مدیریت تولید و عملیات، دوره ششم، شماره(۱)، پیاپی(۱۰)، بهار و تابستان ۱۳۹٤
دریافت: ۹۲/۲/۳۱ پذیرش: ۹۳/٤/۱
صص: ۱۷۱- ۱۸٦

Arhive of SID

استفاده از روش خوشه‌بندی و TOPSIS برای انتخاب تأمین‌کنندگان بامحدودیت عرضه

رامین صادقیان[۱]*، محمود مسندجم[۲]
۱- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران
۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران

چکیده
بررسی زنجیره تأمین معمولاً دو مشکل اساسی دارد. مشکل اول زمانی ظاهر می‌شود که تعداد تأمین‌کنندگان، محصولات و اقلام بسیار زیاد باشند. امروزه به‌خاطر پیچیدگی سیستم‌های تولیدی، تأمین‌کنندگان با محدودیت‌هایی مواجه هستند. این همان مشکل دوم است. یکی از محدودیت‌ها این است که تقاضاها باید توسط تأمین‌کنندگان به طور کامل ارضا شوند. در این مقاله، این مشکل از طریق خوشه‌بندی اقلام و تأمین‌کنندگان و نیز استفاده از روش TOPSIS حل می‌شود. روش پیشنهادی در شرکتی تولیدی به عنوان مطالعه موردی پیاده‌سازی می‌شود. در انتها نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی با روش DEA که نتایج‌شان مشابه است، مقایسه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین، انتخاب تأمین‌کنندگان، خوشه‌بندی، روش TOPSIS

*نویسنده مسؤول: sadeghian@pnu.ac.ir

www.SID.ir

۱- مقدمه

از دهه ۹۰ میلادی مفاهیم زنجیره تأمین بیش از هر زمان دیگری مورد توجه تولیدکنندگان و عرضه‌کنندگان قرار گرفت. بها دادن به تمامی بخش‌های مؤثر بر تهیه، تولید و تحویل کالا و خدمات به مشتری نهایی منجر به پدیدآمدن مفهومی اساسی به‌نام "زنجیره‌تأمین"[۱] گردید (تیموری، ۱۳۷۸).

از زمان پیدایش مفهوم زنجیره‌تأمین، مقالات، پایان‌نامه‌ها و تحقیقات گسترده‌ای بر روی تعاریف، مفاهیم و خصوصیات آن صورت گرفته‌است (الرام[۲]، ۱۹۹۱؛ کریستوفر[۳]، ۱۹۹۲؛ لی و همکاران[٤]، ۱۹۹۲؛ بلاک هورست و همکاران[٥]، ۲۰۰۵؛ فلین و همکاران[٦]، ۲۰۱۰؛ ناگورنی[۷]، ۲۰۱۰؛ ژو و همکاران[۸]، ۲۰۰۹)

در مسائل زنجیره‌تأمین چنانچه تعداد تأمین‌کنندگانی که می‌توانند اقلام مشابهی را عرضه نمایند، بیش از یک تأمین‌کننده باشد، دو سؤال اصلی مطرح می‌شود,

سؤال اول) کدام یک از تأمین‌کنندگان برای عرضه اقلام موردنظر انتخاب گردند؟

سؤال دوم) هر تأمین‌کننده چه میزان از اقلام موردنظر را عرضه نماید؟ (دیمیرتاس و همکاران[۹]، ۲۰۰۸)

بیکر و همکارش از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[۱۰] برای انتخاب تأمین‌کنندگان باتوجه به کارآیی‌شان استفاده کردند (بیکر و همکاران[۱۱]،۱۹۹۷). چوی و همکارانش از روش CBR[۱۲] برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده استفاده کردند (چوی و همکاران[۱۳]، ۲۰۰۲). بارلا یک روش ارزیابی تأمین‌کننده مبتنی بر روش SMART[۱٤] را برای یک کارخانه‌ی شیشه‌سازی ارائه داد (بارلا[۱٥]، ۲۰۰۳). دینگ و همکارانش یک مدل بهینه‌سازی برای مسأله‌ی انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه کردند (دینگ و همکاران[۱٦]، ۲۰۰۵).

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره اعم از چندهدفه و چندشاخصه نیز در انتخاب تأمین‌کنندگان به کرّات استفاده شده‌اند. مورالدیاران یک روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی را برای انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه نمود (مورالدیاران[۱۷]، ۲۰۰۲). قهرمان و همکارانش از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای انتخاب تأمین کنندگان در یک شرکت ترکیه‌ای استفاده کردند (قهرمان و همکاران[۱۸]، ۲۰۰۵). تالوری و همکارش یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی خطی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان بالقوه با توجه به میزان عملکرد تأمین‌کنندگان موجود، ارائه کردند (تالوری و همکاران[۱۹]، ۲۰۰۵). بوتانی و همکاران نیز با استفاده از روش خوشه‌بندی و مدل AHP روالی برای انتخاب تأمین‌کنندگان با محوریت کاهش یافتن زمان تحویل نهایی ارائه دادند (بوتانی و همکاران[۲۰]، ۲۰۰۷). تحقیقات متعدد دیگری نیز در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان قابل مشاهده است (ان جی[۲۱]، ۲۰۰۸؛ لیو و همکاران[۲۲]، ۲۰۰۵؛ هونگ و همکاران[۲۳]، ۲۰۰۵؛ قدسی پور و همکاران[۲٤]، ۲۰۰۱؛ ناراسیمان و همکاران[۲٥]، ۲۰۰۱)

با توجه به اینکه زاناکیس و همکاران ثابت کردند که با افزایش تعداد گزینه‌ها در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، این روش‌ها ناکارامد شده و قادر به اولویت‌بندی گزینه‌ها نیستند، بنابراین، در حالتی‌که تعداد تأمین‌کنندگان و اقلام مورد تقاضا زیاد

Arhive of SID

www.SID.ir

باشد، بهتر است از روش‌هایی استفاده نمود که قابلیت استفاده در حجم بالای تأمین‌کنندگان و اقلام مورد تقاضا را دارا باشد (زاناکیس و همکاران[۲۶]، ۱۹۹۸).

برخی از این روش‌ها عبارتند از,

۱. روش‌های طبقه‌بندی[۲۷] و خوشه‌بندی[۲۸]
۲. روش DEA
۳. سیستم های CBR

در این مقاله در راستای برآورده نمودن دو محدودیت ذیل به‌صورت توأم که در تحقیقات قبلی معمولاً به صورت جداگانه منظور می‌شدند، از یک روش خوشه‌بندی به شکل مناسبی استفاده می‌گردد. این دو محدودیت عبارتند از,

۱) تأمین‌کنندگان در عرضه انواع اقلام دارای محدودیت بوده و تمام انواع اقلام را نمی‌توانند ارائه نمایند.

۲) تمام تقاضاها باید جبران گردد.

برای برطرف نمودن محدودیت‌های مذکور، از روش خوشه‌بندی AGNES[۲۹] برای تأمین‌کنندگان و اقلام به‌طور جداگانه و نیز از روش TOPSIS در دو مرحله استفاده می‌گردد که نحوه پیاده‌سازی مدل پیشنهادی در ادامه توضیح داده‌می‌شوند. البته، استفاده از روش خوشه‌بندی AGNES و روش تصمیم گیری TOPSIS علت خاصی ندارد و هر روش مناسب خوشه بندی و تصمیم گیری دیگری نیز می تواند در این الگوریتم استفاده شود، منتها این دو روش همان گونه که در ادبیات موضوع نیز عنوان شد، بیشتر مورد استفاده و پسند محققان قرار دارد. در ادامه روش خوشه‌بندی AGNES معرفی شده و سپس الگوریتم پیشنهادی برای تخصیص و نیز یک مطالعه موردی در یک شرکت قطعه سازی ارائه می‌گردد و نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی با نتایج به دست آمده از روش DEA مقایسه می‌شود.

۱-۱- بیان مسأله

در این تحقیق تعداد تأمین‌کنندگان و اقلام بسیار زیاد در نظر گرفته می‌شوند، و با توجه به زیاد بودن تعداد تأمین‌کنندگان و اقلام، نمی‌توان از روش‌های تصمیم‌گیری به طور مستقیم استفاده نمود. زاناکیس و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که با افزایش تعداد گزینه‌ها در روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، این روش‌ها ناکارامد شده و قادر به نمایش اهمیت و اولویت‌بندی صحیح گزینه‌ها نیستند، بنابراین، در این تحقیق برای تخصیص از یک روش خوشه‌بندی، تأمین‌کنندگان و اقلام را دسته‌بندی نموده و سپس از مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه استفاده می‌شود و یک الگوریتم نیز برای پیاده‌سازی روش مذکور پیشنهاد می‌گردد.

۱-۲- مفروضات تحقیق

- مطلوبیت معیارها به‌طور یکنواخت افزایشی یا کاهشی بوده و این فرض برای تمام معیارهای درنظر گرفته‌شده صادق است.
- مجموع عرضه تمام تأمین‌کنندگان از میزان اقلام مورد تقاضا بیشتر است.
- تعداد تأمین کنندگان و تعداد اقلام می‌تواند بسیار زیاد باشد.
- میزان عرضه اقلام از جانب تأمین کنندگان محدودیت دارد.

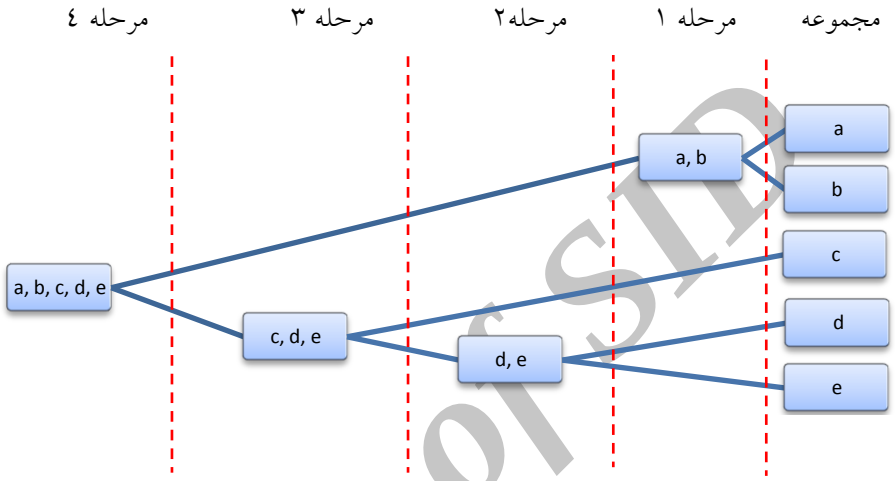
Arhive of SID

www.SID.ir

۲- ارائه مدل پیشنهادی

۲-۱- روش خوشه‌بندی AGNES

در این تحقیق از الگوریتم AGNES که در بین روش‌های خوشه‌بندی، جزء روش‌های سلسله مراتبی از نوع ترکیبی است، استفاده می‌گردد. در روش AGNES ابتدا هر شی در داخل یک خوشه جداگانه قرار می‌گیرند. مثلاً در شکل(۱) برای مجموعه‌ی {a,b,c,d,e}، ابتدا ۵ خوشه تک عضوی در نظر گرفته می‌شود. سپس خوشه‌ها گام به گام و براساس فواصل اقلیدسی و مبتنی بر معیارهای در نظر گرفته شده با هم ترکیب شده و به خوشه‌های بزرگتری تبدیل می‌گردند.



شکل(۱): یک نمونه از مراحل خوشه‌بندی از طریق روش AGNES

در روش خوشه‌بندی AGNES از فواصل مابین مراکز خوشه‌ها استفاده می‌شود که به معیار c-means معروف است. به‌عبارت دیگر فاصله مابین دو خوشه برابر با فاصله‌ی مراکز دو خوشه و یا میانگین مختصات مربوط به هر خوشه است (غضنفری و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۲- الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم پیشنهادی در این مقاله در طی ۹ مرحله کلی، مشابه شکل (۲) ارائه می‌گردد که گام‌های آن به طور کاملتر در ذیل توضیح داده می‌شود.

گام صفر) شروع

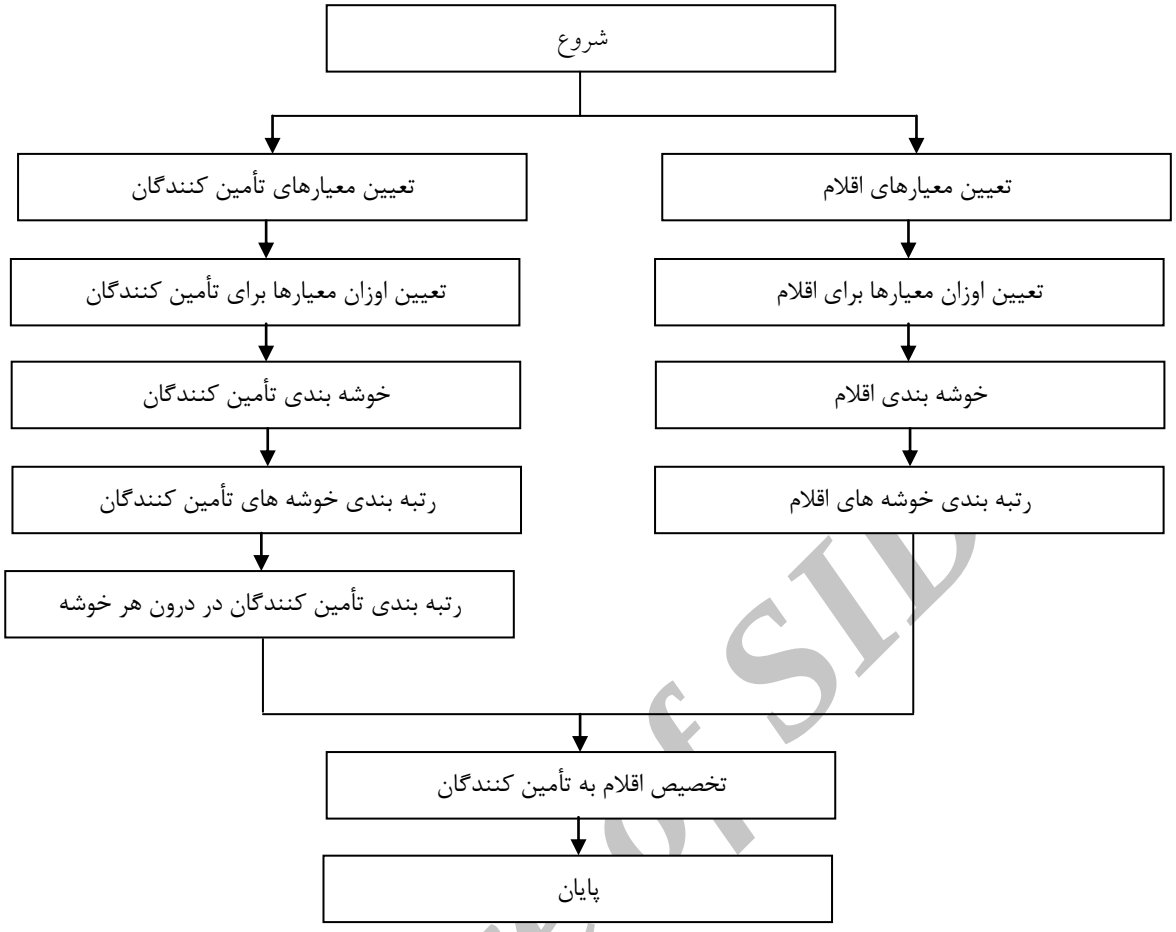
گام ۱) تعیین معیارها و اوزان معیارهای اقلام

تعیین نمودن معیارها و محاسبه‌ی وزن مربوط به هر معیار، اولین گام روش حل پیشنهادی است.

معیارهای اقلام بهتر است توسط متخصصان یا خبرگان بخش مورد بحث و متناسب با روش حل و مسأله‌ی مورد نظر تعیین گردند. وزن معیارها نیز می‌تواند از طریق روش‌هایی مانند آنتروپی، AHP، وزن‌دهی مستقیم افراد خبره و یا به صورت ترکیبی از آنها تعیین گردد (اصغرپور، ۱۳۸۸). البته، لازم نیست اشاره شود، معیارها بهتر است مستقل باشند تا هم کارایی روش بالاتر رود و هم در جمع آوری داده‌های نسبتاً تکراری صرفه‌جویی به عمل آید. برای مستقل بودن یا نبودن معیارها می‌توان از آزمون های مناسب و یا به کمک نرم افزارهای مناسب آن را بررسی نمود، ولیکن، مستقل نبودن معیارها و یا استقلال کامل نداشتن آنها خللی در مراحل روش الگوریتم و پیاده‌سازی آن وارد نمی‌کند، بلکه، فقط یک حسن محسوب می شود.

Arhive of SID

www.SID.ir



شکل (۲): مراحل اجرای الگوریتم پیشنهادی

گام ۲) خوشه‌بندی اقلام

در این مقاله از روش خوشه‌بندی AGNES برای خوشه‌بندی اقلام استفاده می‌شود. یک ماتریس $n_1 \times m_1$ از مشخصات اقلام در دست است، که n_1 تعداد اقلام و m_1 تعداد معیارهای مربوط به خوشه‌بندی اقلام است. با توجه به این ماتریس، ماتریس فاصله اقلیدسی بین اقلام مختلف در یک فضای m_1 بعدی برای خوشه‌بندی اقلام مشخص و استفاده می‌گردد. تعداد خوشه‌ها طوری انتخاب می‌شوند که تعداد اقلام درون هر خوشه تاحد قابل قبولی از دید خبرگان قرار گیرند. البته، در این مرحله، برای تعداد خوشه‌ها محدودیتی وجود ندارد.

گام ۳) رتبه‌بندی خوشه‌های اقلام با استفاده از روش TOPSIS

پس از آنکه خوشه‌بندی اقلام انجام گردیده و خوشه‌ها مشخص شد، روش TOPSIS طوری استفاده می‌شود که با در نظرگرفتن تعدادی معیار مناسب به‌ازای خوشه‌ها، بتوان خوشه‌های تعیین شده را رتبه‌بندی نمود. البته، این معیارها می‌توانند با معیارهای اقلام یکسان هم در نظر گرفته شوند (آذر و همکاران، ۱۳۸۷). به این ترتیب درصورتی‌که تعداد اقلام بسیار زیاد باشند، با خوشه‌بندی می‌توان مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه را به‌ازای تعداد کمتری از عناصر به کار برد.

Archive of SID

www.SID.ir

گام ٤) تعیین معیارهای تأمین‌کنندگان و محاسبه اوزان آنها

مشابه گام (۱)، برای تأمین‌کنندگان نیز معیارهایی برای خوشه‌بندی و رتبه‌بندی خوشه‌ها درنظر گرفته و از روش‌های مذکور، اوزان آنها تعیین می‌شوند. در این گام نیز خبرگان می‌توانند در تعیین معیارها و اوزان آنها مؤثر باشند.

گام ٥) خوشه‌بندی تأمین‌کنندگان

پس از تعیین معیارها و اوزان آنها مطابق گام (٤)، از روش خوشه‌بندی AGNES آنها را به تعداد مناسب خوشه‌بندی نمایید. در این گام نیز تعدادی معیار برای خوشه‌بندی تأمین‌کنندگان درنظر گرفته می‌شود. نقطه‌ی شروع این مرحله یک آرایه‌ی $n_2 \times m_2$ بعدی است. که در آن n_2 تعداد تأمین‌کنندگان و m_2 تعداد معیارها برای ارزیابی تأمین‌کنندگان است. بهتر است تعداد خوشه‌ها طوری انتخاب شود که تعداد تأمین‌کنندگان موجود در هر خوشه بیش از ۲۰ تأمین‌کننده نباشد (غضنفری و همکاران، ۱۳۸۵).

گام ٦) رتبه‌بندی خوشه‌های تأمین‌کنندگان با استفاده از روش TOPSIS

همانند گام (۳) از روش TOPSIS برای رتبه‌بندی خوشه‌ها به‌جای خودِ تأمین‌کنندگان استفاده می‌شود.

گام ۷) رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان داخل هر خوشه

با توجه به اینکه یکی از محدودیت‌های اصلی این تحقیق، تأمین تمامی تقاضاهاست، از این رو، برای تخصیص اقلام به تأمین‌کنندگان، نیاز به رتبه‌بندی تأمین‌کنندگانِ موجود در هر خوشه به کمک یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه مانند روش TOPSIS است. با توجه به توضیحات مربوط به گام (۵)، تعداد تأمین‌کنندگان درون هر خوشه بهتر است بیش از ۲۰ تأمین‌کننده نشود. در این صورت بهتر است روند خوشه‌بندی پیش، همچنان ادامه یابد تا تمام خوشه‌ها از حداکثر مجاز بیشتر نشود.

گام ۸) تخصیص اقلام به تأمین‌کنندگان برای سفارش

در این گام باید روشی را اتخاذ نمود تا اقلام به تأمین‌کنندگان به‌نحوی تخصیص یابند که دو سؤال زیر پاسخ داده شود,

۱- کدام‌یک از تأمین‌کنندگان انتخاب شوند؟

برای انتخاب تأمین‌کنندگان، خوشه با بالاترین اولویت را که هنوز تأمین‌کننده‌ی تخصیص داده نشده‌ای دارد، انتخاب نموده و در خوشه مذکور نیز تأمین‌کننده تخصیص داده نشده با بالاترین اولویت را درنظر بگیرید.

۲- چه میزان از اقلام توسط هر تأمین‌کننده عرضه گردد؟

نحوه تعیین میزان اقلام قابل عرضه توسط تأمین‌کنندگان بدین صورت است که هر تأمین‌کننده‌ای که براساس سؤال اول انتخاب گردد، باید اقلام تخصیص داده شده را به میزان مورد نیاز و تا حد ظرفیت خود عرضه نماید. در حالتی که یک تأمین‌کننده نتواند به تنهایی نیاز برخی اقلام را تأمین کند، باید از تأمین‌کنندگان در اولویت‌های بعدی استفاده گردد. این روند تا ارضای کامل تقاضای تمامی اقلام توسط تأمین‌کنندگان ادامه می‌یابد.

Arrive of SID

www.SID.ir

گام ۹) پایان

در بخش بعدی الگوریتم پیشنهادی بر روی یک کارخانه‌ی تولید قطعات خودرو پیاده‌سازی شده و سپس نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی با نتایج حاصل از روش DEA مقایسه می‌گردد.

۳- مطالعه موردی

برای پیاده‌سازی مدل پیشنهادی، کارخانه قطعه‌سازان سینا، واقع در شهرک صنعتی بوعلی در شهر همدان که در سال ۱۳۷۸ تأسیس گردیده و حدود ۱۰۰ پرسنل دارد، در نظر گرفته می‌شود. تنوع تولیدات این کارخانه زیاد بوده و محصولاتی مانند مکانیزم تعویض دنده انواع خودروهای سواری از قبیل پراید، زانتیا، پژو ۴۰۵، پژو ۲۰۶، سمند، L۹۰، ریو و نیز پدال گاز خودروهای سورن و پژو ۴۰۵ تولید می‌کند. این کارخانه تولیدی با شرکت‌هایی مانند ساپکو برای تأمین قطعات شرکت ایران‌خودرو، شرکت سازه‌گستر برای تأمین قطعات شرکت سایپا و با شرکت رنو در فرانسه به عنوان یکی از تأمین‌کننده‌های معتبر همکاری دارد. سهم این کارخانه در بازار برای مکانیزم‌های تعویض دنده خودروها به‌ازای انواع خودروها به صورت جدول (۱) است.

جدول(۱): سهم بازار کارخانه مورد مطالعه

	پراید	زانتیا	پژوه ۴۰۵	پژوه ۲۰۶	سمند	L90	ریو	سورن
مکانیزم تعویض دنده	٪۷۰	٪۱۰۰	٪۷۰	٪۵۰	٪۷۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	۰
پدال گاز	۰	۰	٪۸۰	۰	۰	۰	۰	٪۸۰

تعداد تأمین‌کنندگانی که در تأمین قطعات موردنیاز شرکت، مشارکت دارند ۴۲ تأمین‌کننده است و این کارخانه برای تولید محصولات خود، از ۹۴ قطعه ورودی به کارخانه اعم از ساختنی و خریدنی استفاده می‌کند. برای قطعات[۳۰] مذکور، معیارهایی به صورت ارزش افزوده، میزان تقاضا و مدت زمان مؤثر در تولید و ضرایب اهمیتی به ترتیب معادل ۰,۳، ۰,٤ و ۰,۳ توسط افراد خبره این کارخانه در نظر گرفته می‌شوند. این سه معیار کاملاً مستقل بوده و به طور مستقیم از پیشنهاد کارشناسان خبره شرکت مذکور استفاده می‌شود.

ارزش افزوده، به میزان افزایش ارزش پولی‌ای که یک قطعه در محصول نهایی ایجاد می‌کند، اطلاق می‌شود. تقاضا، به میزانی از هر قطعه گفته می‌شود که شرکت تولیدی در هر واحد از زمان به آن نیازمند است. در این مقاله، دوره‌های زمانی به صورت هفتگی درنظر گرفته می‌شوند. همچنین، منظور از مدت زمان مؤثر در تولید، فاصله زمانی از ورود هر قطعه تا تکمیل محصول نهایی است. واحد مورد استفاده در این مقاله برای این معیار، ثانیه است (بوتانی، ۲۰۰۷)

در ادامه، گام‌های الگوریتم پیشنهادی باتوجه به پیاده‌سازی در شرکت مذکور، ارائه می‌گردد.

Arhive of SID

www.SID.ir

۳-۱ - خوشه‌بندی اقلام

اطلاعات اقلام مورد نیاز شرکت با توجه به سه معیار ارزش افزوده، میزان تقاضا و مدت زمان مؤثر در تولید و ضرایب اهمیت‌شان که به‌ترتیب معادل با ۰,۳، ۰,٤ و ۰,۳ است، ابتدا بی‌مقیاس نموده و سپس با استفاده از الگوریتم AGNES، این اقلام به ۱۰ خوشه، خوشه‌بندی می‌شوند. تمامی فواصل در خوشه‌بندی به صورت اقلیدسی در نظر گرفته شده و تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار Matlab برنامه‌نویسی و انجام شده‌است. در این مقاله به ازای هر ۱۰ قلم کالا، طبق نظر افراد خبره، یک خوشه در نظر گرفته می‌شود. از این رو، تعداد کل خوشه‌ها برابر با ۱۰ است. روش بی‌مقیاس‌سازی در اینجا بدین صورت است که برای معیارهای مثبت[۳۱] مقادیر معیارها به بیشترین مقدار موجود برای آن معیار تقسیم می‌شوند و برای معیارهای منفی[۳۲] کمترین مقدار موجود برای آن معیار، بر مقادیر آن معیار تقسیم می‌شوند(اصغرپور، ۱۳۸۸).

۳-۲- رتبه‌بندی خوشه‌های اقلام

با توجه به خوشه‌های به دست آمده از روش AGNES، ماتریس تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی خوشه‌ها به صورت جدول (۲) بوده و نرمالیزه شده این ماتریس در جدول (۳) آمده‌است.

مقادیر مربوط به جدول (۲) از میانگین‌گیری حسابی مقادیر تمامی عناصر داخل آن خوشه به دست می‌آید. حال با توجه به جدول (۳) و اجرای روش TOPSIS، رتبه‌بندی خوشه‌ها به صورت جدول (٤) است.

جدول(۲): ماتریس تصمیم‌گیری خوشه‌ها

شماره خوشه	ارزش افزوده	تقاضا	زمان تولید
۱	۱۱۵	۲۰۵۰	٤۰٦
۲	۱۱۹	۲٤۱۰	۳۱۲
۳	۱۲۸	۲۸٦۰	۲۸۰
٤	۱٦۰	۲٦۲۰	۲۸۵
۵	۱٤۸	۲٦٦۰	۱۹۳
٦	۱٤۷	۲۸۸۰	۱۸۹
۷	۹۳	۳۹۸۰	۱۳۲
۸	۹۳	٤۲۰۰	۱۰۲
۹	۹۰	٤۱۰۰	۷۲
۱۰	۸۸	۵۰۷۰	۸۹

جدول(۳): ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه شده

شماره خوشه	ارزش افزوده	تقاضا	زمان تولید
۱	۰,۰۹	۰,۰۷٦	۰,۱٦۵
۲	۰,۰۹۳	۰,۰۸۸	۰,۱۲۹
۳	۰,۰۹۹	۰,۱۰۸	۰,۱۱٤
٤	۰,۱۲٦	۰,۰۹٦	۰,۱۱۷
۵	۰,۱۱۷	۰,۱	۰,۰۷۸
٦	۰,۱۱۷	۰,۱۰۸	۰,۰۷۸
۷	۰,۰۷۲	۰,۱٤۸	۰,۰۵٤
۸	۰,۰۷۲	۰,۱۵٦	۰,۰٤۲
۹	۰,۰٦۹	۰,۱۵۲	۰,۰۳
۱۰	۰,۰٦۹	۰,۱۸۸	۰,۰۳٦

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (٤): رتبه‌بندی خوشه‌های اقلام

اولویت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
شماره خوشه	٦	۲	۹	۷	۸	٥	۱۰	۳	٤	۱

۳-۳ - خوشه‌بندی تأمین‌کنندگان

در این مقاله به ازای هر ده تأمین‌کننده، طبق نظر افراد خبره، یک خوشه در نظر گرفته می‌شود. از این رو تعداد کل خوشه‌ها برابر با ٥ است.

نحوه خوشه‌بندی اقلام بر خوشه‌بندی تأمین‌کنندگان و اولویت‌بندی اقلام بر اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان اثر می‌گذارد. زیرا معیارهایی مانند کیفیت، قیمت و زمان تحویل از کالایی به کالای دیگر به‌ازای هر تأمین‌کننده متفاوتند. بنابر این برای خوشه‌بندی تأمین‌کنندگان باید براساس تمام اقلامی که هر تأمین‌کننده قادر به عرضه آنها است، برآیندی، صورت گیرد. از این رو، میانگین وزنی اقلام هر تأمین‌کننده محاسبه شده و تأمین‌کنندگان بر اساس مقادیر به‌دست آمده خوشه‌بندی می‌گردند. همان‌گونه که اشاره شد، معیارهای درنظر گرفته شده برای تأمین‌کنندگان عبارت از کیفیت، قیمت و زمان تحویل است، که به‌ترتیب دارای ضریب اهمیت ۰,۲، ۰,٥، ۰,۳ هستند. معیار کیفیت به‌صورت یک شاخص کیفی درنظر گرفته و از روش دوقطبی فاصله‌ای مقادیر مربوط به آن به مقادیر کمی تبدیل می‌شوند (آذر و همکاران، ۱۳۸۷).

جدول (٥): روش دوقطبی فاصله‌ای

خیلی بالا	بالا	متوسط	پایین	خیلی پایین
۹	۷	٥	۳	۱

با توجه به اولویت خوشه‌های اقلام، ضرایب اهمیت خوشه‌ها از خوشه ۱ تا ۱۰ به ترتیب به‌صورت ۱، ۰,۹٥، ۰,۹، ۰,۸٥، ۰,۸، ۰,۷٥، ۰,۷، ۰,٦٥، ۰,٦ و ۰,٥٥ فرض می‌شوند. محاسبات مربوط به فاصله‌ی اقلیدسی در الگوریتم AGNES مانند خوشه‌بندی اقلام با استفاده از نرم‌افزار MATLAB انجام می‌شود.

۳-٤ - رتبه‌بندی خوشه‌های تأمین‌کنندگان

خوشه‌های تأمین‌کنندگان نیز در براساس ۳ معیار کیفیت، قیمت و زمان تحویل که استثناءاً همان معیارهای تأمین‌کنندگان[۳۳] هستند، تشکیل یک ماتریس تصمیم‌گیری همانند جدول (٦) می‌دهند. ماتریس تصمیم‌گیری مذکور نرمالیزه شده و جدول (۷) را ارائه می‌دهد.

جدول (٦): ماتریس تصمیم‌گیری

شماره خوشه	کیفیت	قیمت	زمان تحویل (روز)
۱	۰,۷٤	۰,۷	۲۷
۲	۰,۷۱	۰,۸۱	۲۱
۳	۰,۸٤	۰,۷٦	۱٦
٤	۰,۷۷	۰,٦۲	۲۱
٥	۰,۷۳	۰,٦۱	۱٦

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۷): ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه شده

شماره خوشه	کیفیت	قیمت	زمان تحویل (روز)
۱	۰,۰۸۸	۰,۲۲۵	۰,۰۱۸
۲	۰,۰۸۲	۰,۲۵۵	۰,۰۱۳۸
۳	۰,۰۹٦	۰,۲٤۵	۰,۰۱۰۲
٤	۰,۰۹۲	۰,۲۰۰	۰,۰۱۳۸
۵	۰,۰۸۸	۰,۱۹۵	۰,۰۱۰۵

حال به‌کمک روش TOPSIS خوشه‌های موجود را رتبه‌بندی نموده و اولویت خوشه‌ها برای تخصیص به صورت جدول (۸) قابل مشاهده است.

جدول (۸): رتبه‌بندی خوشه‌های تأمین‌کنندگان

اولویت	۱	۲	۳	٤	۵
شماره خوشه	۱	٤	۵	۳	۲

۳-۵- اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان درون هر خوشه

برای محاسبه‌ی اولویت‌بندی کلی تأمین‌کنندگان که پیش‌نیاز مرحله‌ی انتخاب و تخصیص تأمین‌کنندگان است، نیاز به اولویت‌بندی درون خوشه‌ایست. در اینجا چون تعداد تأمین‌کنندگان درون تمام خوشه‌ها از ۲۰ کمتر است، مستقیماً از روش TOPSIS استفاده می‌شود، در غیر این صورت باید خوشه‌بندی تا زمانی ادامه یابد که تعداد درون هر خوشه بیش از ۲۰ عنصر نباشد. پس از انجام ا اولویت‌بندی درون خوشه‌ای به‌کمک روش TOPSIS، اولویت‌بندی کلی همانند جدول (۹) است.

جدول (۹): اولویت‌بندی کلی و درون خوشه‌ای تأمین‌کنندگان

اولویت خوشه	شماره خوشه	اولویت درون خوشه‌ای	اولویت‌بندی کلی	شماره تأمین‌کننده
۱	۱	۱	۱	۸
		۲	۲	۹
		۳	۳	۲۲
		٤	٤	۳٤
۲	٤	۱	۵	۳
		۲	٦	۱۳
		۳	۷	۲٤
		٤	۸	۳٦
		۵	۹	۳۱
		٦	۱۰	۳۵
		۷	۱۱	٤۱
		۸	۱۲	۳۷
		۹	۱۳	۳۸
		۱۰	۱٤	۲٦
۳	۵	۱	۱۵	٤
		۲	۱٦	۱۱
		۳	۱۷	۲۱
		٤	۱۸	۲۵
		۵	۱۹	۳۹
		٦	۲۰	۳۰
٤	۳	۱	۲۱	۱٤
		۲	۲۲	۱۷
		۳	۲۳	۲۸
		٤	۲٤	۳۳
		۵	۲۵	۵
		٦	۲٦	۲۷
		۷	۲۷	٤۰
		۸	۲۸	۱۹
		۹	۲۹	۱۸
۵	۲	۱	۳۰	٦
		۲	۳۱	۱۰
		۳	۳۲	۲۳
		٤	۳۳	۱۲
		۵	۳٤	۱٦
		٦	۳۵	۲
		۷	۳٦	۱
		۸	۳۷	۱۵
		۹	۳۸	۳۲
		۱۰	۳۹	۲۹
		۱۱	٤۰	۲۰
		۱۲	٤۱	٤۲
		۱۳	٤۲	۷

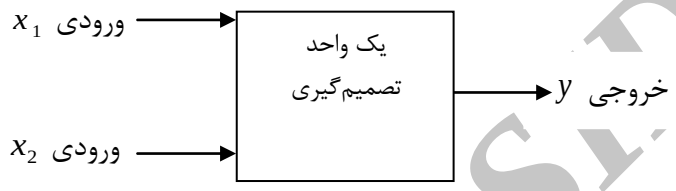
Archive of SID

www.SID.ir

۳- ٦ - تخصیص اقلام به تأمین‌کنندگان

با توجه به اینکه در این مقاله ظرفیت عرضه انواع اقلام توسط تأمین‌کنندگان، محدود و از قبل مشخص است، و با توجه به اولویت‌های به دست آمده برای خوشه‌ها و اقلام، تخصیص اقلام به تأمین‌کنندگان به صورت جدول (۱۰) درنظر گرفته می‌شود. به این ترتیب که مثلاً تکه جدول زیر که از جدول (۱۰) آمده است، نشان دهنده اینست که ۸۰۰ مورد از قلم ۱، توسط تأمین کننده ۳ و ۲۱۰۰ مورد آن توسط تأمین کننده ۸ صورت گیرد.

	نحوه تخصیص	
۱	۳	۸
	۸۰۰	۲۱۰۰



شکل(۳): یک واحد تصمیم‌گیری

۳-۷ - حل با استفاده از روش DEA

در این مقاله و در روش DEA، کیفیت به عنوان خروجی و قیمت و زمان تحویل به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شوند، زیرا کیفیت بالاتر مطلوبتر و قیمت بالاتر و زمان تحویل طولانی‌تر نامطلوبتر محسوب می‌شوند.

$$\max_{u,v} \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro}$$

$$\sum_{r=1}^{m} v_i x_{io} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \quad j = 1,2,...,n$$

$$u_r \ge 0 \quad r = 1,2,...,s$$

$$v_i \ge 0 \quad i = 1,2,...,m$$

با حل مدل فوق با استفاده از نرم‌افزار لینگو اولویت‌بندی همانند جدول (۱۱) به‌دست می‌آید، که با مقایسه با جواب به دست آمده از الگوریتم پیشنهادی در جدول (۹)، مشاهده می‌شود که دارای جواب یکسانی هستند، که می‌تواند تا حدودی مهر تأییدی بر اعتبار الگوریتم پیشنهادی باشد. البته، روش DEA نحوه تخصیص را ارائه نمی‌دهد فقط کارایی را بررسی می‌کند، در حالی که روش پیشنهادی نحوه تخصیص را همانند جدول (۱۰) ارائه می‌دهد.

٤- نتیجه‌گیری

استفاده همزمان از روش خوشه‌بندی و روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب تأمین‌کنندگانی که دارای ظرفیت‌های محدودی هستند برای تأمین تعداد زیادی از اقلام ضروری، در این تحقیق مطالعه و بررسی شد.

امروزه با توجه با سرعت زیاد تغییرات در عوامل تصمیم‌گیری و لزوم واکنش سریع در قبال بروز این تغییرات، نیاز به توسعه‌ی روش‌هایی است که این تغییرات را هر چه سریع‌تر اعمال نموده و به‌کارگیری آنها نیز دارای پیچیدگی چندانی نباشد.

Arhive of SID

www.SID.ir

جدول (۱۰): تخصیص اقلام به تأمین‌کنندگان

اقلام	نحوه تخصیص	
۱	۳ / ۸۰۰	۸ / ۲۱۰۰
۵	۲۲ / ۲۵۵۰	
۹	۳۱ / ۲۵۰۰	
۱۳	۳ / ۱۹۵۰	۸ / ۲۵۰۰
۱۷	۲۲ / ۲٤۵۰	
۲۱	۳۵ / ۲۹۵۰	
۲۵	۸ / ۲۱۱۰	
۲۹	۲۲ / ۳۰۰۰	
۳۳	۳ / ۵۰۰	۸ / ۲۰۰۰
۳۷	۱۱ / ۲۱۸۰	
٤۱	۱۷ / ۳۸۰۰	
٤۵	۲۲ / ۲۱۷۰	
٤۹	۱۱ / ۱٤۰	۱۳ / ۲۰۰۰
۵۳	۳۱ / ۲۰۰۰	۳۷ / ۸۰۰
۵۷	۹ / ۲۱۰۰	
٦۱	۳۱ / ۱۸۰۰	۳۷ / ۷۰۰
٦۵	۳٤ / ۲٤۰۰	
٦۹	۳۷ / ۲۵۰۰	
۷۳	۱۳ / ۲٤۰۰	
۷۷	۲۲ / ۲۹۰۰	
۸۱	٤ / ۱۵۰۰	۳۸ / ۳۵۰۰
۸۵	۲۲ / ۲۵۰۰	
۸۹	۳۵ / ۲۷۸۰	
۹۳	۳۷ / ۲۲۰۰	

اقلام	نحوه تخصیص	
۲	۳۵ / ۲۵۰۰	
٦	۸ / ۲۱۰۰	
۱۰	۱۳ / ۲۳۵۰	
۱٤	۳۱ / ۲۰۰۰	۳۷ / ۷۵۰
۱۸	۳ / ۲۱۰۰	۸ / ۳۰۰۰
۲۲	۲۲ / ۲۷۰۰	
۲٦	۸ / ۲۵۰۰	
۳۰	۸ / ۲۵۰۰	
۳٤	٤ / ۱۳۰۰	۸ / ۲۰۰۰
۳۸	٤۱ / ۳۰۰۰	
٤۲	۳ / ۲۷۰۰	
٤٦	۸ / ۳۰۰۰	۱٤ / ٦۸۰
۵۰	۳ / ۱۱۰۰	۸ / ۲۰۰۰
۵٤	۱۳ / ۲۰۵۰	
۵۸	۳۵ / ۳۰۲۰	
٦۲	۲۲ / ۲۵۰۰	
٦٦	۱۳ / ۵۰۰	۳٤ / ۲۰۰۰
۷۰	٤ / ۱٤۰۰	۳۸ / ۱۵۰۰
۷٤	۳۱ / ۲۵۰۰	۳۷ / ۱۸۰
۷۸	۳۱ / ۱۵۰۰	۳۷ / ۱۲۰۰
۸۲	۱۰ / ۱۷۰۰	۱٤ / ۲۵۰۰
۸٦	۳۱ / ۲۰۰۰	۳۷ / ۵۰۰
۹۰	۲٤ / ۳۰۰۰	
۹٤	۳۵ / ۲۵۰۰	

اقلام	نحوه تخصیص	
۳	۳۷ / ۲۳۰۰	
۷	۳ / ۱۲۲۰	۸ / ۳۰۰۰
۱۱	۳ / ۱٤۵۰	۸ / ۳٦۰۰
۱۵	۲۲ / ۲۵۰۰	۳۵ / ۱٤۰۰
۱۹	۸ / ۲۲۲۰	
۲۳	۸ / ۲۹۵۰	
۲۷	۳۱ / ۲۷۰۰	
۳۱	۹ / ۲۲۰۰	
۳۵	۳۱ / ۳۰۰۰	۳۷ / ۲۰
۳۹	۳ / ۳۵۰	۸ / ۳۸۰۰
٤۳	۲٤ / ۳۵۰۰	۲٦ / ٤۹۰
٤۷	۲۲ / ۲٦۱۰	
۵۱	۲۲ / ۲۷۸۰	
۵۵	۳۷ / ۲٦۰۰	
۵۹	۹ / ٤۰۰۰	۲٦ / ٤۰۰
٦۳	۲۲ / ۲۳۰۰	
٦۷	۱۳ / ۲۸۰۰	
۷۱	٤ / ۱۵۰۰	۱٤ / ۲۰۰۰
۷۵	۳۱ / ۲۳۵۰	
۷۹	٤ / ۲۱۰۰	۱٤ / ۲۰۰۰
۸۳	٦ / ۱۱۰۰	۱٤ / ۳۱۰۰
۸۷	۳٤ / ۲٤۰۰	
۹۱	۳۸ / ۲۷۰۰	

اقلام	نحوه تخصیص	
٤	۳٤ / ۲٤۰۰	
۸	۳۱ / ۲٤۰۰	
۱۲	۲۲ / ۲۰۰۰	۳۵ / ۳۱۵۰
۱٦	۳۵ / ۲۱۰۰	
۲۰	۲۲ / ۲٤۰۰	
۲٤	۳۷ / ۱۱۵۰	٤۱ / ۱۵۰۰
۲۸	۲٤ / ۳۰۰۰	
۳۲	۲۵ / ۳۰۰۰	
۳٦	۳٤ / ۲۹۸۰	
٤۰	۲۲ / ۲٦۰۰	
٤٤	۳۵ / ۲۰۵۰	
٤۸	۲۲ / ۲۷۰۰	
۵۲	۲٤ / ٤۰٤۰	
۵٦	۸ / ٤۲۱۰	
٦۰	۳۵ / ۲٤۵۰	
٦٤	۲٤ / ۲٤۰۰	
٦۸	۳۱ / ۲۰۰۰	٤۱ / ۷۰
۷۲	۳۵ / ۲۸۵۰	
۷٦	۹ / ۲۹۸۰	
۸۰	۱٤ / ۱٤۰۰	۳۸ / ۲۸۰۰
۸٤	۲۱ / ٤۰۰	۲۵ / ٤۰۰۰
۸۸	۱۳ / ٤۵۰	۳٤ / ۲۰۰۰
۹۲	٤ / ۱۰۰۰	۳۸ / ۲۰۰۰

www.SID.ir

چارچوب اصلی این تحقیق مبتنی بر ترکیبی از مدل‌های موجود در تحقیقات پیشین و و ارائه رویکردی ابتکاری براساس آنها و پیاده‌سازی در محیط‌های واقعی و صنعتی است.

جدول عرضه‌ی تأمین‌کنندگان تأثیری در اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان نداشته و این رو در صورت به روز شدن این جدول و در صورتی که سایر ارزش‌های مربوط به معیارهای تأمین‌کنندگان ثابت بماند، می‌توان این تغییرات را فقط در مرحله‌ی تخصیص اعمال نمود، بدون آنکه در مراحل پیشین خود تأثیری بگذارند.

برای ارزیابی میزان اثرگذاری این روش، وضعیت شرکت تولیدی مورد مطالعه، قبل و بعد از پیاده‌سازی روش پیشنهادی مقایسه گردید، و نتایج زیر به‌دست آمد,

۱- به علت انتخاب تأمین‌کنندگان با کارایی بالاتر و استفاده از استانداردهای تولیدی بالاتر، میزان سفارش تخصیص داده شده از طرف کارخانجات بالادستی بیشتر شد. این مقدار از متوسط ۱،٦٥٤،۱۲۰ واحد در سال به متوسط ۱،۹۲۰،۱۰۰ واحد در سال افزایش یافت.

۲- به علت کاهش یافتن هزینه‌ی خرید و میزان ضریب ضایعات، میزان هزینه‌های تولید کاهش یافت. میزان ارزش پولی ضایعات کارخانه در هر هفته از ۱۵۳،٦۵۰ تومان به ۱۳۳،۷۷۰ تومان کاهش پیدا کرد.

۳- زمان اختصاص یافته به تولید، کاهش یافته و در نهایت میزان تولید سالیانه افزایش یافت. ظرفیت تولید سالیانه از ۲،۲۵۰،۵۰۰ واحد در سال به ۲،٤٤۰،۳۰۰ واحد در سال افزایش پیدا کرد.

همان‌طور که از جدول (۱۱) نیز مشاهده می‌شود، به تعدادی از تأمین‌کنندگان، اقلامی برای عرضه اختصاص داده نشده‌است. برخی از تأمین‌کنندگان فقط مجاز به تأمین بخشی از اقلام شدند.

جدول(۱۱): اولویت‌بندی به‌دست آمده از روش DEA

شماره تأمین‌کننده	۸	۹	۲۲	۳٤	۳	۱۳	۲٤	۳٦	۳۱	۳۵	٤۱	۳۷	۳۸	۲٦
اولویت‌بندی DEA	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤
شماره تأمین‌کننده	٤	۱۱	۲۱	۲۵	۳۹	۳۰	۱٤	۱۷	۲۸	۳۳	۵	۲۷	٤۰	۱۹
اولویت‌بندی DEA	۱۵	۱٦	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲٤	۲۵	۲٦	۲۷	۲۸
شماره تأمین‌کننده	۱۸	٦	۱۰	۲۳	۱۲	۱٦	۲	۱	۱۵	۳۲	۲۹	۲۰	٤۲	۷
اولویت‌بندی DEA	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳٤	۳۵	۳٦	۳۷	۳۸	۳۹	٤۰	٤۱	٤۲

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

آذر عـادل و رجـب‌زاده علـی، تصـمیم‌گیـری کـاربردی رویکـرد MADM، تهـران:نگـاه دانـش، چـاپ دوم، (۱۳۸۷)، ۱۳۰-۱۲٦.

اصغرپور، محمد جواد، تصـمیم‌گیـری‌هـای چنـد معیـاره، تهران: دانشگاه تهران، چاپ هفتم، (۱۳۸۸).

تیموری ابـراهیم، مقدمـه‌ای بـر مـدیریت زنجیـره تـأمین، تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، (۱۳۷۸).

غضنفری مهدی و رضایی محمود، مقدمه‌ای بـر نظریـه‌ی مجموعه های فازی، تهران: علم و صنعت ایران، چاپ اول، (۱۳۸۵).

Baker, R. C. & Talluri, S., (1997), "A closer look at the use of DEA for technology selection", *Computers and Industrial Engineering*, 32 (1), 101–108.

Barla, S. B., (2003), "A case study of supplier selection for lean supply by using a mathematical model", *Logistics Information Management*, 16 (6), 451–459.

Blackhurst, J., Wu, T. & O'Grady P., (2005), "PCDM, A decision support modeling methodology for supply chain, product and process design decisions", *Journal of Operations Management*, 23(3-4), 25-343.

Bottani, e. & Rizzi, A., (2007), "An adapted multi-criteria approach to suppliers and products selection-An application oriented to lead-time reduction", *International Journal of Production Economics*, 111,763-781.

Choy, K. L. & Lee, W. B., (2002), "A generic tool for the selection and management of supplier relationships in an outsourced manufacturing environment, The application of case based reasoning", *Logistics Information Management*, 15 (4), 235–253.

Christopher, M., (1992), *Logistics and Supply Chain Management*, Pitman Publishing, London.

Demirtas, E. A. & Ustun, O., (2008), "An integrated multiobjective decision making process for supplier selection and order allocation", *The International Journal of Management Science*, 36, 76-90.

Ding, H., Benyoucef, L. & Xie, X., (2005), "A simulation optimization methodology for supplier selection problem", *International Journal Computer Integrated Manufacturing*, 18 (2–3), 210–224.

Ellram, L. M., (1991), "Supply chain management, the industrial organization perspective", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21 (1), 13-22.

Flynn B., Huo B. & Zhao X., (2010), "The impact of supply chain integration on performance, A contingency and configuration approach", *Journal of Operations Management*, 28 (1), 58-71.

Ghodsypour, S. H. & O'Brien, C., (2001), "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint", *International Journal of Production Economics*, 73 (1), 15–27.

Hong, G. H., Park, S. C., Jang, D. S. & Rho, H. M., (2005), "An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship", *Expert Systems with Applications*, 28 (4), 629–639.

Kahraman, C., Cebeci, U. & Ulukan, Z., (2003), "Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP", *Logistics Information Management*, 16 (6), 382–394.

Lee, H. L. & Billington, C., (1992), "Managing supply chain inventory, pitfalls and opportunities", *Sloane Management Review*, 33 (3), 65-73.

Liu, F. H. F. & Hai, H. L., (2005), "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier", *International Journal of Production Economics*, 97 (3), 308– 317.

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

Nagurney, A, (2010), "Optimal supply chain network design and redesign at minimal

Archive of SID

www.SID.ir

total cost and with demand satisfaction", *International Journal of Production Economics*, 128 (1), 200-208.

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

Ng, W.L., (2008), "An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem", *European Journal of Operational Research*, 186 (3), 1059–1067.

Talluri, S. & Narasimhan, R., (2005), "A note on ‘‘a methodology for supply base optimization’’", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52 (1), 130–139.

Xu, N. & Nozick, L., (2009), "Modeling supplier selection and the use of option contracts for global supply chain design", *Computers & Operations Research*, 36 (10), 2786-2800.

Zanakis, S. H., Solomon, A., Wishart, N. & Dublish, S., (1998), "Multi-attribute decision making, a simulation comparison of selected methods", *European Journal of Operational Research*, 107, 507–529.

پی‌نوشت

1 -Supply Chain
2 -Ellram
3 -Christopher
4 -Lee et al.
5 -Blackhurst et al.
6 -Flynn et al.
7 -Nagurney
8 -Xu et al.
9 -Demirtas et al.
10- Data Envelopment Analysis
11 -Baker et al.
12 -Case-Based Reasoning
13 -Choy et al.
14 -Simple Multi-Attribute Rating Technique
15 -Barla
16 -Ding et al.
17 -Muralidharan et al.
18 -Kahraman et al.
19 -Talluri et al.
20 -Bottani et al.
21- Ng
22 -Liu et al.
23 -Hong et al.
24 -Ghodsypour et al.
25 -Narasimhan et al.
26 -Zanakis et al.
27 -Classification
28 -Clustering
29 -Agglomerative Nesting

۳۰- در این مقاله گاهی اصطلاح اقلام به‌جای قطعات به‌کار می‌رود.

۳۱ – معیارهایی که مقادیر بیشتر در آنها بهتر است. مانند سود

۳۲ – معیارهایی که مقادیر کمتر در آنها بهتر است. مانند هزینه

۳۳ – معیارهای درنظر گرفته شده برای خوشه‌ها می‌توانند در صورت نیاز و صلاحدید افراد خبره شرکت، با معیارهای اقلام و یا تأمین‌کنندگان متفاوت باشند.

Arhive of SID

www.SID.ir

Arhive of SID

www.SID.ir