Archive of SID

ارائۀ چارچوب تصمیم‌گیری برای ارزیابی تأمین‌کنندگان صنعت قطعات خودرویی براساس نقشۀ شناختی

مصطفی جهانگشای رضائی [۱*]، ساموئل یوسفی،[۲] مجید باقری،[۳] سروه کاکائی[۴]

۱. استادیار دانشکدۀ مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه

۲. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه

۳. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی

۴. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۹، تاریخ دریافت روایت اصلاح‌شده: ۹۵/۱۱/۳، تاریخ تصویب: ۹۶/۱/۱۴)

چکیده

ارزیابی تأمین‌کنندگان و انتخاب مجموعۀ مناسبی از آن‌ها، یکی از راهبردهای اساسی برای افزایش کیفیت محصولات/ خدمات و اعتبار هر سازمان است. در این میان، شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان، تعیین میزان اهمیت هریک از معیارها و ارائۀ چارچوبی مناسب برای به‌کارگیری آن‌ها در فرایند ارزیابی، نقش مهمی در موفقیت سازمان دارد. با توجه به اینکه در دنیای واقعی، معیارهای ارزیابی روی یکدیگر اثر می‌گذارند، در پژوهش حاضر علاوه‌بر نظرهای خبرگان، روابط میان این معیارها نیز درنظر گرفته می‌شود تا وزن‌های واقعی به‌دست آید. درنتیجه، از روش نقشۀ شناختی برای تعیین وزن معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان صنعت خودرویی براساس روابط علی- معلولی میان معیارها استفاده شده است. سپس چارچوبی برای ارزیابی و درجه‌بندی تأمین‌کنندگان براساس معیارهای وزن‌دهی‌شده ارائه می‌شود. این چارچوب با توجه به نقش صنعت خودرو در تولید ناخالص ملی کشور، در شرکتی فعال در صنعت تأمین قطعات خودرویی پیاده‌سازی شده است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، صنعت قطعات خودرویی، معیارهای ارزیابی، نقشۀ شناختی.

مقدمه

به‌دلیل رقابت فشرده در بازارهای جهانی امروزی و معرفی محصولاتی با چرخۀ حیات کوتاه و انتظارات بالای مشتریان، سازمان‌های تجاری مجبور شده‌اند تا تمرکز بیشتری بر زنجیره‌های تأمین داشته باشند. زنجیرۀ تأمین مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان، تهیه‌کنندگان خدمات حمل‌ونقل، سازندگان، توزیع‌کنندگان و فروشندگان است که جریان‌های مربوط به مواد خام، محصولات و جریان اطلاعاتی در بین این عناصر وجود دارد [۱]. سازمان‌ها با بهره‌گیری از ابزار مدیریت زنجیرۀ تأمین می‌توانند روابط تجاری خود را با بهینه‌سازی تبادل اطلاعات با همکاران تجاری مانند تأمین‌کنندگان مواد اولیه توسعه دهند که این مسئله فقط با هماهنگی و همکاری هرچه بیشتر تولیدکننده و تأمین‌کننده عملی می‌شود.

در این راستا، سازمان‌ها یا تولیدکنندگان به‌جای تولیدکردن، به‌دنبال افزایش تأمین منابع از خارج سازمان هستند. به‌این‌ترتیب، موضوع خرید و انتخاب تأمین‌کننده با توجه به قرارگرفتن در فرایندهای اصلی زنجیرۀ تأمین و تأثیرگذاری بر تمام حوزه‌های سازمان، اهمیتی فزاینده یافته است [۲]، زیرا هزینۀ تأمین مواد اولیه و قطعات ترکیبی از طریق فروشندگان، بخش شایان توجهی از هزینۀ تمام‌شدۀ کالاها (به‌طور متوسط ۷۰ درصد ارزش محصول نهایی کارخانه‌ها) را تشکیل می‌دهد [۳]. براین‌اساس، شرکت‌های تولیدی برای افزایش رقابت‌پذیری و بهینه‌سازی زنجیرۀ تأمین، به‌دنبال ارزیابی تأمین‌کنندگان و انتخاب کارآمدتر آن‌ها هستند [۴]. ارزیابی و درجه‌بندی صحیح تأمین‌کنندگان نه‌تنها عاملی مهم در کسب سود برای سازمان‌ها تلقی می‌شود، بلکه به‌عنوان عاملی اثرگذار بر کیفیت تولید محصول، ارائۀ خدمات و انجام‌دادن فعالیت‌های بازرگانی مورد توجه است. درنتیجه، در

* نویسندۀ مسئول: تلفن: ۰۴۴۳۱۹۸۰۲۶۵

Email: jahangoshai@uut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

سال‌های اخیر ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندهٔ مناسب در زنجیرهٔ تأمین به موضوعی راهبردی برای سازمان‌ها تبدیل شده است. درکل، در تصمیمات مربوط به انتخاب تأمین‌کننده، دو موضوع اهمیت ویژه‌ای دارد. نخست اینکه از چه معیارهایی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده شود و دیگر اینکه باید چه روش‌هایی برای مقایسهٔ تأمین‌کنندگان به‌کار گرفته شود؛ بنابراین، یکی از مشکلات اصلی در مسئلهٔ انتخاب تأمین‌کننده، یافتن میزان اهمیت هریک از معیارها و ارائهٔ چارچوبی مناسب برای ارزیابی تأمین‌کننده است. در واقعیت، عوامل و پارامترهای شناسایی‌شده و تأثیرگذار بر عملکرد تأمین‌کنندگان، روابط پیچیده‌ای با یکدیگر دارند، به نحوی که هر عامل از بسیاری از عوامل تأثیر می‌پذیرد و بر عوامل دیگر تأثیرگذار می‌گذارد.

بنابراین، شناسایی مؤثرترین معیارها با توجه به روابط علی و معلولی میان آن‌ها و اختصاص وزن منطقی به هر معیار در فرایند ارزیابی تأمین‌کنندگان برای دستیابی به انتخاب بهینهٔ تأمین‌کننده در هر سازمانی ضروری است. هدف این تحقیق نیز شناسایی روابط علی و معلولی میان معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان و تعیین وزن‌های این معیارها در فرایند ارزیابی است. از جمله روش‌های مختلف و موجود در زمینهٔ نشان‌دادن روابط علی و معلولی، می‌توان به روش نقشهٔ شناختی اشاره کرد که از ابزارهای قدرتمند برای تبیین ارتباط علی و معلولی بین معیارهاست. از این روش برخلاف روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌صورت گسترده در مسائل اولویت‌بندی تعداد محدودی گزینه همراه با تعدادی معیار نظیر مسائل انتخاب تأمین‌کننده استفاده می‌شود. این روش‌ها با تجمیع چندین نظر از چندین خبره و با درنظرگرفتن معیارهای کمی و کیفی، گزینه‌های از پیش تعیین‌شده را اولویت‌بندی می‌کنند، درحالی‌که در روش نقشهٔ شناختی فازی، نقشه‌هایی که خبرگان ترسیم می‌کنند مفاهیم و متغیرهای مختلف و بی‌شماری دارد و روابط علی و معلولی میان مفاهیم را مد نظر قرار می‌دهد. به‌علاوه، این روش توانایی مدل‌کردن حلقه‌ها را دارد که روش‌های چندمعیاره این توانایی را ندارند. به بیان دیگر، نقشهٔ شناخت فازی محدودیتی در میزان پیچیدگی سیستم و تعداد مفاهیم و روابط بین مفاهیم ندارد و همچنین با دریافت داده‌های کیفی و کمی بعد از چندین دور به همگرایی می‌رسد.

معیارهای مورد بررسی در این تحقیق براساس مطالعهٔ موردی، بر صنعت تأمین قطعات خودرو متمرکز شده‌اند، اما روش پیشنهادی با اعمال تغییرات در ماهیت معیارها، قابلیت استفاده را در سایر صنایع دارد. هدف این تحقیق، ارائهٔ چارچوبی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان مبتنی‌بر معیارهای وزن‌دهی‌شده از طریق نقشهٔ شناختی فازی و با بهره‌گیری از الگوریتم یادگیری ترکیبی است که در یکی از شرکت‌های تأمین‌کنندهٔ قطعات خودرویی کشور پیاده‌سازی شده و نتایج آن ارائه شده است. در بخش بعدی، پیشینهٔ تحقیق در حوزهٔ ارزیابی تأمین‌کننده بررسی می‌شود، سپس روش نقشهٔ شناختی فازی معرفی می‌شود. درادامه، رویکرد پیشنهادی تحقیق ارائه می‌شود و در بخش بعد، تحلیل نتایج پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی برای مطالعهٔ موردی بیان می‌شود. درنهایت، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه می‌شود.

مروری بر مبانی نظری و پیشینهٔ تحقیق

در دهه‌های اخیر، با به‌کارگیری مفهوم مدیریت زنجیرهٔ تأمین در صنایع مختلف، موضوع ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده توجه زیادی را به خود جلب کرده و روش‌های شناسایی مختلفی برای آن ارائه شده است. بی‌شک، تصمیم‌گیری دربارهٔ انتخاب تأمین‌کننده نقش شایان‌توجهی در مدیریت و تولید کارخانه‌ها دارد و مهم‌ترین فعالیت یک سازمان به‌شمار می‌آید. براساس مرور تحقیقات پیشین، لوییس [۵] برای اولین‌بار بیان کرد در میان تمام فعالیت‌های مرتبط با فرایند خرید، هیچ مسئولیتی مهم‌تر از یافتن منابع مناسب تأمین نیست و سپس پژوهش‌های متعددی در این زمینه صورت گرفت. تحلیل این دو موضوع در انتخاب تأمین‌کننده، توجه بسیاری از پژوهشگران و مدیران خرید را در دهه‌های اخیر به خود جلب کرده است. مطالعات موجود در زمینهٔ انتخاب تأمین‌کنندگان به دو دستهٔ کلی «انتخاب معیارها و یافتن میزان اهمیت هریک از معیارها» و «ارائهٔ چارچوبی برای انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از روش‌های کمی و براساس معیارهای تعیین‌شده» تقسیم می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب تأمین‌کننده یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری چندمعیاره است که معیارهای کمی و کیفی را دربرمی‌گیرد [۶]. مطالعات متعددی در زمینهٔ طراحی و تعیین شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کنندگان صورت پذیرفته است. مهم‌ترین بحث درمورد این شاخص‌ها، متناسب‌بودن آن‌ها با اهداف و راهبردهای سازمان، اعتبار در طول زمان و امکان بازخورد سریع و دقیق است. محققان به شناسایی معیارها برای اندازه‌گیری کارایی تأمین‌کنندگان از دههٔ ۱۹۶۰ توجه نشان دادند. ابتدا دیکسون [۷] با مطالعه روی ۲۷۳ مورد از مدیریت خرید سازمان‌ها توانست ۲۳ معیار انتخاب تأمین‌کننده را پیشنهاد دهد و آن‌ها را برحسب اهمیت رتبه‌بندی کند. نتایج جمع‌آوری‌شده از مدیران باتجربه نشان داد کیفیت و تحویل از ۲۱ معیار دیگر از قبیل هزینه، موقعیت جغرافیایی و موقعیت‌های مالی اهمیت بیشتری دارند. الرم [۸] نیز مبحث گزینش تأمین‌کننده را بررسی کرد و به چندین عامل از چهار گروه مباحث مالی، راهبرد و فرهنگ سازمانی، فناوری و عوامل متفرقه در گزینش اعضای زنجیرهٔ تأمین در کنار عواملی چون کیفیت، هزینه، تحویل به‌موقع و خدمات توجه کرد. درادامه، وبر و همکاران [۹] ۷۴ تحقیق را بررسی کردند که در طول سال‌های ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۱ و با هدف بررسی معیارهای گزینش تأمین‌کننده در محیط تولید و فروش منتشر شده بود و مطالعات مذکور را برحسب معیارهای دیکسون دسته‌بندی کردند. برخی از آن‌ها فقط یک معیار (هزینه) و برخی دو معیار (هزینه و کیفیت) و برخی دیگر نیز چندین معیار را ذکر کرده بودند. وبر و همکاران [۹] نشان دادند کیفیت، تحویل و قیمت خالص در تصمیم‌های گزینش تأمین‌کننده بسیار مورد توجه هستند و به تسهیلات و تأسیسات تولید، موقعیت جغرافیایی، وضعیت مالی و ظرفیت در حد متوسط توجه می‌شود. چن [۴] نیز معیارهای مهم به‌کاررفته در پژوهش‌های محققان مختلف مانند دیکسون [۷]، وبر و همکاران [۹] و دیگران را به‌طور جامع بررسی کرد.

درکل، از سال ۱۹۹۴ معیارهای جدیدی در پژوهش‌های مربوط به انتخاب تأمین‌کننده ارائه شده است که برخی از آن‌ها توسعهٔ معیارهای اولیهٔ دیکسون هستند و برخی دیگر با توسعهٔ فلسفهٔ مدیریت به‌وجود آمده‌اند، به‌طوری‌که دو معیار تحویل و کیفیت همچنان معیارهای مهم انتخاب درنظر گرفته می‌شوند [۹]. در این زمینه، شیپلی [۱۰] دربارهٔ تفاوت معیارهای انتخاب عرضه‌کنندهٔ کالا درمورد سه نوع محصول بحث کرد. براساس تحقیقات او، اولویت هریک از معیارها نه‌تنها از لحاظ تولید و صنعت مورد مطالعه، بلکه در کشورهای مختلف، متفاوت است. همچنین، مطالعات موجود در زمینهٔ ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، تکنیک‌های حلی را در برمی‌گیرد که درنهایت به انتخاب تأمین‌کنندگان منجر می‌شود. اولین مطالعات منتشرشده در زمینهٔ مسئلهٔ انتخاب تأمین‌کننده به اوایل دههٔ ۱۹۶۰ برمی‌گردد، اما در سال‌های اخیر، روش‌های گوناگونی برای حل مسئلهٔ انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه شده است. در ادامه، گزیده‌ای از تحقیقات جدید در زمینهٔ ارزیابی تأمین‌کنندگان در جدول ۱ ارائه می‌شود. براساس تحقیقات انجام‌گرفته، در بیشتر رویکردهای مورد استفاده در مسائل ارزیابی تأمین‌کننده، روابط علی و معلولی موجود میان معیارهای ارزیابی درنظر گرفته نشده است. به بیان دیگر، در فرایند ارزیابی نحوهٔ وزن‌دهی این معیارها اهمیت ویژه‌ای نداشته است و فقط به نظرهای تصمیم‌گیرنده اکتفا شده است. به‌این‌ترتیب، در تحقیق حاضر مشکل بیان‌شده با استفاده از روش نقشهٔ شناختی بررسی می‌شود و چارچوب جدیدی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه می‌شود.

نقشهٔ شناختی

در این بخش، توضیحاتی درمورد روش نقشهٔ شناختی ارائه می‌شود که برای بررسی و تعیین وزن معیارهای اثرگذار بر انتخاب تأمین‌کنندگان در این تحقیق به‌کار گرفته شده است. نقشهٔ شناختی ابزار قدرتمندی برای تبیین ارتباط علی و معلولی بین معیارهاست. درواقع، در روش نقشهٔ شناختی فازی، رابطهٔ بین اجزای یک «چشم‌انداز ذهنی» برای محاسبهٔ «قدرت تأثیر» روابط علی معلولی با عددی در بازهٔ [۰،۱] یا [۱،۱-] درنظر گرفته می‌شود [۲۶]. در روش نقشهٔ شناختی فازی، نقشه‌هایی که خبرگان ترسیم می‌کنند، مفاهیم و متغیرهای مختلف و بی‌شماری دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مروری بر تحقیقاتی از حوزهٔ ارزیابی تأمین‌کننده

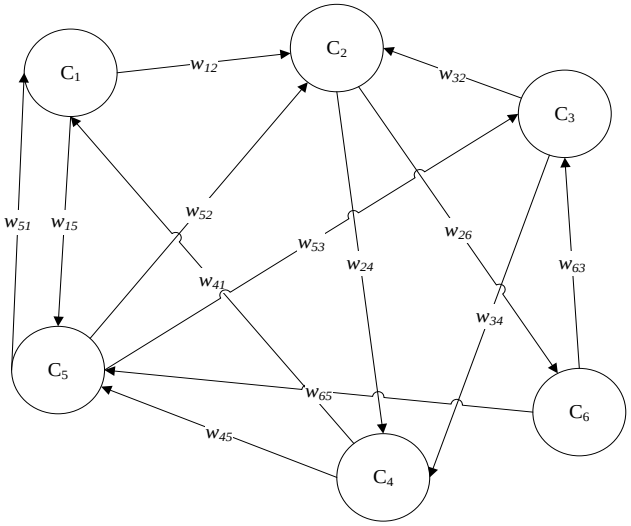
ردیف	محقق (محققان)	سال	رویکرد مورد استفاده
۱	لین [۱۱]	۲۰۰۹	فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی و برنامه‌ریزی چندهدفه
۲	بای و سرکیس [۱۲]	۲۰۱۰	تئوری مجموعهٔ سخت
۳	وو [۱۳]	۲۰۱۰	تحلیل پوششی داده‌های تصادفی
۴	چن [۴]	۲۰۱۱	تحلیل پوششی داده‌ها و تاپسیس
۵	باسکاران و همکاران [۱۴]	۲۰۱۲	تجزیه و تحلیل خاکستری
۶	کومار و همکاران [۱۵]	۲۰۱۳	سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری فازی
۷	وانگ و لی [۱۶]	۲۰۱۴	تئوری بازی‌ها (چانه‌زنی نش)
۸	بیکخاخین و همکاران [۱۷]	۲۰۱۵	تاپسیس و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی
۹	آزادی و همکاران [۱۸]	۲۰۱۵	تحلیل پوششی داده‌های فازی
۱۰	لیما جونیور و کارپینتی [۱۹]	۲۰۱۶	تاپسیس فازی
۱۱	بانانیا و همکاران [۲۰]	۲۰۱۶	تصمیم‌گیری گروهی فازی
۱۲	یوسفی و همکاران [۲۱]	۲۰۱۶	برنامه‌ریزی چندهدفه
۱۳	رضایی و همکاران [۲۲]	۲۰۱۶	برنامه‌ریزی چندهدفه و تئوری بازی‌ها (چانه‌زنی نش)
۱۴	ژو و همکاران [۲۳]	۲۰۱۶	تحلیل پوششی داده‌های چندهدفه
۱۵	گاندی و همکاران [۲۴]	۲۰۱۶	فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی و برنامه‌ریزی آرمانی فازی
۱۶	لوزون و آل سائق [۲۵]	۲۰۱۶	فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و دلفی

همان‌طورکه بیان شد، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با تجمیع چندین نظر از چندین خبره و با درنظرگرفتن معیارهای کمی و کیفی، گزینه‌های از پیش تعیین‌شده و محدودی را اولویت‌بندی می‌کنند. با توجه به توانایی نقشهٔ شناختی فازی در مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده با داده‌های محدود و کم و همچنین دردسترس‌نبودن یا هزینه‌بربودن جمع‌آوری داده به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه که در آن مدیریت به‌ویژه مدیریت منابع امری ضروری است، می‌توان نقشهٔ شناختی را ابزاری بسیار مناسب برای مدل‌سازی معرفی کرد. براساس تحقیقات پیشین، پژوهش‌های چشمگیری در کاربردهای این روش در ارزیابی، مسائل مدیریتی، اقتصادی و پیش‌بینی‌های مختلف مسائل فنی و مهندسی انجام گرفته است. از کاربردهای این روش در سایر تحقیقات می‌توان به تصمیم‌گیری‌های پزشکی [۲۷]، تجزیه و تحلیل برنامه‌ریزی مشارکتی در صنعت خرده‌فروشی [۲۸]، برنامه‌ریزی بازاریابی راهبردی برای شرکت‌های صنعتی [۲۹]، بررسی انعطاف‌پذیری و تحول شهری [۳۰]، ارزیابی خطاهای فرایندهای تولید [۳۱]، توسعه و پیاده‌سازی شبیه‌ساز پایداری محصول [۳۲]، تخمین سطح خروجی بهینه بیمارستان‌ها [۳۳] و مدل‌سازی مصرف انرژی خورشیدی [۳۴] اشاره کرد.

اجزای اصلی نقشهٔ شناختی شامل گره‌ها و کمان بین گره‌ها و علامت روی این کمان‌هاست. درواقع، گره‌ها بیانگر مفاهیمی هستند که سیستم را توصیف می‌کنند و کمان‌ها بیانگر روابط علت و معلولی بین مفاهیم و علامت روی کمان‌ها بیانگر نوع علیت بین مفاهیم است [۳۵]. در شکل ۱، C_i ها بیانگر گره‌ها یا مفاهیم هستند که از طریق کمان‌های وزن‌دار با هم در ارتباط هستند. هر ارتباط بین دو مفهوم C_i و C_j وزنی برابر W_{ij} دارد که بیانگر درجهٔ علیت و نوع رابطهٔ بین مفاهیم است، به نحوی که $W_{ij}>0$ نشان‌دهندهٔ یک ارتباط علی معلولی مثبت، $W_{ij}<0$ نشان‌دهندهٔ یک ارتباط علی معلولی منفی و $W_{ij}=0$ نشان‌دهندهٔ نبود رابطه بین دو مفهوم مورد بررسی است. شایان ذکر است برای ترسیم چنین نقشه‌ای می‌توان از داده‌های سری زمانی و نظرهای خبرگان استفاده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. نمونهٔ نقشهٔ شناختی فازی

در روش نقشهٔ شناختی مبتنی‌بر محاسبه از داده‌های سری زمانی به‌عنوان ورودی و از شبکهٔ عصبی برای تخمین اوزان نقشه استفاده می‌شود. این دیدگاه به دو دستهٔ شبه‌اتوماتیک و اتوماتیک دسته‌بندی می‌شود. در دستهٔ شبه‌اتوماتیک که اغلب از آن استفاده می‌شود، برای ترسیم یک نقشهٔ شناختی فازی به برخی از ورودی‌ها نیاز است که از دانش و تجربهٔ فرد خبره در زمینهٔ مورد مطالعه به‌دست می‌آید که بر مبنای آن، مفاهیم و روابط علی معلولی بین مفاهیم قابل ترسیم است. در ترسیم اتوماتیک نقشهٔ شناختی، بردارهای عددی به مجموعه‌های فازی تبدیل می‌شوند و درجهٔ شباهت بین بردارها و نوع ارتباط (مستقیم و غیرمستقیم) میان آن‌ها با استفاده از منطق فازی تعیین می‌شود [۳۶]. در این روش، برای تعیین قدرت روابط از روش اشنایدر و همکاران برای محاسبهٔ شباهت بین بردارهای v_i و v_j استفاده می‌شود و درنتیجه قدرت رابطهٔ بین این بردارها استخراج می‌شود. درواقع، v_1 و v_2 بردارهای مرتبط با عوامل ۱ و ۲ و $x_1(v_j)$ و $x_2(v_j)$ درجات عضویت j در این بردارهاست. برای بردارهایی که رابطهٔ مستقیم با هم دارند و بردارهایی که رابطهٔ معکوس دارند، به محاسبات مختلفی نیاز است [۳۶]. برای مثال، اگر v_1 و v_2 رابطهٔ مستقیم با یکدیگر داشته باشند، در مرحلهٔ اول مقدار d_j که بیانگر فاصلهٔ بین عناصر j دو بردار است، از طریق رابطهٔ ۱ محاسبه می‌شود [۳۷].

$$d_j = \left|x_1(v_j) - x_2(v_j)\right| \quad (۱)$$

در ادامه، میانگین فاصله بین بردارهای v_1 و v_2 یعنی AD با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه می‌شود:

$$AD = \frac{\sum_{j=1}^{m}\left|d_j\right|}{m} \quad (۲)$$

در رابطهٔ ۲، m بیانگر تعداد عناصر بردارهاست. درنهایت، شباهت بین دو بردار از رابطهٔ ۳ به‌دست می‌آید:

$$S = 1 - AD \quad (۳)$$

$S = 1$ نشان‌دهندهٔ شباهت کامل و $S = 0$ نشان‌دهندهٔ عدم شباهت کامل است. درصورتی‌که دو بردار v_1 و v_2 با یکدیگر رابطهٔ معکوس داشته باشند، روش محاسبهٔ شباهت مانند قبل است، به استثنای اینکه در محاسبهٔ d_j از رابطهٔ ۴ استفاده می‌شود:

$$d_j = \left|x_1(v_j) - (1 - x_2(v_j))\right| \quad (۴)$$

درکل، درجهٔ بالای شباهت نشان‌دهندهٔ دوگانگی رابطهٔ میان عوامل است. حال برای تعیین متغیرهایی که با یکدیگر رابطهٔ علی- معلولی دارند، به استفاده از نظر خبرگان نیاز است، زیرا تمام متغیرهایی که در ماتریس قدرت یا وزنی قرار می‌گیرند با یکدیگر مرتبط نیستند و ممکن است دو متغیر در این ماتریس شباهت زیادی داشته باشند. اگر آن‌ها در دنیای واقعی و در موضوع مورد بررسی از نظر منطقی هیچ ارتباط علی- معلولی نداشته باشند، با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از نظر خبرگان به‌راحتی می‌توان روابط زائد و نامربوط را شناسایی و حذف کرد [۳۷].

با نمایش گرافیکی ماتریس نهایی می‌توان یک نقشهٔ شناختی فازی را به‌منظور تبیین ارتباط بین عوامل کلیدی مورد نظر ترسیم کرد. پس از ترسیم نقشهٔ شناختی، تخمین دقیق اوزان نقشه از سوی خبرگان مسئله‌ای ضروری است. در سال‌های اخیر، از الگوریتم‌های یادگیری برای افزایش دقت تخمین اوزان، همگرایی نقشه و کاهش وابستگی به نظر خبرگان استفاده شده است. این الگوریتم‌ها در سه گروه الگوریتم‌های یادگیری براساس هبین[۱]، الگوریتم‌های فرا ابتکاری و الگوریتم‌های ترکیبی دسته‌بندی می‌شوند [۳۸]. همچنین، با توجه به داده‌های این پژوهش، از بین الگوریتم‌های سه‌گانهٔ معرفی‌شده، الگوریتم‌های یادگیری ترکیبی بهترین گزینه هستند. این الگوریتم‌ها ترکیبی از الگوریتم هبین و روش‌های فرا ابتکاری هستند و برای اصلاح وزن نقشه‌هایی مناسب است که به‌صورت ترکیبی از داده‌های سری زمانی و نظرهای خبرگان تشکیل می‌شوند. در این تحقیق، از بین الگوریتم‌های این دسته از الگوریتم یادگیری ترکیبی از هبین غیرخطی و تکامل تفاضلی[۲] (برگرفته از مرجع [۳۹]) استفاده می‌شود، زیرا وزن‌های غیرصفر را در تکرارهای مختلف به‌روزرسانی می‌کند و روابط بین مفاهیم تعیین‌شده در نقشهٔ اولیه را حفظ می‌کند. دلیل استفاده از الگوریتم تکاملی تفاضلی، قدرتمند و سریع‌بودن آن برای جست‌وجو در دستهٔ مسائل بهینه‌سازی در فضاهای پیوسته است [۴۰]. درواقع، الگوریتم تکاملی تفاضلی به‌منظور غلبه بر نقص اصلی الگوریتم ژنتیک یعنی نبود جست‌وجوی محلی در این الگوریتم ارائه شده است. داشتن حافظه‌ای برای حفظ اطلاعات جواب‌های مناسب در جمعیت فعلی، از مزایای این الگوریتم است. در ادامه، گام‌های الگوریتم یادگیری ترکیبی براساس الگوریتم مذکور ارائه می‌شود:

الف) مرحلهٔ اول: الگوریتم یادگیری هبین غیرخطی:

گام ۱: دریافت وضعیت مفهوم ورودی A^0 و ماتریس وزنی اولیه W^0؛

گام ۲: برای هر تکرار (k) گام‌های ۳ تا ۵ را انجام دهید؛

گام ۳: محاسبهٔ $A^{(k)}$ (مقدار مفهوم در تکرار k) با توجه به رابطهٔ ۵:

(۵)

$$A_i^{(k+1)} = f\left(A_i^{(k)} + \sum_{\substack{j\neq i \\ j=1}}^{N} A_j^{(k)}.w_{ij}^{(k)} \right)$$

تابع تبدیل (f) مورد استفاده در الگوریتم یادگیری در این تحقیق، تابع سیگموئید یعنی $\frac{1}{1+e^{-2x}}$ است که فقط از یک پارامتر λ استفاده می‌کند و با توجه به تکرارهای مختلف، مقدار λ برابر ۱ تعیین شده است.

گام ۴: به‌روزرسانی اوزان با توجه به رابطهٔ ۶:

(۶)

$$W_{ji}^{(k)} = \gamma W_{ji}^{(k-1)} + \eta A_i^{(k-1)} (A_j^{(k-1)} - \mathrm{sgn}(W_{ji}^{(k-1)}) W_{ji}^{(k-1)} A_i^{(k-1)})$$

گام ۵: ادامه‌دادن تا زمانی‌که دو شرط برای اتمام الگوریتم یعنی یکی از شرایط الف) دستیابی به یک حالت پایدار (یعنی تا زمانی‌که $A^{(k+1)}$ با $A^{(k)}$ برابر یا اختلاف کمی داشته باشند)؛ ب) رسیدن به رفتار آشوبناکی از سیستم و ج) رسیدن به تعداد تکرار مورد نظر در بازهٔ زمانی خاص رخ دهد [۳۵].

گام ۶: ارسال وزن نهایی $W_{NHL}^{(k+1)}$ به مرحلهٔ دوم.

ب) مرحلهٔ دوم: الگوریتم تکامل تفاضلی:

گام ۱: مقداردهی اولیهٔ جمعیت الگوریتم تکامل تفاضلی در همسایگی $W_{NHL}^{(k+1)}$ و درون محدودیت‌های وزنی پیشنهادی؛

گام ۲: تکرار برای هر حالت مفهوم ورودی (k)؛

گام ۳: به ازای هر جمعیت گام‌های ۴ تا ۶ را تکرار کنید؛

گام ۴: جهش[۳] ($W_i^{(k)}$) در راستای تعیین بردار جهش‌یافته[۴]؛

گام ۵: ترکیب[۵] (بردار جهش‌یافته) در راستای تعیین بردار آزمایشی[۶]؛

گام ۶: اگر (بردار آزمایشی)F کوچک‌تر یا مساوی $F(W_i^{(k)})$ باشد، بردار آزمایشی برای نسل بعدی پذیرفته است؛

گام ۷: ادامه‌دادن تا زمان دستیابی به شرط خاتمه.

در شبه کد ارائه‌شده، A^0 بیانگر ماتریس حالت اولیهٔ سیستم، W^0 بیانگر ماتریس وزنی اولیه بین متغیرها، $A^{(k)}$ و $A^{(k+1)}$ بیانگر مقادیر جدید متغیرها در تکرار k و $k+1$، η و

www.SID.ir

Archive of SID

γ بیانگر اعدادی مثبت و بسیار کوچک (نرخ یادگیری)، $W_{ji}^{(k)}$ و $W_{ji}^{(k-1)}$ بیانگر مقادیر به‌روزشدهٔ اوزان بین متغیرهای i و j در تکرار k و $k\text{-}1$، $W_{NHL}^{(k+1)}$ بیانگر ماتریس وزنی نهایی بین متغیرها در مرحلهٔ اول و sgn بیانگر تابع علامت است.

چارچوب پیشنهادی

هدف این تحقیق ارائهٔ چارچوبی مشخص برای ارزیابی عملکرد و انتخاب تأمین‌کنندگان مواد، قطعات، ابزارآلات تولید، مواد بسته‌بندی و سایر ملزومات مؤثر بر کیفیت محصول نهایی با محوریت معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان در صنعت خودرو است. در یک نگاه جامع به مسئلهٔ مورد بررسی می‌توان گفت فرایند ارزیابی تأمین‌کنندگان در دو گام انجام می‌گیرد:

گام اول، شناسایی راهبردی: انتخاب اولیه و شناسایی تأمین‌کنندگان جدید از طریق حضور در نمایشگاه‌ها، براساس اطلاعات موجود در کاتالوگ‌ها و دریافت سوابق از سوی سایر خریداران یا تولیدکنندگان و توصیهٔ مشتریان انجام می‌گیرد. سپس مدیر بازرگانی ضمن تماس با شرکت‌های تحت بررسی، تأمین‌کنندگان را از زمینهٔ کاری سازمان و نیازمندی‌های آن آگاه می‌سازد. شرکت‌های مذکور باید در جریان طیف نیازمندی‌ها و الزامات کیفی شرکت قرار گیرند. درصورت دریافت پاسخ مثبت و علاقه‌مندی شرکت‌های تأمین‌کننده، فرم مشخصات تأمین‌کنندگان به آن‌ها ارائه می‌شود تا این فرم را با اطلاعات به‌روز و دقیق تکمیل کنند.

گام دوم، ارزیابی و انتخاب: در این مرحله، براساس تشخیص مدیر فنی از امکانات و کارخانهٔ تأمین‌کننده بازدید می‌شود و توانایی و قابلیت شرکت در جریان بازدید ارزیابی می‌شود و درمورد صحت مطالب مندرج در فرم مشخصات تأمین‌کننده تحقیق صورت می‌گیرد. سپس انتخاب تأمین‌کنندهٔ مجاز براساس موارد مندرج در فرم ارزیابی تأمین‌کنندگان به‌منظور عقد قرارداد اعلام می‌شود. ارزیابی تأمین‌کنندگان براساس امتیاز نهایی تأمین‌کننده و تعیین درجهٔ آن براساس دو پارامتر (امتیاز ممیزی فرایند تأمین‌کننده و امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده) انجام می‌گیرد. ۷۰ درصد از امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده ناشی از امتیاز ممیزی فرآیند تأمین‌کننده قبل از دریافت محموله (مبتنی بر چک لیست سالیانه) و ۳۰ درصد از آن مرتبط با امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده پس از دریافت محموله است. نحوهٔ محاسبهٔ این دو امتیاز در ادامه ارائه می‌شود.

الف) محاسبهٔ امتیاز ممیزی فرایند تأمین‌کنندگان براساس نقشهٔ شناختی فازی

ممیزی فرایند تأمین‌کنندگان شامل معیارهای سیستم‌های مدیریت کیفیت، نظام‌های نوین کیفیت، منابع انسانی، منابع و امکانات، مدارک و مستندات فنی و ممیزی فرایند است که براساس نظر تیم ممیزی به هریک از تأمین‌کنندگان، امتیازاتی به‌ازای هر معیار کیفی اختصاص داده می‌شود. سپس با استفاده از اطلاعات ثبت‌شده و روش نقشهٔ شناختی فازی سعی می‌شود برای هر معیار وزنی تعیین شود تا درنهایت یک امتیاز وزنی برای هریک از تأمین‌کنندگان محاسبه شود. درواقع، وزن هریک از معیارهای ارزیابی، میزان اهمیت آن معیار در ارزیابی تأمین‌کنندگان است. برای محاسبهٔ وزن هریک از معیارها، تمام معیارهای ارزیابی، به عنوان مفاهیم نقشهٔ شناختی درنظر گرفته می‌شوند و نقشهٔ شناختی این معیارها ترسیم می‌شود. سپس وزن هریک از این معیارها با استفاده از الگوریتم یادگیری ترکیبی هبین غیرخطی- تکامل تفاضلی محاسبه می‌شود. به‌این‌منظور، فرض می‌شود هر معیار ارزیابی تنها معیار مؤثر بر ارزیابی تأمین‌کنندگان است. در ادامه، الگوریتم یادگیری اجرا می‌شود و پس از دستیابی نقشه به یک ساختار پایدار، میزان خروجی به‌ازای گره ارزیابی (فرضی) نشان‌دهندهٔ وزن معیار ارزیابی مذکور با توجه به روابط علی و معلولی با سایر معیارهاست. سپس وزن محاسبه‌شدهٔ هر معیار در امتیازات اختصاص داده‌شده به معیار مذکور به‌ازای تأمین‌کنندگان مورد بررسی، اعمال می‌شود. با ادامهٔ این رویکرد، میزان امتیاز ممیزی فرایند برای هریک از تأمین‌کنندگان نیز قابل‌محاسبه است.

ب) محاسبهٔ امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان (براساس معیارهای کمی)

میانگین کیفی محموله‌ها مطابق با رابطهٔ ۷ و توسط مدیر بازرگانی و با استفاده از خروجی حاصل از بررسی کیفی محصول محاسبه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

(۷)

$$C_R = 0.7\,Q_R + 0.2\,D_R + 0.1\,P_R$$

در رابطهٔ ۷، C_R میانگین کیفی، Q_R ارزیابی کیفیت محموله، D_R ارزیابی زمان ارسال محموله و P_R ارزیابی قیمت محمولهٔ دریافتی است. همچنین، ارزیابی کیفیت محموله، ارزیابی زمان ارسال محموله و ارزیابی قیمت محمولهٔ دریافتی نیز به‌ترتیب براساس روابط ۸ تا ۱۰ محاسبه و در فرم ارزیابی کیفی محموله‌های دریافتی ثبت می‌شود.

(۸)

$$Q_R = ((Q_1 + (0.8Q_2) + (0.7Q_3))100) / (Q + Q_4)$$

(۹)

$$D_R = ((Q_P - (0.1Q_E) - (0.5Q_F))100)/Q_P$$

(۱۰)

$$P_R = (P_L/P)*100$$

در روابط ۸ تا ۱۰، Q_1 حجم محمولهٔ منطبق، Q_2 حجم محمولهٔ منطبق و پذیرش‌شده پس از اصلاح و دوباره‌کاری، Q_3 حجم محمولهٔ پذیرش‌شده با موارد عدم انطباق جزئی، Q_4 حجم محمولهٔ نامنطبق و مرجوعی، Q حجم محموله، Q_P حجم محموله‌ای که باید در زمان مقرر ارسال شود، Q_E حجم محمولهٔ اضافی ارسال‌شده، Q_F حجم محمولهٔ کسری، P_L کمترین بهای فروش در میان تمامی تأمین‌کنندگان و P بهای فروش تأمین‌کننده است. پس از محاسبهٔ امتیاز نهایی تأمین‌کننده (۷۰ درصد امتیاز ممیزی براساس نقشهٔ شناختی فازی و ۳۰ درصد C_R)، باید متناسب با امتیازات تأمین‌کنندگان، اقداماتی مشابه جدول ۲ انجام گیرد.

جدول ۲. اقدامات خریدار یا تولیدکننده در قبال امتیاز کسب‌شده توسط تأمین‌کننده

اقدام	امتیاز (درصد)	درجه
تأیید و ادامهٔ خرید	۹۰ تا ۱۰۰	A
تأیید و ادامهٔ خرید	۸۰ تا ۹۰	B^+
ادامهٔ خرید و اعلام ضعف‌ها به تأمین‌کننده به‌منظور بهبود	۷۰ تا ۸۰	B^-
اعلام ضعف‌ها به تأمین‌کننده	۶۰ تا ۷۰	C^+
پذیرش به‌صورت مشروط (برنامهٔ ارتقا)	۵۰ تا ۶۰	C^-
جایگزینی تأمین‌کننده	کمتر از ۵۰	D

مطالعهٔ موردی و تحلیل نتایج

در این بخش، چارچوب ارائه‌شده برای ارزیابی تأمین‌کنندگان براساس معیارهای وزن‌دهی‌شده توسط نقشهٔ شناختی روی مطالعهٔ موردی پیاده‌سازی می‌شود و نتایج آن ارائه می‌شود. شرکت مورد مطالعه با در اختیار داشتن تجهیزات گستردهٔ ریخته‌گری و ماشین‌کاری با هدف تولید قطعات خام مورد نیاز صنایع تولید ساخت خودروهای سبک و سنگین فعالیت می‌کند. این شرکت با داشتن انواع تجهیزات مکانیزهٔ تأمین ذوب، ریخته‌گری و پرداخت، وظیفهٔ خودکفایی در تأمین قطعات مورد نیاز صنایع داخل، امکان ارسال قطعات به خارج و ایجاد بستر لازم برای ایجاد سطح مناسبی از فرصت‌های شغلی را مأموریت کاری خود قرار داده است.

در اولین گام از چارچوب پیشنهادی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان، براساس بررسی مستندات موجود در شرکت مورد مطالعه و نظرهای تیم ممیزی متشکل از مدیر بازرگانی، مدیر کارخانه و مدیر آزمایشگاه، معیارهای اصلی مورد استفاده برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در جدول ۳ ارائه می‌شود.

در گام بعدی، کارشناسان تیم ممیزی به‌ازای تأمین‌کنندگان شرکت به معیارهای یادشده در جدول ۳ امتیاز می‌دهند. در امتیازدهی معیارها، اگر معیار مورد بررسی برای تأمین‌کننده‌ای در وضعیت کافی و مناسب باشد، امتیازی بین ۷ تا ۱۰ به تأمین‌کننده تعلق می‌گیرد. همچنین، اگر تأمین‌کننده از لحاظ معیار مورد بررسی، وضعیت در حد انتظار داشته باشد، امتیازی بین ۴ تا ۶ را

www.SID.ir

Archive of SID

کسب می‌کند و اگر شرایط ناکافی و نامناسب داشته باشد، امتیازی بین ۱ تا ۳ کسب می‌کند. امتیازات تخصیص داده‌شده به هر معیار برای برخی از تأمین‌کنندگان در جدول ۴ ارائه می‌شود.

جدول ۳. معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان صنعت خودرویی و وزن‌های حاصل از نقشهٔ شناختی

ردیف	معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان	وزن
۱	توان مالی و گردش سرمایه	۰/۶۷۱
۲	چارت سازمانی مناسب و توان و ثبات مدیریتی سازمان	۰/۵۴۲
۳	وضعیت لجستیکی سازمان	۰/۴۵۶
۴	روش ساخت و سطح فناوری موجود	۰/۵۳۲
۵	حضور در لیست تأمین‌کنندگان شرکت‌های معتبر/ نمایندگی شرکت خارجی یا تولید تحت لیسانس	۰/۴۴۹
۶	تجهیزات تست، کنترل و امکانات	۰/۴۷۶
۷	وضعیت ایجاد و استفاده از زیرساخت‌های مرتبط با ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست و رعایت الزامات قانونی مرتبط	۰/۴۰۶
۸	سابقه و تجربهٔ کار سازمان و سطح کفایت پرسنل	۰/۵۸۲
۹	موقعیت جغرافیایی و نحوهٔ دسترسی به شرکت	۰/۴۵۲
۱۰	گواهی‌های سیستم مدیریت کیفیت، ایمنی بهداشت، محیط‌زیست و...	۰/۶۴۳
۱۱	روش امکان‌سنجی و پدیدآوری محصولات جدید	۰/۶۴۰
۱۲	سیستم خرید، نحوهٔ انتخاب، ارزیابی و پایش تأمین‌کنندگان و مدیریت فرایند برون‌سپاری	۰/۴۴۷
۱۳	پایش و اندازه‌گیری رضایت مشتری	۰/۵۸۲
۱۴	تحت کنترل بودن مدارک فنی در سطح کارگاه	۰/۳۹۹
۱۵	سیستم کنترل سفارش مشتری، برنامه‌ریزی تولید و مواد و ظرفیت‌سنجی	۰/۴۴۵
۱۶	شناسایی و ردیابی (مواد اولیه، حین ساخت، محصول نهایی) و بسته‌بندی	۰/۴۱۸
۱۷	روش کنترل اقلام نامنطبق, اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه	۰/۴۳۲
۱۸	نظم و نظافت و وضعیت ساماندهی محیط کار	۰/۴۰۸
۱۹	تعهد سازمان در قبال مسائل مرتبط با مسئولیت‌های اجتماعی (محیط‌زیست، ذینفعان و...)	۰/۳۷۰

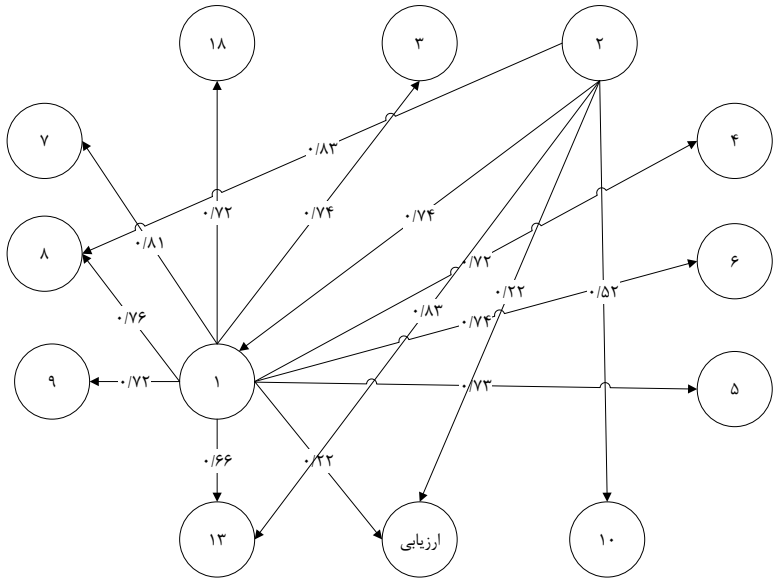
پس از امتیازدهی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان توسط تیم ممیزی، وزن هریک از معیارها براساس روابط علی و معلولی میان معیارها و اهمیتی تعیین می‌شود که کارشناسان به‌صورت پیش‌فرض به آن‌ها اختصاص داده‌اند. به‌این‌منظور، از روش نقشهٔ شناختی فازی استفاده می‌شود. ابتدا هریک از معیارها یک مفهوم یا گره در نقشهٔ شناختی فرض می‌شود. سپس برای تعیین ساختار نقشهٔ شناختی، روابط علی و معلولی میان معیارها توسط کارشناسان تیم ممیزی شرکت تعیین می‌شود. در ادامه، وزن‌دهی به روابط علی و معلولی تعیین‌شده میان معیارها با استناد به داده‌های ارائه‌شده در جدول ۴ و روابط ۱ تا ۳ صورت می‌پذیرد و نتایج در بخشی از جدول ۵ (ماتریس ۱۹ در ۱۹) ارائه می‌شود. همچنین، میزان اثرگذاری اولیه (پیش‌فرض) هریک از معیارها روی انتخاب تأمین‌کنندگان توسط خبرگان تعیین می‌شود و درنهایت ماتریس وزنی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان به‌صورت یک ماتریس ۲۰ در ۲۰ (۱۹ معیار و یک گره هدف ارزیابی) در جدول ۵ ارائه می‌شود. همچنین، به‌دلیل ازدیاد روابط میان معیارها، روابط علی و معلولی میان معیارهای اول و دوم به‌عنوان نمایی از نقشهٔ شناختی در شکل ۲ نمایش داده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. امتیازات اختصاص داده‌شده توسط تیم ممیزی به تأمین‌کنندگان

تأمین‌کننده / معیار	تأمین کنندهٔ ۱	تأمین کنندهٔ ۲	تأمین کنندهٔ ۵	تأمین کنندهٔ ۶	تأمین کنندهٔ ۷	تأمین کنندهٔ ۱۰	تأمین کنندهٔ ۱۱	تأمین کنندهٔ ۱۲	تأمین کنندهٔ ۱۵	تأمین کنندهٔ ۱۶	تأمین کنندهٔ ۱۷	تأمین کنندهٔ ۲۰	تأمین کنندهٔ ۲۱	تأمین کنندهٔ ۲۲
۱	۸	۶	۸	۷	۲	۱۰	۷	۱۰	۱۰	۳	۱۰	۴	۵	۷
۲	۱۰	۹	۷	۱۰	۹	۸	۱۰	۸	۱۰	۹	۸	۷	۶	۷
۳	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۹	۸	۱۰	۷	۹	۸	۱۰	۶	۷	۱۰
۴	۹	۶	۷	۱۰	۱۰	۴	۱۰	۵	۱۰	۸	۱۰	۷	۵	۵
۵	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۵	۹	۶	۱۰	۳	۱۰	۷	۶	۷	۱۰
۶	۹	۴	۷	۱۰	۸	۵	۸	۹	۴	۵	۱۰	۷	۵	۳
۷	۵	۸	۱۰	۵	۶	۹	۷	۶	۱۰	۱۰	۵	۹	۶	۷
۸	۹	۸	۱۰	۱۰	۱۰	۶	۷	۱۰	۷	۶	۵	۷	۷	۷
۹	۱۰	۱۰	۷	۹	۵	۴	۱۰	۹	۱	۵	۱۰	۹	۷	۷
۱۰	۷	۷	۸	۳	۷	۷	۳	۳	۱	۲	۳	۳	۳	۱
۱۱	۸	۱۰	۱۰	۱۰	۵	۵	۱۰	۱۰	۱۰	۷	۴	۸	۸	۸
۱۲	۷	۹	۵	۵	۸	۹	۸	۶	۸	۷	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۳	۱۰	۶	۹	۱۰	۹	۹	۸	۵	۵	۹	۶	۸	۱۰	۱۰
۱۴	۷	۹	۸	۹	۷	۱۰	۶	۱۰	۶	۹	۶	۸	۱۰	۸
۱۵	۷	۱۰	۱۰	۵	۵	۸	۹	۷	۷	۸	۷	۸	۱۰	۱۰
۱۶	۸	۹	۵	۵	۱۰	۱۰	۹	۵	۹	۶	۸	۷	۸	۱۰
۱۷	۱۰	۹	۸	۱۰	۸	۸	۵	۴	۸	۴	۸	۷	۸	۱۰
۱۸	۸	۱۰	۱۰	۹	۶	۱۰	۹	۸	۴	۱۰	۶	۵	۱۰	۸
۱۹	۱۰	۱۰	۹	۱۰	۷	۹	۱۰	۷	۶	۱۰	۹	۴	۸	۱۰



شکل ۲. نمایی از نقشهٔ شناختی ترسیم‌شده در این تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ماتریس وزنی معیارهای مؤثر بر انتخاب تأمین‌کنندگان و هدف ارزیابی تأمین‌کننده

معیار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	هدف ارزیابی
۱	۰	۰	۰/۷۴	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۷۲	۰	۰	۰	۰/۶۶	۰	۰	۰	۰	۰/۷۲	۰	۰/۲۲
۲	۰/۷۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸۳	۰	۰/۵۲	۰	۰	۰/۸۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۲
۳	−۰/۷۴	۰	۰	۰	۰/۷۹	۰	۰	۰	۰	۰/۵۱	۰	۰	۰/۷۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸۵	۰/۱۱
۴	۰/۷۲	۰	۰	۰	۰/۶۸	۰/۸۲	۰/۷۵	۰	۰	۰/۵۴	۰/۷۸	۰	۰/۷۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۶	۰/۴۴
۵	۰/۷۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
۶	۰/۷۴	۰	۰	۰/۸۲	۰/۷۲	۰	۰/۷۲	۰	۰	۰/۶۴	۰/۷۱	۰	۰/۷۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۴	۰/۴۴
۷	−۰/۸۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۵	۰	۰	۰/۷۵	۰	۰	۰	۰	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۲۲
۸	۰/۷۶	۰/۸۳	۰	۰/۷۹	۰/۸۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۲	۰	۰	۰/۸۱	۰/۷۹	۰	۰	۰/۸۰	۰	۰	۰/۳۳
۹	۰/۷۸	۰	۰	۰	۰/۷۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۶	۰/۷۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
۱۰	۰/۵۲	۰	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۵۲	۰	۰	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۴	۱
۱۱	۰/۶۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۷	۰	۰	۰/۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴۴
۱۲	۰/۷۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
۱۳	۰/۶۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸۱	۰	۰	۰/۵۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۷	۰	۰	۰/۸۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
۱۵	۰/۷۳	۰	۰/۸۳	۰	۰/۸۳	۰	۰	۰	۰	۰/۵۳	۰	۰	۰/۸۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۸	۰	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۶	۰	۰/۸۳	۰	۰	۰/۱۱
۱۷	۰/۷۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۷	۰	۰/۸۰	۰/۸۱	۰	۰	۰/۸۳	۰	۰	۰	۰/۱۱
۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸۵	۰/۱۱
۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۴	۰	۰	۰/۸۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱
هدف ارزیابی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. نحوهٔ محاسبهٔ امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان

شماره ردیف	کیفیت					تحویل به‌موقع				قیمت			درصد کل ارزیابی عملکرد
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q	Q_R	Q_P	Q_E	Q_F	D_R	P_L	P	P_R	مجموع امتیاز	
۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۵۷۰۰۰	۵۷۰۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۲	۱۲	۰	۰	۰	۱۲	۱۰۰	۱۲	۰	۰	۱۰۰	۱۷۸۰۰	۱۷۸۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۳	۶۵	۰	۰	۰	۶۵	۱۰۰	۶۵	۰	۰	۱۰۰	۸۷۰	۸۷۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۴	۲۸	۰	۵۵	۰	۸۳	۸۰/۱۲	۸۳	۰	۰	۱۰۰	۶۴۹	۶۴۹	۱۰۰	۲۸۰/۱۲	۰/۹۳
۵	۱۵	۰	۰	۰	۱۵	۱۰۰	۱۵	۰	۰	۱۰۰	۲۸۰۰۰	۲۸۰۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۶	۳	۰	۰	۰	۳	۱۰۰	۲	۰	۱	۷۵	۳۶۰۰	۳۶۰۰	۱۰۰	۲۷۵	۰/۹۲
۷	۹	۰	۰	۰	۹	۱۰۰	۹	۰	۰	۱۰۰	۱۷۸۰۰	۱۸۰۰۰	۹۸/۸۹	۲۹۸/۸۹	۱
۸	۲	۰	۰	۰	۲	۱۰۰	۲	۰	۰	۱۰۰	۱۴۵۰۰	۱۴۵۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۲۰۰۰	۰	۰	۰
۱۰	۲۷	۰	۴	۰	۳۱	۹۶/۱۳	۱۰	۰	۰	۱۰۰	۲۰۰۰	۲۱۴۰	۹۳/۴۶	۲۸۹	۰/۹۷
۱۱	۱	۰	۸	۰	۹	۷۳/۳۳	۹	۰	۰	۱۰۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰	۲۷۳/۳۳	۰/۹۱
۱۲	۱۶	۰	۰	۰	۱۶	۱۰۰	۱۶	۰	۰	۱۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۱۳	۴	۰	۰	۰	۴	۱۰۰	۴	۰	۰	۱۰۰	۱۸۰۰۰	۱۸۱۰۰	۹۹/۴۵	۲۹۹/۴۵	۱
۱۴	۱۳	۰	۰	۰	۱۳	۱۰۰	۱۳	۰	۰	۱۰۰	۱۹۰۰	۲۳۰۰	۸۲/۶۱	۲۸۲/۶۱	۰/۹۴
۱۵	۱	۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۳۸۰۰۰	۳۸۰۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۱۶	۰	۰	۶	۰	۶	۷۰	۴	۰	۰	۷۵	۲۰۵	۲۰۵	۱۰۰	۲۴۵	۰/۸۲
۱۷	۱	۰	۰	۰	۱	۱۰۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۲۱۵۰	۲۱۵۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۱۸	۵۲۳	۰	۰	۰	۵۲۳	۱۰۰	۵۲۳	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۰۰	۹/۰۹	۲۰۹/۰۹	۰/۷
۱۹	۳	۰	۰	۰	۳	۱۰۰	۳	۰	۰	۱۰۰	۱۴۵۰۰	۱۴۵۰۰	۱۰۰	۳۰۰	۱
۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۲۰۰۰	۰	۰	۰
۲۱	۵۷	۰	۹	۰	۶۶	۹۵/۹۱	۶۶	۰	۰	۱۰۰	۶۷۰	۶۴۹	۱۰۳/۲۴	۲۹۹/۱۴	۱
۲۲	۵	۰	۱	۰	۶	۹۵	۶	۰	۰	۱۰۰	۳۶۵۰	۴۲۰۰	۸۶/۹۰	۲۸۱/۹۰	۰/۹۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. امتیازات نهایی تأمین‌کنندگان و درجه‌بندی آن‌ها

تأمین‌کننده	امتیاز نهایی	امتیاز قبولی (۳۰٪)	امتیاز معیاری فرایند (۸۰٪)	نمرهٔ امتیاز معیاری فرایند	امتیاز معیاری فرایند با احتمال	رتبهٔ میانگین	درجه
۱	٪۸۲	۰/۳	۰/۵۱۷	۰/۷۳۸	۶۷/۷۰۴	۱۲	B^+
۲	٪۸۴	۰/۲۹۹	۰/۵۴۰	۰/۷۷۲	۷۰/۷۷۴	۱۳	B^+
۳	٪۸۰	۰/۲۸۳	۰/۵۴۱	۰/۷۳۵	۶۷/۳۸۹	۱۴	B^-
۴	٪۷۷	۰/۳	۰/۴۷۲	۰/۶۷۴	۶۱/۷۸۹	۱۵	B^-
۵	٪۷۳	۰/۲۴۵	۰/۴۸۸	۰/۶۹۸	۶۳/۹۶۷	۱۶	B^-
۶	٪۸۳	۰/۳	۰/۵۲۷	۰/۷۵۳	۶۹/۰۰۷	۱۷	B^+
۷	٪۷۵	۰/۲۰۹	۰/۵۴۵	۰/۷۷۹	۷۱/۴۰۶	۱۸	B^-
۸	٪۸۰	۰/۳	۰/۴۹۷	۰/۷۱۰	۶۵/۰۷۸	۱۹	B^-
۹	٪۴۸	۰	۰/۴۷۷	۰/۶۸۲	۶۲/۵۲۷	۲۰	D
۱۰	٪۸۱	۰/۲۹۹	۰/۵۰۷	۰/۷۲۵	۶۶/۴۶۵	۲۱	B^+
۱۱	٪۸۲	۰/۲۸۲	۰/۵۳۵	۰/۷۶۴	۷۰/۰۵۸	۲۲	B^+

www.SID.ir

Archive of SID

برای محاسبهٔ وزن هریک از معیارها فرض می‌شود که هرکدام از آن‌ها، تنها معیار مؤثر بر ارزیابی تأمین‌کنندگان یا تنها معیار فعال است. براین‌اساس، به‌ازای هر معیار مورد بررسی، الگوریتم یادگیری ترکیبی هبین غیرخطی و تکامل تفاضلی اجرا شده است. پس از اجرای الگوریتم مذکور، نقشهٔ شناختی به یک ساختار پایدار وزنی دست می‌یابد که میزان خروجی به‌ازای معیار تحت بررسی، وزن واقعی همان معیار در فرایند ارزیابی با توجه به روابط علی و معلولی با سایر معیارهاست. وزن‌های محاسبه‌شده توسط نقشهٔ شناختی و الگوریتم یادگیری در ستون پایانی جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به این نتایج مشخص می‌شود معیارهای «توان مالی و گردش سرمایه»، «گواهی‌های سیستم مدیریت کیفیت، ایمنی بهداشت، محیط‌زیست و...» و «روش امکان‌سنجی و پدیدآوری محصولات جدید» معیارهای ارزیابی مؤثرتری در درجه‌بندی تأمین‌کنندگان در شرکت مورد مطالعه هستند. در این راستا، وزن محاسبه‌شدهٔ هر معیار در امتیازات اختصاص داده‌شده به معیار مذکور به‌ازای تأمین‌کنندگان (جدول ۴)، اعمال می‌شود. سپس با ادامهٔ این رویکرد، میزان امتیاز ممیزی فرایند هرکدام از تأمین‌کنندگان محاسبه می‌شود.

در ادامهٔ چارچوب پیشنهادی، امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان با توجه به سه معیار مهم کیفیت، تحویل به‌موقع و قیمت محاسبه می‌شود. این امتیاز با استفاده از داده‌های ثبت‌شده در جدول ۶ و روابط ۷ تا ۱۰ محاسبه شده است که در جدول ۶ ارائه می‌شود. با توجه به در دست بودن دو امتیاز ارزیابی عملکرد و ممیزی فرایند تأمین‌کننده، امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده با توجه به اعمال ۷۰ درصد از امتیاز ممیزی فرایند تأمین‌کننده و ۳۰ درصد از امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده محاسبه شده است که در جدول ۷ ارائه می‌شود. براساس امتیازات نهایی، درجه‌بندی تأمین‌کنندگان انجام گرفته و راهبردهای سازمان در قبال تأمین‌کنندگان به‌دست آمده است. شایان ذکر است ستون «نسبت امتیاز ممیزی فرایند» از تقسیم «امتیاز ممیزی فرایند با اعمال وزن معیارها» بر «بیشترین امتیاز ممیزی فرایند ممکن یعنی ۹۱/۶۹۳» حاصل شده است.

با توجه به جدول ۷، تأمین‌کنندهٔ ۱ با داشتن امتیاز ۹۱، بهترین عملکرد را در میان تأمین‌کنندگان شرکت مورد مطالعه داشته است و ادامهٔ همکاری و خرید از این تأمین‌کننده، بهترین راهبرد سازمان است. همچنین، سازمان مورد مطالعه باید تأمین‌کنندهٔ ۲۰ را به‌دلیل داشتن مقدار امتیازی کمتر از ۵۰، جایگزین کند، زیرا ادامهٔ همکاری با این تأمین‌کننده به کاهش کیفیت محصولات تولیدی سازمان و احتمالاً ازدست‌دادن سهمی از بازار منجر می‌شود. تأمین‌کنندهٔ ۹ به‌صورت مشروط و با ارائهٔ برنامه ارتقا قابل‌پذیرش است، زیرا در این حالت، تأمین‌کننده مطابق برنامهٔ اختصاص داده‌شده از سوی سازمان عمل می‌کند تا همکاری خود را با سازمان ادامه دهد. همچنین، تأمین‌کنندگان ۷، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸ و ۱۹ امتیازی بین ۷۰ تا ۸۰ را کسب کرده‌اند. این موضوع برای مدیریت سازمان نشان می‌دهد راهبرد ادامهٔ خرید از این دسته از تأمین‌کنندگان درصورتی امکان‌پذیر است که ضعف‌های موجود به‌ازای هر تأمین‌کننده به آن‌ها اعلام شود تا با بهبود امتیاز خویش، در درجهٔ بهتری قرار گیرند. تصمیم‌گیری درمورد سایر تأمین‌کنندگان نیز که امتیاز ۸۰ تا ۹۰ دارند، تأیید و ادامهٔ خرید از آن‌هاست.

نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق، ارائهٔ چارچوبی برای ارزیابی و درجه‌بندی تأمین‌کنندگان است. چارچوب ارائه‌شده با محاسبهٔ امتیازی شامل دو بخش امتیاز ممیزی فرایند و امتیاز ارزیابی عملکرد سعی دارد راهبردهای سازمان را دربرابر هر تأمین‌کننده مشخص کند. امتیاز ممیزی فرایند براساس معیارهای کیفی و در بازرسی‌های تیم ممیزی از تأمین‌کننده به‌دست می‌آید.

همچنین، امتیاز ارزیابی عملکرد نیز براساس معیارهای کمی مهم مانند کیفیت محموله، زمان تحویل و قیمت آن محاسبه می‌شود. سپس با تجمیع این دو امتیاز، امتیاز نهایی هر تأمین‌کننده و به‌تبع آن، درجهٔ هر تأمین‌کننده مشخص می‌شود. از آنجاکه در واقعیت، معیارهای ارزیابی بر یکدیگر اثر می‌گذارند و از یکدیگر اثر می‌پذیرند؛ ضروری است با درنظرگرفتن روابط علی و معلولی میان آن‌ها و اعمال نظرهای خبرگان، وزن‌های واقعی هر معیار تعیین شود و در فرایند ارزیابی درنظر گرفته شود. به همین دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر با استفاده از نقشهٔ شناختی فازی و الگوریتم یادگیری ترکیبی، روابط میان معیارهای کیفی برای محاسبهٔ امتیاز ممیزی فرایند تجزیه و تحلیل شده است. نتایج خروجی این روش، وزن‌های واقعی تخصیص داده‌شده به هر معیار را براساس میزان اثرگذاری مستقیم (ناشی از معیار تحت بررسی) و غیرمستقیم (ناشی از اثرگذاری سایر معیارها بر معیار تحت بررسی) نمایش می‌دهد. درواقع، این وزن‌ها با اعمال در امتیازات کلامی تخصیص داده‌شده برای هر معیار و به‌ازای تأمین‌کنندگان مختلف، به دستیابی به امتیاز ممیزی فرایند هر تأمین‌کننده منجر می‌شود. نتایج این روش با پیاده‌سازی در شرکتی فعال در صنعت تأمین قطعات خودرویی نشان می‌دهد معیارهای «توان مالی و گردش سرمایه» و «گواهی‌های سیستم مدیریت کیفیت، ایمنی بهداشت، محیط زیست و غیره» با داشتن بیشترین میزان وزن، بیشترین اثرگذاری را بر امتیاز ممیزی فرایند و درجه‌بندی تأمین‌کنندگان دارند. استفاده از روش حاضر در ارزیابی تأمین‌کنندگان صنایع دارویی با درنظرداشتن معیارهای مبتنی‌بر سلامت و به‌کارگیری روش پیشنهادی برای ارزیابی ارائه‌دهندگان خدمات (مانند خدمت حمل‌ونقل) در صنعت قطعات خودرویی یا سایر صنایع از پیشنهادهای توسعهٔ این تحقیق است.

مراجع

1. Kopczak, L. R. (1997). “Logistics partnerships and supply chain restructuring: Survey results from the US computer industry”, *Production and Operations Management*, Vol. 6, No. 3, PP. 226- 247.
2. Aissaoui, N., Haouari, M. & Hassini, E. (2007). “Supplier selection and order lot sizing modeling: A review”, *Computers & operations research*, Vol. 34, No.12, PP. 3516- 3540.
3. Ghobadian, A., Stainer, A. & Kiss, T. (1993). “A computerized vendor rating system”, *In Proceedings of the first international symposium on logistics*, The University of Nottingham, United Kingdom, PP. 321- 328.
4. Chen, Y. J. (2011). “Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain”, *Information Sciences*, Vol. 181, No. 9, PP. 1651- 1670.
5. Lewis, H. (1940). *Industrial Purchasing; Principles and Practice*, Business Publications.
6. Amin, S. H. & Razmi, J. (2009). “An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation”, *Expert systems with applications*, Vol. 36, No. 4, PP. 8639- 8648.
7. Dickson, G. W. (1966). “An analysis of vendor selection systems and decisions”, *Journal of purchasing*, Vol. 2, No. 1, PP. 5- 17.
8. Ellram, L. M. (1990). “The supplier selection decision in strategic partnerships”, *Journal of Purchasing and materials Management*, Vol. 26, No. 4, PP. 8- 14.
9. Weber, C. A., Current, J. R. & Benton, W. C. (1991). “Vendor selection criteria and methods”, *European journal of operational research*, Vol. 50, No. 1, PP. 2- 18.
10. Shipley, D. D. (1985). “Resellers' supplier selection criteria for different consumer products”, *European Journal of Marketing*, Vol. 19, No. 7, PP. 26- 36.
11. Lin, R. H. (2009). “An integrated FANP–MOLP for supplier evaluation and order allocation”, *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 33, No. 6, PP. 2730- 2736.
12. Bai, C. & Sarkis, J. (2010). “Green supplier development: Analytical evaluation using rough set theory”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 18, No. 12, PP. 1200- 1210.
13. Wu, D. D. (2010). “A systematic stochastic efficiency analysis model and application to international supplier performance evaluation”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No. 9, PP. 6257- 6264.
14. Baskaran, V., Nachiappan, S. & Rahman, S. (2012). “Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 135, No. 2, PP. 647- 658.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Kumar, D., Singh, J. & Singh, O. P. (2013). "A fuzzy logic based decision support system for evaluation of suppliers in supply chain management practices", *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 57, No. 11, PP. 2945- 2960.
16. Wang, M. & Li, Y. (2014). "Supplier evaluation based on Nash bargaining game model", *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, No. 9, PP. 4181- 4185.
17. Beikkhakhian, Y., Javanmardi, M., Karbasian, M. & Khayambashi, B. (2015). "The application of ISM model in evaluating agile suppliers selection criteria and ranking suppliers using fuzzy TOPSIS-AHP methods", *Expert Systems with Applications*, Vol. 42, No. 15, PP. 6224- 6236.
18. Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F. & Mirhedayatian, S. M. (2015). "A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context", *Computers & Operations Research*, Vol. 54, No. 1, PP. 274- 285.
19. Lima-Junior, F. R. & Carpinetti, L. C. R. (2016). "Combining SCOR®model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management", *International Journal of Production Economics*, Vol. 174, No. 1, PP. 128-141.
20. Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E. & Omid, M. (2016). "Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry", *Computers & Operations Research*, Doi:10.1016/j.cor.2016.02.015.
21. Yousefi, S., Mahmoudzadeh, H. & Jahangoshai Rezaee, M. (2016). "Using supply chain visibility and cost for supplier selection: a mathematical model", *International Journal of Management Science and Engineering Management*, Doi:10.1080/17509653.2016.1218307.
22. Rezaee, M. J., Yousefi, S. & Hayati, J. (2016) "A multi-objective model for closed-loop supply chain optimization and efficient supplier selection in a competitive environment considering quantity discount policy", *Journal of Industrial Engineering International*, Doi:10.1007/s40092-016-0178-2.
23. Zhou, X., Pedrycz, W., Kuang, Y. & Zhang, Z. (2016). "Type-2 fuzzy multi-objective DEA model: An application to sustainable supplier evaluation", *Applied Soft Computing*, Vol. 46, 424- 440.
24. Gandhi, K., Govindan, K. & Jha, P. C. (2016). "Fuzzy bi-criteria decision making approach for supplier selection and distribution network planning in supply chain management", *Journal of Information and Optimization Sciences*, Vol. 37, No. 5, PP. 653- 679.
25. Luzon, B. & El-Sayegh, S. M. (2016). "Evaluating supplier selection criteria for oil and gas projects in the UAE using AHP and Delphi", *International Journal of Construction Management*, Vol. 16, No. 2, PP. 175-183.
26. Kosko, B. (1986). "Fuzzy cognitive maps", *International Journal of man-machine studies*, Vol. 24, PP. 65-75.
27. Papageorgiou, E. I. (2011). "A new methodology for decisions in medical informatics using fuzzy cognitive maps based on fuzzy rule-extraction techniques", *Applied Soft Computing*, Vol. 11. No. 1, PP. 500- 513.
28. Büyüközkan, G. & Vardaloğlu, Z. (2012). "Analyzing of CPFR success factors using fuzzy cognitive maps in retail industry", *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 12, PP. 10438- 10455.
29. Lee, K. C., Lee, H., Lee, N. & Lim, J. (2013). "An agent-based fuzzy cognitive map approach to the strategic marketing planning for industrial firms", *Industrial Marketing Management*, Vol. 42, No. 4, PP. 552- 563.
30. Olazabal, M. & Pascual, U. (2016). "Use of fuzzy cognitive maps to study urban resilience and transformation", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 18, PP. 18- 40.
31. Rezaee, M. J., Yousefi, S. & Babaei, M. (2017). "Multi-stage cognitive map for failures assessment of production processes: An extension in structure and algorithm", *Neurocomputing*, Vol. 232, PP. 69- 82.
32. Uzochukwu, B. M., Udoka, S. J. & Balogun, F. (2016). "Development and implementation of product sustainment simulator utilizing fuzzy cognitive map (FCM)", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 23, No. 2, PP. 425- 442.

www.SID.ir

Archive of SID

33. Rezaee, M. J., Yousefi, S. & Hayati, J. (2016). "A decision system using fuzzy cognitive map and multi-group data envelopment analysis to estimate hospitals' outputs level", *Neural Computing and Applications*, Doi:10.1007/s00521-016-2478-2.

34. Çoban, V. & Onar, S. Ç. (2017). *Modelling Solar Energy Usage with Fuzzy Cognitive Maps*, In Intelligence Systems in Environmental Management: Theory and Applications, Vol. 113, Springer International Publishing, PP. 159- 187.

35. Papageorgiou, E. I., Stylios, C. & Groumpos, P. P. (2006). "Unsupervised learning techniques for fine-tuning fuzzy cognitive map causal links", *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 64, No. 8, PP. 727- 743.

36. Schneider, M., Shnaider, E., Kandel, A. & Chew, G. (1998). "Automatic construction of FCMs", *Fuzzy sets and systems*, Vol. 93, No. 2, PP. 161- 172.

37. Meade, L. M. & Sarkis, J. (1999). "Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach", *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 2, PP. 241- 261.

38. Papageorgiou, E. I. & Kannappan, A. (2012). "Fuzzy cognitive map ensemble learning paradigm to solve classification problems: Application to autism identification", *Applied Soft Computing*, Vol. 12, No. 12, PP. 3798- 3809.

39. Papageorgiou, E. I. & Salmeron, J. L. (2014). *Methods and algorithms for fuzzy cognitive map-based modeling*. In Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering, Springer Berlin Heidelberg, Vol. 54, PP. 1-28.

40. Storn, R. & Price, K. (1997). "Differential evolution–a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces", *Journal of global optimization*, Vol. 11, No. 4, PP. 341- 359.

واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1. Hebbian
2. Non linear Hebbian - differential Evolution (NHL-DE)
3. Mutation
4. Mutant_Vector
5. Crossover
6. Trial_Vector

www.SID.ir