نه لزوما کاراترین. برای پیدا کردن کاراترین تامین‌کننده حل مدل (۱۰) نتایج زیر را بدست می‌دهد:

$$M^* = 0.4454,\ d_j^* = \begin{cases} 0 & j = 11 \\ 1 & j \neq 11 \end{cases}$$

جواب بهینه نشان می‌دهد که تامین‌کننده شماره ۱۱ کاراترین تامین‌کننده است. با اضافه نمودن محدودیت $d_{11} = 1$ به مدل (۱۰) و حل دوباره آن داریم:

$$M^* = 0.3352,\ d_j^* = \begin{cases} 0 & j = 14 \\ 1 & j \neq 14 \end{cases}$$

کاهش مقدار تابع هدف از ۰.۴۴۵۴ به ۰.۳۳۵۲ نشان می‌دهد که تامین‌کننده شماره ۱۱، کاراترین تامین‌کننده بوده و تامین‌کننده شماره ۱۴ نیز کارا می‌باشد ولی در رتبه دوم قرار دارد.

نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی، برای شناسایی و رتبه‌بندی سایر تامین‌کنندگان کارا در جدول ۲ خلاصه شده است. همانطور که مشخص است تامین‌کننده شماره ۴ یک تامین‌کننده کارا است که در رتبه ۴ قرار گرفته است، این در حالی است که مدل Toloo and Nalchigar آن را به اشتباه به عنوان کاراترین تامین‌کننده معرفی نموده است.

جدول ۱: اطلاعات ۱۸ تامین‌کننده

شماره تامین‌کننده	ورودی‌ها		خروجی
	هزینه ارسال کالا (TC x_{1j})	شهرت تامین‌کننده* (SR x_{2j})	تعداد صورتحساب بدون مشکل (NB y_{1j})
۱	۲۵۳	۵	[۵۰ ، ۶۵]
۲	۲۶۸	۱۰	[۶۰ ، ۷۰]
۳	۲۵۹	۳	[۴۰ ، ۵۰]
۴	۱۸۰	۶	[۱۰۰ ، ۱۶۰]
۵	۲۵۷	۴	[۴۵ ، ۵۵]
۶	۲۴۸	۲	[۸۵ ، ۱۱۵]
۷	۲۷۲	۸	[۷۰ ، ۹۵]
۸	۳۳۰	۱۱	[۱۰۰ ، ۱۸۰]
۹	۳۲۷	۹	[۹۰ ، ۱۲۰]
۱۰	۳۳۰	۷	[۵۰ ، ۸۰]
۱۱	۳۲۱	۱۶	[۲۵۰ ، ۳۰۰]
۱۲	۳۲۹	۱۴	[۱۰۰ ، ۱۵۰]
۱۳	۲۸۱	۱۵	[۸۰ ، ۱۲۰]
۱۴	۳۰۹	۱۳	[۲۰۰ ، ۳۵۰]
۱۵	۲۹۱	۱۲	[۴۰ ، ۵۵]
۱۶	۳۳۴	۱۷	[۷۵ ، ۸۵]
۱۷	۲۴۹	۱	[۹۰ ، ۱۸۰]
۱۸	۲۱۶	۱۸	[۹۰ ، ۱۵۰]

جدول ۲: رتبه‌بندی تامین‌کنندگان کارا

شماره تامین‌کننده کارا	رتبه	M^*
۱۱	۱	۰.۴۴۵۴
۱۴	۲	۰.۳۳۵۲

[1] Total cost of shipments (TC)
[2] Supplier reputation (SR)
[3] Number of bills received from the supplier without errors (NB)

Archive of SID

www.SID.ir

۰.۲۳۹۹	۳	۱۷
۰.۲۳۶۶	۴	۴
۰.۱۵۱۲	۵	۸

۸ - نتیجه‌گیری و مطالعات آتی

تامین‌کنندگان نقش مهمی در ایجاد یک زنجیره تامین کارا ایفاء می‌کنند. لذا ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان مناسب یکی از موضوعات اصلی و کلیدی در فرآیند مدیریت زنجیره تامین یک سازمان است و در اکثر سازمان‌ها، بخش مهمی در زنجیره تأمین به حساب می‌آید. برای همین منظور، تاکنون مدل‌ها و روش‌هایی بسیار زیادی در این خصوص ارائه شده است. مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد که مدل DEA، به طور گسترده برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفته است. اما در این مدل‌ها بحث داده‌های غیردقیق کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که در دنیای واقعی داده‌ها و اطلاعات مربوط به معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین-کنندگان به صورت دقیق در دست نیست و داده‌ها بیشتر نادقیق هستند.

در این مقاله مدلی که اخیرا توسط Toloo and Nalchigar, (2011) برای ارزیابی و انتخاب کاراترین (بهترین) تامین‌کننده با در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق در DEA ارائه شده بود مورد بررسی کامل قرار گرفت و نشان داده شد که این مدل لزوما قادر به تعیین کاراترین تامین‌کننده نیست و صرفا یک تامین‌کننده کارا را (به طور تصادفی) به عنوان کاراترین معرفی می‌کند. همچنین نشان داده شد که این مدل ممکن است بیش از یک تامین‌کننده کارا را به عنوان کاراترین مشخص نماید. در ادامه این مقاله برای رفع مشکلات مذکور مدل اصلاح شده‌ای ارائه شد و نشان داده شد که این مدل قادر است کاراترین تامین‌کننده را فقط با حل یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح تعیین نماید. علاوه بر این برای شناسایی و رتبه‌بندی سایر تامین-کنندگان کارا، الگوریتم جدیدی ارائه شد.

مدل ارائه شده در این مقاله برای ارزیابی و انتخاب بهترین تامین‌کننده در زنجیره تامین مورد استفاده قرار گرفت. این مدل می‌تواند در سایر زمینه‌ها از جمله انتخاب کاراترین شعب بانک، تعیین کاراترین پروژه برای سرمایه‌گذاری و ... مورد استفاده واقع شود. همچنین این مدل حالت بازده به مقیاس ثابت دارد که می‌تواند به حالت بازده به مقیاس متغیر گسترش یابد.

۹ - فهرست منابع

Aissaoui, N., M. Haouari, and E. Hassini. (2007). "Supplier selection and order lot sizing modeling: A review". *Computers & Operations Research*, 34: 3516-3540.

Jafar, GH.KH. (2008). A quantitative model for supplier selection in supply chain of one purchaser and multi suppliers, Ph.D Thesis, Amirkabir university of technology.

Chai, J., J. Liu, and E. Ngai. (2013). "Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature". *Expert Systems with Applications*, 40: 3872–3885.

Ho, W., X. Xu, and P. K. Dey. (2010). "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review". *European Journal of Operational Research*, 202: 16–24.

Ghodsypour S.H., C. O'Brien. (1998). "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming". *International Journal of Production Economics*, 199–212.

Toloo, M., S. Nalchigar. (2011). "A new DEA method for supplier selection in presence of both cardinal and ordinal data". *Expert Systems with Applications*, 38: 14726-14731.

Farzipoor Saen, R. (2007). "Suppliers selection in the presence of both cardinal and ordinal data". *European Journal of Operational Research*, 183: 741–747.

Farzipoor Saen, R. (2008). "Supplier selection by the new AR-IDEA model". *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39: 1061–1070.

Chen, X., M. Skully, and K. Brown. (2005). "Banking efficiency in China: Application of DEA to pre- and post-deregulation eras: 1993–2000". *China Economic Review*, 16: 229–245.

Johnes, J. (2006). "Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993". *European Journal of Operational Research*, 174: 443–456.

Ertay, T., D. Ruan, and U.R. Tuzkaya. (2006). "Integrating data envelopment analysis and analytic hierarchy for the facility layout design in manufacturing systems". *Information Sciences*, 176: 237–262.

Shafer, S.M., T.A. Byrd. (2000). "A framework for measuring the efficiency of organizational investments in information technology using data envelopment analysis". *Omega*, 28: 125–141.

Vokurka R.J., J. Choobineh, and L. Vadi. (1996). "A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers". *International*

Archive of SID

www.SID.ir

Ebrahimi, B., R. Najafpour, and H. Fallahi. (2010). "Suppliers evaluation and ranking with regard the number of them in real conditions". *7rd International Industrial Engineering Conference*, Esfahan, Iran.

Ebrahimi, B., A. Ebrahimi. (2012). "An Efficient Algorithm for supplier Evaluation and Ranking in High-Tech organizations, using AHP and DEA". *5rd International Conference of Iranian Operations Research Society*, Tabriz, Iran.

Kilincci, O., S.A. Onal. (2011). "Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company". *Expert Systems with Applications*, 38: 9656–9664.

Arikan, F. (2013). "A fuzzy solution approach for multi objective supplier selection". *Expert Systems with Applications*, 40: 947-952.

Kumar, A., V. Jain, and S. Kumar. (2014). "A comprehensive environment friendly approach for supplier selection". *Omega*: 42: 109–123.

Farrell, M. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*, 120A (3): 253–281.

Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes. (1978). "Measuring the efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operation Research*, 2: 429–444.

Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis". *Management Science*, 3: 1078–1092.

Cooper, W.W., K.S. Park, and G. Yu. (1999). "IDEA and AR-IDEA: models for dealing with imprecise data in DEA". *Management Science*, 45: 597–607.

Zhu, J. (2003). "Imprecise data envelopment analysis (IDEA): A review and improvement with an application". *European Journal of Operational Research,* 144 (3): 513–529.

Cooper, W.W., K.S. Park, and G. Yu. (1999). "IDEA and AR-IDEA: models for dealing with imprecise data in DEA". *Management Science,* 45(4): 597– 607.

Journal of Operations and Production Management, 16: 106-127.

Liu, J., F.Y. Ding, and V. Lall. (2000). "Using Data Envelopment Analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement". *Supply Chain Management an International Journal*, 143-150.

Ghodsypour, S.H., C.O. O'Brien. (2001). "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint". *International Journal of Production Economics*, 15-27.

Talluri, S., J. Sarkis. (2002). "A model for performance monitoring of suppliers". *International Journal of Production Research*, 4257-4269.

Kumar, M., P. Vrat, and R. Shankar. (2004). "A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain". *Computers & Industrial Engineering*, 46: 69–85.

Kawtummachai, R., N. Van Hop. (2005). "Order allocation in a multiple-supplier environment". *International Journal of Production Economics*, 231–238.

Wadhwa, V., R.A. Ravindran. (2007). "Vendor selection in outsourcing". *Computers & Operations Research*, 12: 3725–3737.

Gencer, C., D. Gurpinar. (2007). "Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm". *Applied Mathematical Modelling*, 31: 2475–2486.

Ha, S.H., R. Krishnan. (2008). "A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain". *Expert Systems with Applications*, 34: 1303–1311.

Kull, T.J., S. Talluri. (2008). "A supply-risk reduction model using integrated multicriteria decision making". *IEEE Transactions on Engineering Management*, 409–419.

Mendoza, A., J.A. Ventura. (2008). "An effective method to supplier selection and order quantity allocation". *International Journal of Business and Systems Research*, 2: 1–15.

Archive of SID

www.SID.ir

Talluri, S., R.C. Baker. (2002). "A multi-phase mathematical programming approach for effective supply chain design". *European Journal of Operational Research,* 141 (3): 544-558.

Archive of SID

www.SID.ir

Determining the most efficient supplier considering imprecise data in data envelopment analysis (DEA), a development of Toloo and Nalchigar's model

Morteza Rahmani[1], Bohlool Ebrahimi[2], Morteza Khakzar Bafruei[3]

[1] Associate professor, Technology Development Institute, ACECR, Sharif university branch, Tehran, Iran

[2]Ph.D student, Technology Development Institute, ACECR, Sharif university branch, Tehran, Iran

[3]Assistant professor, Technology Development Institute, ACECR, Sharif university branch, Tehran, Iran

Abstract:

Suppliers selection in supply chain as a multi-criteria decision making problem (contain both qualitative and quantitative criteria) is one of the main factors of a successful supply chain. Toloo and Nalchigar (2011) proposed an integrated data envelopment analysis (DEA) model to find the most efficient (best) supplier by considering imprecise data. In this paper, it will be shown that their model randomly selects an efficient supplier as the most efficient and therefore this model could not find the most efficient supplier correctly. We also explain some other problems in this model and propose a modified model to overcome the problems. The proposed model of this paper finds the most efficient supplier considering imprecise data by solving only one mixed integer linear programming. In addition, a new algorithm proposed for determining and ranking other efficient suppliers. Application of proposed approach explained with considering imprecise data for 18 suppliers.

Keywords: supplier selection, data envelopment analysis (DEA), imprecise data, ranking.

Archive of SID

www.SID.ir

Abstract

High-tech organizations work with a lot of suppliers to supply the knowledge, material and assembly parts. Since these organizations are project oriented, most of suppliers are universities, knowledge centers, science and technology parks, high-tech organizations, technology development institutes and also researchers and experts. So, evaluating and selecting the best suppliers in innovation newtwork of the organizations will have significant impact on their efficiency and goals. Evaluating and selecting suppliers needs both qulative and quantative criteria.

In the project, taking into account the high impact of suppliers in innovation network of high-tech organizations, the evaluation criteria and an appropriate model is design to evaluate and select the suppliers. By using the proposed criteria and the model, the organizations could evaluate and rank their suppliers and select them easily with high accurancy. To develop the criteria and the model, papers of scientific journals and internal and external high-tech organizations have been used.

According to the studies about the native conditions and criteria and supplier evaluating and ranking models, 17 criterial, contains both qualify and quantify criteria, has been proposed. Finally, an integrated data envelopment analysis (DEA) model has been developed for evaluating and ranking suppliers. By using the model the most efficient supplier can be found in presence of exact data, imprecise data and weight restrictions. In addition, an alghorithm has been proposed to rank the efficieny of other suppliers. Comparing the proposed model with existing models showed that the proposed model is more efficient and has more attributes for decision making.

Keywords: Supplier selection, evaluating criteria, evaluating and ranking model, innovation network, high-tech organizations, data envelopment analysis (DEA)

Archive of SID

www.SID.ir

ACECR

Islamic Republic of Iran

Designing criteria and a model for evaluating and selecting the suppliers of innovation network in high-tech organization, case study: Aviation Industries Organization

Thecnology development institute

(ACECR), Sharif branch

Morteza Rahmani

November , 2015

Archive of SID

www.SID.ir