

مدیریت تولید و عملیات، دوره ششم، شماره (۱)، پیاپی (۱۰)، بهار و تابستان ۱۳۹۴

دریافت: ۹۲/۲/۳۱ پذیرش: ۹۳/۴/۱

صص: ۱۷۱-۱۸۶

## استفاده از روش خوشه‌بندی و TOPSIS برای انتخاب تأمین‌کنندگان بامحدودیت عرضه

رامین صادقیان<sup>۱\*</sup>، محمود مسندجم<sup>۲</sup>

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 به‌طور 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 به‌عنوان 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

## 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 پدید آمدن مفهومی اساسی به نام "زنجیره تأمین"<sup>۱</sup> گردید (تیموری، ۱۳۷۸).

از زمان پیدایش مفهوم زنجیره تأمین، مقالات، پایان‌نامه‌ها و تحقیقات گسترده‌ای بر روی تعاریف، مفاهیم و خصوصیات آن صورت گرفته است (الرام،<sup>۲</sup> ۱۹۹۱؛ کریستوفر،<sup>۳</sup> ۱۹۹۲؛ لی و همکاران،<sup>۴</sup> ۱۹۹۲؛ بلاک هورست و همکاران،<sup>۵</sup> ۲۰۰۵؛ فلین و همکاران،<sup>۶</sup> ۲۰۱۰؛ ناگورنی،<sup>۷</sup> ۲۰۱۰؛ ژو و همکاران،<sup>۸</sup> ۲۰۰۹)

در مسائل زنجیره تأمین 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 مورد نظر انتخاب گردند؟

سؤال دوم) هر تأمین‌کننده چه میزان از اقلام مورد نظر را عرضه نماید؟ (دیمیرتاس و همکاران،<sup>۹</sup> ۲۰۰۸)

بیکر و همکارش از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)<sup>۱۰</sup> برای انتخاب تأمین‌کنندگان با توجه به کارایی‌شان استفاده کردند (بیکر و همکاران،<sup>۱۱</sup> ۱۹۹۷). چوی و همکارانش از روش CBR<sup>۱۲</sup> برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده استفاده کردند (چوی و همکاران،<sup>۱۳</sup> ۲۰۰۲). بارلا یک روش ارزیابی

تأمین‌کننده مبتنی بر روش SMART<sup>۱۴</sup> را برای یک کارخانه‌ی شیشه‌سازی ارائه داد (بارلا،<sup>۱۵</sup> ۲۰۰۳). دینگ و همکارانش یک مدل بهینه‌سازی برای مسأله‌ی انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه کردند (دینگ و همکاران،<sup>۱۶</sup> ۲۰۰۵).

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره اعم از چندهدفه و چندشاخصه نیز در انتخاب تأمین‌کنندگان به کرات استفاده شده‌اند. مورالدیاران یک روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی را برای انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه نمود (مورالدیاران،<sup>۱۷</sup> ۲۰۰۲). قهرمان و همکارانش از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای انتخاب تأمین‌کنندگان در یک شرکت ترکیه‌ای استفاده کردند (قهرمان و همکاران،<sup>۱۸</sup> 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،<sup>۱۹</sup> 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،<sup>۲۰</sup> ۲۰۰۷). تحقیقات متعدد دیگری نیز در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان قابل مشاهده است (ان جی،<sup>۲۱</sup> ۲۰۰۸؛ لیو و همکاران،<sup>۲۲</sup> ۲۰۰۵؛ هونگ و همکاران،<sup>۲۳</sup> ۲۰۰۵؛ قدسی پور و همکاران،<sup>۲۴</sup> ۲۰۰۱؛ ناراسیمان و همکاران،<sup>۲۵</sup> ۲۰۰۱)

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

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 ناکارآمد 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 در نظر گرفته شده صادق است.
- مجموع عرضه تمام تأمین‌کنندگان از میزان اقلام مورد تقاضا بیشتر است.
- تعداد تأمین‌کنندگان و تعداد اقلام می‌تواند بسیار زیاد باشد.
- میزان عرضه اقلام از جانب تأمین‌کنندگان محدودیت دارد.

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

برخی از این روش‌ها عبارتند از:

۱. روش‌های طبقه‌بندی<sup>۲۷</sup> و خوشه‌بندی<sup>۲۸</sup>

۲. روش DEA

۳. سیستم‌های CBR

در این مقاله در راستای برآورده نمودن دو محدودیت ذیل به صورت 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.

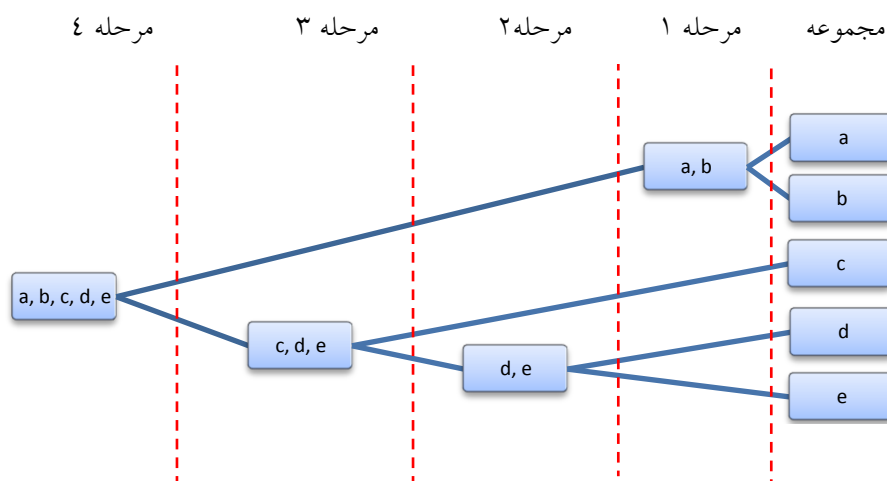
برای برطرف نمودن محدودیت‌های مذکور، از روش خوشه‌بندی AGNES<sup>۲۹</sup> برای تأمین‌کنندگان و اقلام به‌طور جداگانه و نیز از روش TOPSIS در دو مرحله استفاده می‌گردد که نحوه پیاده‌سازی مدل پیشنهادی در ادامه توضیح داده می‌شوند. البته، استفاده از روش خوشه‌بندی AGNES و روش تصمیم‌گیری TOPSIS علت خاصی ندارد و هر روش مناسب خوشه‌بندی و تصمیم‌گیری دیگری نیز می‌تواند 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

## ۲- ارائه مدل پیشنهادی

### ۲-۱- روش خوشه‌بندی AGNES

در این تحقیق از الگوریتم AGNES که در بین روش‌های خوشه‌بندی، جزء روش‌های سلسله‌مراتبی 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. به عبارت دیگر فاصله مابین دو خوشه برابر با فاصله‌ی مراکز دو خوشه و یا میانگین مختصات مربوط به هر خوشه است (غضنفری و همکاران، ۱۳۸۵).

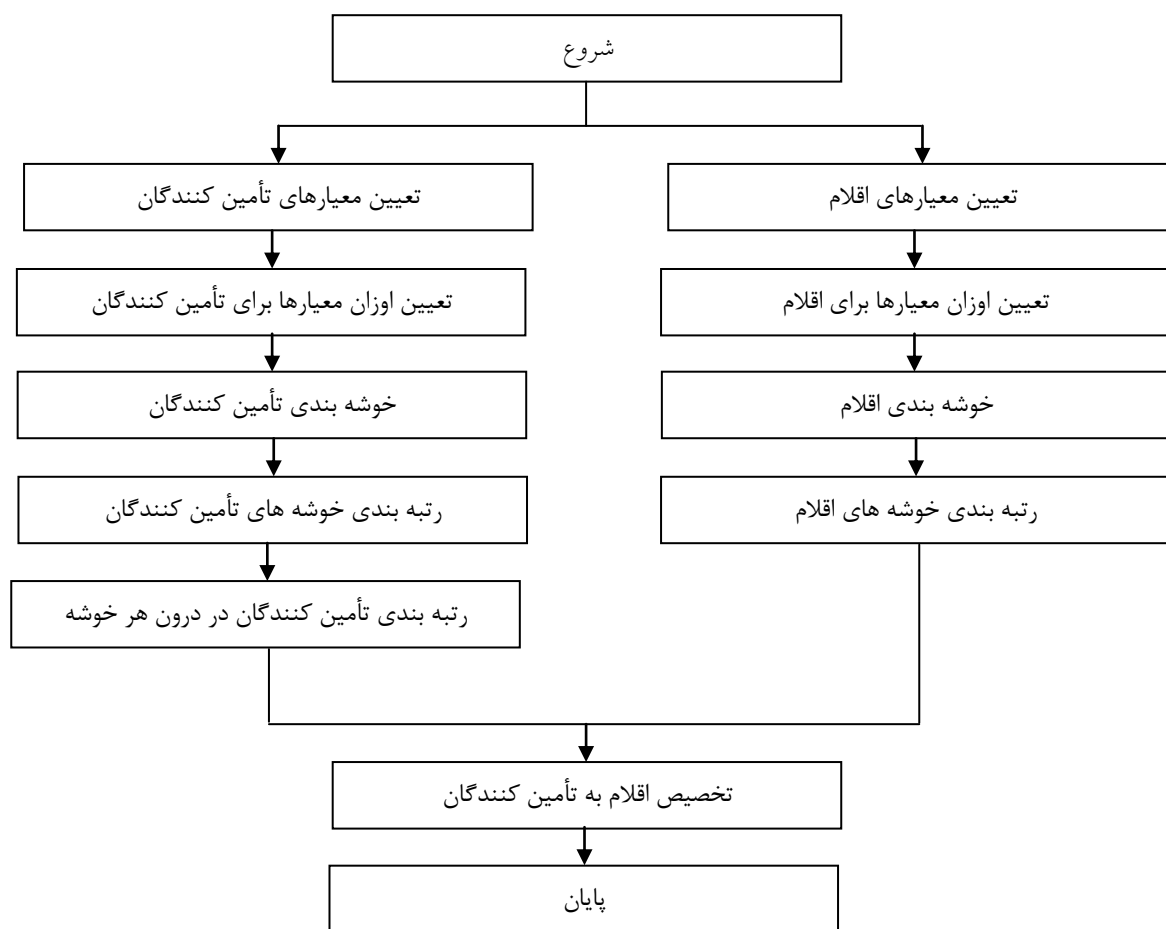
### ۲-۲- الگوریتم پیشنهادی

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 آنترپسی، 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 جمع‌آوری داده‌های نسبتاً تکراری صرفه‌جویی به عمل آید. برای مستقل بودن یا نبودن معیارها می‌توان از آزمون‌های 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 می‌شود.



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 تا حد 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 نظر گرفتن 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 در صورتی که تعداد اقلام بسیار زیاد باشند، با خوشه‌بندی می‌توان مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه را به‌ازای تعداد کمتری از عناصر به کار برد.

#### گام ۴) تعیین معیارهای تأمین کنندگان و محاسبه اوزان آنها

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

#### گام ۵) خوشه‌بندی تأمین کنندگان

پس از تعیین معیارها و اوزان آنها مطابق گام (۴)، از روش خوشه‌بندی AGNES آنها را به تعداد مناسب خوشه‌بندی نمایید. در این گام نیز تعدادی معیار برای خوشه‌بندی تأمین کنندگان در نظر گرفته می‌شود. نقطه‌ی شروع این مرحله یک آرایه‌ی  $n_2 \times m_2$  بعدی است. که در آن  $n_2$  تعداد تأمین کنندگان و  $m_2$  تعداد معیارها برای ارزیابی تأمین کنندگان است. بهتر است تعداد خوشه‌ها طوری انتخاب شود که تعداد تأمین کنندگان موجود در هر خوشه بیش از ۲۰ تأمین کننده نباشد (غضنفری و همکاران، ۱۳۸۵).

#### گام ۶) رتبه‌بندی خوشه‌های تأمین کنندگان با استفاده از روش TOPSIS

همانند گام (۳) از روش TOPSIS برای رتبه‌بندی خوشه‌ها به جای خود تأمین کنندگان استفاده می‌شود.

#### گام ۷) رتبه‌بندی تأمین کنندگان داخل هر خوشه

با توجه به اینکه یکی از محدودیت‌های اصلی این تحقیق، تأمین تمامی تقاضاهاست، از این رو، برای تخصیص اقلام به تأمین کنندگان، نیاز به رتبه‌بندی تأمین کنندگان 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 تأمین کنندگان درون هر خوشه بهتر است بیش از ۲۰ تأمین کننده 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 تأمین کنندگان برای سفارش در این گام باید روشی را اتخاذ نمود تا اقلام به تأمین کنندگان به نحوی تخصیص یابند که دو سؤال زیر پاسخ داده شود.

۱- کدام یک از تأمین کنندگان انتخاب شوند؟

برای انتخاب تأمین کنندگان، خوشه با بالاترین اولویت را که هنوز تأمین کننده‌ی تخصیص داده نشده‌ای دارد، انتخاب نموده و در خوشه مذکور نیز تأمین کننده تخصیص داده نشده با بالاترین اولویت را در نظر بگیرید.

۲- چه میزان از اقلام توسط هر تأمین کننده عرضه گردد؟

نحوه تعیین میزان اقلام قابل عرضه توسط تأمین کنندگان بدین صورت است که هر تأمین کننده‌ای 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 تأمین کننده نتواند به تنهایی نیاز برخی اقلام را تأمین کند، باید از تأمین کنندگان در اولویت‌های بعدی استفاده گردد. این روند تا ارضای کامل تقاضای تمامی اقلام توسط تأمین کنندگان ادامه می‌یابد.

### 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، L90، 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	پژو ۴۰۵	پژو ۲۰۶	سمند	L90	ریو	سورن
۷۰٪	۱۰۰٪	۷۰٪	۵۰٪	۷۰٪	۱۰۰٪	۱۰۰٪	۰
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<sup>۳۰</sup> مذکور، معیارهایی به صورت ارزش افزوده، میزان تقاضا و مدت زمان مؤثر در تولید و ضرایب اهمیتی به ترتیب معادل ۰,۳، ۰,۴ 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 در نظر 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 با توجه به پیاده‌سازی در شرکت مذکور، ارائه می‌گردد.

۳-۱ - خوشه‌بندی اقلام

جدول (۲): ماتریس تصمیم‌گیری خوشه‌ها

شماره خوشه	ارزش افزوده	تقاضا	زمان تولید
۱	۱۱۵	۲۰۵۰	۴۰۶
۲	۱۱۹	۲۴۱۰	۳۱۲
۳	۱۲۸	۲۸۶۰	۲۸۰
۴	۱۶۰	۲۶۲۰	۲۸۵
۵	۱۴۸	۲۶۶۰	۱۹۳
۶	۱۴۷	۲۸۸۰	۱۸۹
۷	۹۳	۳۹۸۰	۱۳۲
۸	۹۳	۴۲۰۰	۱۰۲
۹	۹۰	۴۱۰۰	۷۲
۱۰	۸۸	۵۰۷۰	۸۹

اطلاعات اقلام مورد نیاز شرکت با توجه به سه معیار ارزش افزوده، میزان تقاضا و مدت زمان مؤثر در تولید و ضرایب اهمیت‌شان که به ترتیب معادل با ۰,۳، ۰,۴ 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 شده است. 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<sup>۳۱</sup> مقادیر معیارها به بیشترین مقدار موجود برای آن معیار تقسیم می‌شوند و برای معیارهای منفی<sup>۳۲</sup> 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) آمده است.

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 (۴) است.

جدول (۳): ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه شده

شماره خوشه	ارزش افزوده	تقاضا	زمان تولید
۱	۰,۰۹	۰,۰۷۶	۰,۱۶۵
۲	۰,۰۹۳	۰,۰۸۸	۰,۱۲۹
۳	۰,۰۹۹	۰,۱۰۸	۰,۱۱۴
۴	۰,۱۲۶	۰,۰۹۶	۰,۱۱۷
۵	۰,۱۱۷	۰,۱	۰,۰۷۸
۶	۰,۱۱۷	۰,۱۰۸	۰,۰۷۸
۷	۰,۰۷۲	۰,۱۴۸	۰,۰۵۴
۸	۰,۰۷۲	۰,۱۵۶	۰,۰۴۲
۹	۰,۰۶۹	۰,۱۵۲	۰,۰۳
۱۰	۰,۰۶۹	۰,۱۸۸	۰,۰۳۶



جدول (۴): رتبه‌بندی خوشه‌های اقلام

اولویت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
شماره خوشه	۶	۲	۹	۷	۸	۵	۱۰	۳	۴	۱

جدول (۵): روش دوقطبی فاصله‌ای

خیلی بالا	بالا	متوسط	پایین	خیلی پایین
۹	۷	۵	۳	۱

با توجه به اولویت خوشه‌های اقلام، ضرایب اهمیت خوشه‌ها از خوشه ۱ تا ۱۰ به ترتیب به صورت ۱، ۰٫۹۵، ۰٫۹، ۰٫۸۵، ۰٫۸، ۰٫۷۵، ۰٫۷، ۰٫۶۵، ۰٫۶، ۰٫۵۵ فرض می‌شوند. محاسبات مربوط به فاصله‌ی اقلیدسی در الگوریتم AGNES مانند خوشه‌بندی اقلام با استفاده از نرم‌افزار MATLAB انجام می‌شود.

### 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 ۵ 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 به دست آمده خوشه‌بندی می‌گردند. همان‌گونه که اشاره شد، معیارهای در نظر گرفته شده برای تأمین‌کنندگان عبارت از کیفیت، قیمت و زمان تحویل است، که به ترتیب دارای ضریب اهمیت ۰٫۲، ۰٫۵، ۰٫۳ هستند. معیار کیفیت به صورت یک شاخص کیفی در نظر گرفته و از روش دوقطبی فاصله‌ای مقادیر مربوط به آن به مقادیر کمی تبدیل می‌شوند (آذر و همکاران، ۱۳۸۷).

### ۳-۴ - رتبه‌بندی خوشه‌های تأمین‌کنندگان

خوشه‌های تأمین‌کنندگان نیز در براساس ۳ معیار کیفیت، قیمت و زمان تحویل که استثنائاً همان معیارهای تأمین‌کنندگان<sup>۳۳</sup> هستند، تشکیل یک ماتریس تصمیم‌گیری همانند جدول (۶) می‌دهند. ماتریس تصمیم‌گیری مذکور نرمالیزه شده و جدول (۷) را ارائه می‌دهد.

جدول (۶): ماتریس تصمیم‌گیری

شماره خوشه	کیفیت	قیمت	زمان تحویل (روز)
۱	۰٫۷۴	۰٫۷	۲۷
۲	۰٫۷۱	۰٫۸۱	۲۱
۳	۰٫۸۴	۰٫۷۶	۱۶
۴	۰٫۷۷	۰٫۶۲	۲۱
۵	۰٫۷۳	۰٫۶۱	۱۶

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	۰,۰۹۶	۰,۲۴۵	۰,۰۱۰۲
۴	۰,۰۹۲	۰,۲۰۰	۰,۰۱۳۸
۵	۰,۰۸۸	۰,۱۹۵	۰,۰۱۰۵

حال به کمک 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	۴	۵
شماره خوشه	۱	۴	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 اولویت‌بندی درون خوشه‌ای به کمک روش TOPSIS، اولویت‌بندی کلی همانند جدول (۹) است.

جدول (۹): اولویت‌بندی کلی و درون خوشه‌ای

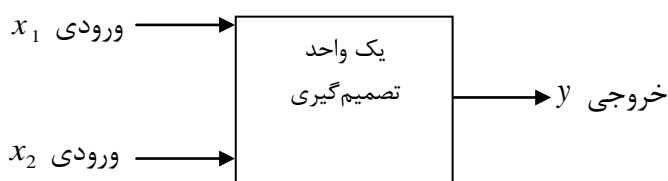
تأمین‌کنندگان			اولویت خوشه	شماره خوشه
اولویت بندی کلی	اولویت درون خوشه‌ای	شماره تأمین‌کننده		
۱	۱	۸		
۲	۲	۹	۱	۱
۳	۳	۲۲		
۴	۴	۳۴		
۵	۱	۳		
۶	۲	۱۳		
۷	۳	۲۴		
۸	۴	۳۶		
۹	۵	۳۱		
۱۰	۶	۳۵	۴	۲
۱۱	۷	۴۱		
۱۲	۸	۳۷		
۱۳	۹	۳۸		
۱۴	۱۰	۲۶		
۱۵	۱	۴		
۱۶	۲	۱۱		
۱۷	۳	۲۱		
۱۸	۴	۲۵	۵	۳
۱۹	۵	۳۹		
۲۰	۶	۳۰		
۲۱	۱	۱۴		
۲۲	۲	۱۷		
۲۳	۳	۲۵		
۲۴	۴	۳۹		
۲۵	۵	۳۰		
۲۶	۶	۱۴		
۲۷	۷	۱۷		
۲۸	۸	۲۵		
۲۹	۹	۳۹		
۳۰	۱۰	۳۰	۳	۴
۳۱	۱۱	۲۷		
۳۲	۱۲	۴۰		
۳۳	۱۳	۱۹		
۳۴	۱۴	۱۸		
۳۵	۱	۶		
۳۶	۲	۱۰		
۳۷	۳	۲۳		
۳۸	۴	۱۲		
۳۹	۵	۱۶		
۴۰	۶	۲		
۴۱	۷	۱		
۴۲	۸	۱۵	۲	۵
۴۳	۹	۳۲		
۴۴	۱۰	۲۹		
۴۵	۱۱	۲۰		
۴۶	۱۲	۴۲		
۴۷	۱۳	۷		

### ۳-۶ - 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) در نظر 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 تأمین‌کننده ۳ و ۲۱۰۰ مورد آن توسط تأمین‌کننده ۸ صورت گیرد.

نحوه تخصیص		۱
۸	۳	
۲۱۰۰	۸۰۰	



شکل (۳): یک واحد تصمیم‌گیری

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.

### ۴- 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.

### 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.

$$\begin{aligned} \max_{u,v} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \sum_{r=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{ij} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ u_r &\geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \\ v_i &\geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

با حل مدل فوق با استفاده از نرم‌افزار لینگو اولویت‌بندی همانند جدول (۱۱) به دست می‌آید، که با مقایسه با جواب به دست آمده از الگوریتم پیشنهادی در جدول (۹)، مشاهده می‌شود که دارای

جدول (۱۰): تخصیص اقلام به تأمین‌کنندگان

نحوه تخصیص	اقلام	نحوه تخصیص	اقلام	نحوه تخصیص	اقلام	نحوه تخصیص	اقلام
$\frac{۳۴}{۲۴۰۰}$	۴	$\frac{۳۷}{۲۳۰۰}$	۳	$\frac{۳۵}{۲۵۰۰}$	۲	$\frac{۸}{۲۱۰۰}$	۱
$\frac{۳۱}{۲۴۰۰}$	۸	$\frac{۸}{۳۰۰۰}$	۷	$\frac{۸}{۲۱۰۰}$	۶	$\frac{۲۲}{۲۵۰۰}$	۵
$\frac{۳۵}{۳۱۵۰}$	۱۲	$\frac{۸}{۳۶۰۰}$	۱۱	$\frac{۱۳}{۲۳۵۰}$	۱۰	$\frac{۳۱}{۲۵۰۰}$	۹
$\frac{۳۵}{۲۱۰۰}$	۱۶	$\frac{۳۵}{۱۴۰۰}$	۱۵	$\frac{۳۷}{۷۵۰}$	۱۴	$\frac{۸}{۲۵۰۰}$	۱۳
$\frac{۲۲}{۲۴۰۰}$	۲۰	$\frac{۸}{۲۲۲۰}$	۱۹	$\frac{۸}{۳۰۰۰}$	۱۸	$\frac{۲۲}{۲۴۵۰}$	۱۷
$\frac{۴۱}{۱۵۰۰}$	۲۴	$\frac{۸}{۲۹۵۰}$	۲۳	$\frac{۲۲}{۲۷۰۰}$	۲۲	$\frac{۳۵}{۲۹۵۰}$	۲۱
$\frac{۲۴}{۳۰۰۰}$	۲۸	$\frac{۳۱}{۲۷۰۰}$	۲۷	$\frac{۸}{۲۵۰۰}$	۲۶	$\frac{۸}{۲۱۱۰}$	۲۵
$\frac{۲۵}{۳۰۰۰}$	۳۲	$\frac{۹}{۲۲۰۰}$	۳۱	$\frac{۸}{۲۵۰۰}$	۳۰	$\frac{۲۲}{۳۰۰۰}$	۲۹
$\frac{۳۴}{۲۹۸۰}$	۳۶	$\frac{۳۷}{۲۰}$	۳۵	$\frac{۸}{۲۰۰۰}$	۳۴	$\frac{۸}{۲۰۰۰}$	۳۳
$\frac{۲۲}{۲۶۰۰}$	۴۰	$\frac{۸}{۳۸۰۰}$	۳۹	$\frac{۴۱}{۳۰۰۰}$	۳۸	$\frac{۱۱}{۲۱۸۰}$	۳۷
$\frac{۳۵}{۲۰۵۰}$	۴۴	$\frac{۲۶}{۴۹۰}$	۴۳	$\frac{۳}{۲۷۰۰}$	۴۲	$\frac{۱۷}{۳۸۰۰}$	۴۱
$\frac{۲۲}{۳۷۰۰}$	۴۸	$\frac{۲۲}{۳۶۱۰}$	۴۷	$\frac{۱۴}{۶۸۰}$	۴۶	$\frac{۲۲}{۲۱۷۰}$	۴۵
$\frac{۲۴}{۴۰۴۰}$	۵۲	$\frac{۲۲}{۲۷۸۰}$	۵۱	$\frac{۸}{۲۰۰۰}$	۵۰	$\frac{۱۳}{۲۰۰۰}$	۴۹
$\frac{۸}{۴۲۱۰}$	۵۶	$\frac{۳۷}{۲۶۰۰}$	۵۵	$\frac{۱۳}{۲۰۵۰}$	۵۴	$\frac{۳۷}{۸۰۰}$	۵۳
$\frac{۳۵}{۲۴۵۰}$	۶۰	$\frac{۲۶}{۴۰۰}$	۵۹	$\frac{۳۵}{۳۰۲۰}$	۵۸	$\frac{۹}{۲۱۰۰}$	۵۷
$\frac{۲۴}{۲۴۰۰}$	۶۴	$\frac{۲۲}{۲۳۰۰}$	۶۳	$\frac{۲۲}{۲۵۰۰}$	۶۲	$\frac{۳۷}{۷۰۰}$	۶۱
$\frac{۴۱}{۷۰}$	۶۸	$\frac{۱۳}{۲۸۰۰}$	۶۷	$\frac{۳۴}{۲۰۰۰}$	۶۶	$\frac{۳۴}{۲۴۰۰}$	۶۵
$\frac{۳۵}{۲۸۵۰}$	۷۲	$\frac{۱۴}{۲۰۰۰}$	۷۱	$\frac{۳۸}{۱۵۰۰}$	۷۰	$\frac{۳۷}{۲۵۰۰}$	۶۹
$\frac{۹}{۲۹۸۰}$	۷۶	$\frac{۳۱}{۲۳۵۰}$	۷۵	$\frac{۳۷}{۱۸۰}$	۷۴	$\frac{۱۳}{۲۴۰۰}$	۷۳
$\frac{۳۸}{۲۸۰۰}$	۸۰	$\frac{۱۴}{۲۰۰۰}$	۷۹	$\frac{۳۷}{۱۲۰۰}$	۷۸	$\frac{۲۲}{۲۹۰۰}$	۷۷
$\frac{۲۵}{۴۰۰۰}$	۸۴	$\frac{۱۴}{۳۱۰۰}$	۸۳	$\frac{۱۴}{۲۵۰۰}$	۸۲	$\frac{۳۸}{۳۵۰۰}$	۸۱
$\frac{۳۴}{۲۰۰۰}$	۸۸	$\frac{۳۴}{۲۴۰۰}$	۸۷	$\frac{۳۷}{۵۰۰}$	۸۶	$\frac{۲۲}{۲۵۰۰}$	۸۵
$\frac{۳۸}{۲۰۰۰}$	۹۲	$\frac{۳۸}{۲۷۰۰}$	۹۱	$\frac{۲۴}{۳۰۰۰}$	۹۰	$\frac{۳۵}{۲۷۸۰}$	۸۹
				$\frac{۳۵}{۲۵۰۰}$	۹۴	$\frac{۳۷}{۲۲۰۰}$	۹۳

سفارش تخصیص داده شده از طرف کارخانجات بالادستی بیشتر شد. این مقدار از متوسط ۱،۶۵۴،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،۶۵۰ 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،۴۴۰،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.

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

جدول (۱۱): اولویت‌بندی به‌دست آمده از روش DEA

۲۶	۳۸	۳۷	۴۱	۳۵	۳۱	۳۶	۲۴	۱۳	۳	۳۴	۲۲	۹	۸	شماره تأمین‌کننده
۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	اولویت‌بندی DEA
۱۹	۴۰	۲۷	۵	۳۳	۲۸	۱۷	۱۴	۳۰	۳۹	۲۵	۲۱	۱۱	۴	شماره تأمین‌کننده
۲۸	۲۷	۲۶	۲۵	۲۴	۲۳	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	اولویت‌بندی DEA
۷	۴۲	۲۰	۲۹	۳۲	۱۵	۱	۲	۱۶	۱۲	۲۳	۱۰	۶	۱۸	شماره تأمین‌کننده
۴۲	۴۱	۴۰	۳۹	۳۸	۳۷	۳۶	۳۵	۳۴	۳۳	۳۲	۳۱	۳۰	۲۹	اولویت‌بندی DEA

- 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
- منابع**
- آذر عادل و رجب‌زاده علی، تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد MADM، تهران:نگاه دانش، چاپ دوم، (۱۳۸۷)، ۱۳۰-۱۲۶.
- اصغرپور، محمد جواد، تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، تهران: دانشگاه تهران، چاپ هفتم، (۱۳۸۸).
- تیموری ابراهیم، مقدمه‌ای بر مدیریت زنجیره تأمین، تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، (۱۳۷۸).
- غضنفری مهدی و رضایی محمود، مقدمه‌ای بر نظریه‌ی مجموعه‌های 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

- 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 به جای قطعات به کار 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 در نظر گرفته شده برای خوشه‌ها می‌توانند در صورت نیاز و صلاحدید افراد خبره شرکت، با معیارهای اقلام و یا تأمین‌کنندگان متفاوت باشند.
- 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. & Dublisch, 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

