مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال دهم، شماره چهارم (پیاپی ۳۹)، زمستان ۹۲، ص ص ۵۳-۳۷
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

# انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان بر مبنای رویکرد ترکیبی AHP-DEA-TOPSIS

**مصطفی کاظمی[1]، علی علیزاده زوارم[2*]**
۱- دانشیار گروه مدیریت دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- دانشجوی دکتری مدیریت تحقیق در عملیات، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

رسید مقاله: ۱۴ فروردین ۱۳۹۲
پذیرش مقاله: ۲۹ مرداد ۱۳۹۲

## چکیده
امروزه، از تعاملات اثربخش با تأمین‌کنندگان به عنوان یکی از مهم‌ترین مسایل در حوزه مدیریت زنجیره تأمین و عاملی مؤثر برای بقا در بازار رقابت یاد می‌شود. ارزیابی و انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان نیاز به تصمیم‌گیری بر اساس معیارهای مختلفی دارد. هدف این مقاله، ارایه یک رویکرد ترکیبی در این راستا می‌باشد. در این تحقیق که در شرکت صنایع روشنایی تولید نور انجام شده است، ابتدا مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده بر اساس مطالعات گذشته و مصاحبه با مدیران شرکت شناسایی شدند. سپس، با بهره‌گیری از پرسشنامه مقایسه‌های زوجی شاخص‌ها و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی با توجه به نظرات مدیران شرکت و بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، نرخ ناسازگاری مقایسه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس، با رویکردی نوین، وزن‌های نسبی شاخص‌ها در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، محاسبه شدند و در نهایت، سه تأمین‌کننده شرکت بر اساس روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) و با توجه به شاخص‌های تعیین شده، رتبه‌بندی گردیدند. برای انجام محاسبات و تحلیل خروجی‌ها از برنامه‌های نرم‌افزاری Expert Choice 11، DEAP و Excel 2007 بهره گرفته شده است.

**کلمات کلیدی:** انتخاب تأمین‌کننده، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS).

## ۱ مقدمه
در عرصه‌های رقابت امروزی، شرکت‌های تولیدی علاوه بر پرداختن به مسایل سازمان و منابع داخلی، خود را به مدیریت و نظارت بر منابع و ارکان مرتبط خارج از سازمان نیز نیازمند می‌دانند. علت این امر در واقع دستیابی به مزیت‌های رقابتی با هدف کسب سهم بیشتری از بازار است. با توجه به نظریه پورتر [۱]، مزیت رقابتی نتیجه نحوه همکاری و هماهنگی اعضای زنجیره عرضه می‌باشد. بر این اساس، فعالیت‌هایی نظیر برنامه‌ریزی عرضه و تقاضا،

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: a.alizadeh.z@chmail.ir

تأمین مواد، تولید و برنامه ریزی محصول، نگهداری کالا، کنترل موجودی، توزیع، تحویل و خدمت به مشتری که همگی قبلاً در سطح شرکت انجام می‌شد، اکنون به سطح زنجیره تأمین انتقال یافته است. با توجه به چنین شرایطی، مدیریت اثربخش زنجیره تأمین، در جهت ایجاد و بهبود روابط کارا و مؤثر با شرکت‌های دیگر تلاش می‌نماید [۲]. به عقیده گوفین و همکاران [۳]، مدیریت صحیح تأمین‌کنندگان از مهم‌ترین مسایل در بحث زنجیره تأمین است، زیرا هزینه مواد خام و خرید، هزینه اصلی یک محصول را تشکیل می‌دهد و اغلب شرکت‌ها باید میزان قابل توجهی از درآمد خود را برای خرید از تأمین‌کنندگان صرف نمایند.

در این راستا، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، یک مساله پیچیده تصمیم‌گیری چند شاخصه شامل عوامل ملموس و ناملموس در سیستم مدیریت زنجیره تأمین می‌باشد [۴]. به عبارتی، انتخاب تأمین‌کننده یک مساله چند شاخصه است که شامل عواملی کیفی و کمی می‌باشد و هدف از ارزیابی تأمین‌کنندگان، شناسایی تأمین‌کننده‌ای است که بالاترین پتانسیل جهت تأمین نیازهای شرکت با یک هزینه قابل قبول را دارا باشد [۵]. گنووس و همکاران [۶] معتقدند که انتخاب تأمین‌کننده شامل تحلیل و ارزیابی عملکرد مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان به منظور رتبه‌بندی و انتخاب آنها برای حفظ کارایی سیستم زنجیره تأمین می‌باشد. لذا انتخاب تأمین‌کننده مناسب به عنوان یک تصمیم حیاتی در مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند بر درجه پایداری زنجیره تأمین تأثیرگذار باشد [۷].

با توجه به این که یک تولیدکننده در تأمین نیازهای خود از تأمین‌کنندگان متعدد، اهداف مختلف و گاهاً متناقضی را نظیر حداقل‌سازی هزینه، حداکثرسازی تحویل به موقع و افزایش کیفیت را دنبال می‌نماید، تأمین تمامی این اهداف، آن هم به شیوه آزمون و خطا، عملاً امکان پذیر نبوده و هزینه‌های گزافی را به سیستم تحمیل می‌نماید. لیکن، استفاده از تکنیک‌های ریاضی نظیر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توانند در این راستا به تصمیم‌گیرندگان کمک بسیاری نمایند. انتخاب مناسب تأمین‌کنندگان، می تواند در کنار تأمین نیازها و خواسته‌های شرکت، امکان استفاده بهینه و اقتصادی از منابع را نیز فراهم آورد. هدف این مقاله، ارایه یک مدل مناسب بر مبنای تصمیم‌گیری چند شاخصه جهت ارزیابی بهتر در زمینه انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان می‌باشد که در این راستا از ترکیب تکنیک‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) بهره گرفته شده است.

## ۲ مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق

### ۲-۱ انتخاب تأمین‌کننده

یکی از مسایل بسیار مهم در زنجیره تأمین برای خریداران یا تولیدکنندگان، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و تعیین میزان مطلوب سفارش به هر یک از آن‌ها می‌باشد. در واقع، انتخاب تأمین کننده به عنوان یک موضوع اساسی در حوزه زنجیره تأمین، در عملکرد کل زنجیره تأمین تأثیرگذار است [۸]. در تحقیقات مرتبط با موضوع ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان که تاکنون انجام شده‌اند، بر اساس تجارب خریداران، شاخص‌های مختلف و متنوعی شناسایی شده است. شاخص‌هایی نظیر توانایی فنی، در دسترس بودن، قابلیت اعتماد، ظرفیت، سابقه و عملکرد، وضعیت مالی، کیفیت محصول، هزینه، انعطاف‌پذیری، مشتری محوری، موقعیت جغرافیایی، حمل و نقل، تحویل

به موقع، خدمات پس از فروش، پاسخگویی سریع به سفارشات از جمله شاخص‌های مهمی می‌باشند که در مطالعات پس از سال ۲۰۰۰ میلادی توسط محققان زیادی مورد توجه قرار گرفته‌اند [۹، ۱۰].

در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان، مطالعات زیادی با استفاده از روش‌های متنوع انجام گرفته است. قدسی پورو ابراین [۱۱] با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و تحلیل سلسله مراتبی و با لحاظ عوامل ملموس و ناملموس و قراردادن کمیت‌های سفارش بهینه میان آن‌ها جهت بیشینه‌سازی ارزش کلی خرید، مدلی برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده پیشنهاد دادند. وبر و کورنت [۱۲] نیز یک رویکرد چند هدفه برای انتخاب تأمین‌کننده با هدف کمینه‌کردن قیمت، بیشینه‌کردن کیفیت و تحویل به موقع با استفاده از محدودیت‌های سیستم و خط مشی در مدل مختلط صحیح ارایه کردند. رمضانیان و همکاران [۴] در تحقیق خود، پس از شناسایی شاخص‌های مهم مربوط به انتخاب تأمین‌کننده در یک شرکت نئوپان‌سازی، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی از این معیارها در جهت انتخاب تأمین‌کننده استفاده نمودند. مندوزا [۱۳] نیز در مطالعه خود تحت عنوان "روش‌های مؤثر برای انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص میزان سفارش"، از یک رویکرد سه مرحله ای در فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده نمود. در فرایند این تحقیق از رویکردهای چند شاخصه نظیر رویکرد راه‌حل ایده‌آل و فرایند تحلیل سلسله مراتبی جهت کاهش تعداد تأمین‌کنندگان و از برنامه‌ریزی آرمانی نیز به منظور تعیین میزان تخصیص مطلوب سفارش نهایی استفاده گردید. وانگ و همکاران [۱۴] نیز یک مدل تلفیقی از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی با توجه به داده‌های یک شرکت تولیدی که به عنوان یک تأمین‌کننده در صنعت خودرو به فعالیت می‌پرداخت، ارایه نمودند. در این مدل، شاخص‌های کمی و کیفی نظیر کالاهای معیوب و میزان دیرکرد تحویل سفارش به منظور انتخاب تأمین‌کنندگان و میزان مطلوب سفارش به هر یک از آنان، مورد توجه قرار گرفت. ونی و همکاران [۱۵] نیز با ارایه یک مدل توسعه‌یافته از ترکیب دو روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها، رویکردی نوین جهت انتخاب بهینه از بین فروشندگان قطعات به عنوان تأمین‌کنندگان قطعات اولیه یک شرکت ارایه نمودند.

همان‌طور که مشخص است، در مطالعات مختلف پیرامون انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان، از روش‌های متنوعی استفاده گردیده است. در تحقیق حاضر، از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) با رویکردی ترکیبی در این راستا بهره گرفته شده است، لذا در ادامه به معرفی این روش‌ها پرداخته می‌شود.

### ۲-۲ تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش تحلیل سلسله مراتبی، یکی از کارامدترین تکنیک‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری است که برای اولین بار توسط توماس ال. ساعتی [۱۶] مطرح گردید. در فرآیند مربوط به این روش، ارزیابان (تصمیم‌گیرندگان) برای انجام مقایسه‌های زوجی جهت ارزیابی اهمیت نسبی چند متغیر از طریق سؤالات و مقیاس‌های ذکر شده در جدول (۱) مورد سؤال قرار می‌گیرند. ماتریس حاصل از این مقایسه‌های زوجی، ماتریس مقایسات زوجی نامیده می‌شود. در واقع، ماتریس مقایسات زوجی، از مقایسه دوبه‌دوی متغیرها با یکدیگر توسط تصمیم‌گیرنده و امتیازدهی آن‌ها بر

اساس مقیاس‌های از قبل تعیین شده، تشکیل می‌گردد و نشان می‌دهد که هر یک از متغیرها نسبت به متغیرهای دیگر، دارای چه اهمیتی می‌باشد.

**جدول ۱.** مقیاس‌های درجه نسبی اهمیت (وزن) برای مقایسات زوجی [۱۶]

| اهمیت مطلق یا شدید | | اهمیت خیلی قوی | | اهمیت قوی | | اهمیت ضعیف | | اهمیت یکسان |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ |

نتایج این مقایسه‌ها در قالب ماتریس مقایسات زوجی نیز بیان می‌گردد که در رابطه (۱) نشان داده شده است:

$$A=\begin{pmatrix} ۱ & a_{۱۲} & \cdots & a_{۱n} \\ a_{۲۱} & ۱ & \cdots & a_{۲n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m۱} & a_{m۲} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \qquad (۱)$$

$$A=\left(a_{ij}\right), i, j=۱,۲,...,n$$

$a_{ij}$ ترجیح عنصر i به عنصر j می‌باشد و n تعداد عناصری است که مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. در ماتریس مقایسات زوجی، بین شاخص‌ها نسبت به یکدیگر رابطه زیر برقرار است:

$$a_{ij}=\frac{۱}{a_{ji}} \qquad (۲)$$

با توجه به ماتریس مقایسات زوجی، می‌توان وزن‌های نسبی مربوط به شاخص‌ها را از روش‌های مختلفی نظیر روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روش‌های تقریبی تعیین نمود. سازگاری بین قضاوت‌ها نیز با شاخصی به نام نرخ ناسازگاری مورد سنجش قرار می‌گیرد. حداکثر نرخ ناسازگاری مورد قبول بین قضاوت‌ها ۰/۱ می‌باشد. به عبارتی، اگر نرخ ناسازگاری بیش از ۰/۱ باشد، باید در مورد پاسخ‌های پرسشنامه تجدید نظر نمود.

از مزایای تحلیل سلسله مراتبی می‌توان به مواردی نظیر امکان فرموله‌کردن مسأله و تجدیدنظر در آن، در نظر گرفتن گزینه‌های مختلف، در نظر گرفتن معیارهای مختلف، دخالت دادن معیارهای کمی و کیفی در تصمیم‌گیری، لحاظ کردن نظرات افراد مختلف در مورد گزینه‌ها و معیارها و استوار بودن بر مبنای یک تئوری قوی اشاره نمود [۱۷].

### ۲-۳ تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای اولین بار توسط چارنز و همکاران [۱۸] به عنوان یک روش برنامه‌ریزی خطی برای تحلیل عملکردی از چگونگی کارایی واحدهای مختلف درون عملیات یک سازمان و هم‌چنین برای مقایسه

کارایی چندین سازمان رقابتی درون یک صنعت معرفی گردید. در حال حاضر، تحلیل پوششی داده‌ها یکی از حوزه‌های فعال تحقیقاتی در اندازه‌گیری کارایی بوده و به طور چشمگیر مورد استقبال پژوهشگران جهان قرار گرفته است [۱۷]. به طور کلی، می‌توان گفت تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی نسبی واحدهایی را که دارای ورودی‌ها و خروجی‌های مشابهی می‌باشند، اندازه‌گیری می‌کند. این گونه واحدها را واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) می‌نامند. در واقع، این رویکرد، کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده را در مقایسه با واحدهای تصمیم‌گیرنده دیگر درون یک سازمان و یا در یک صنعت مشابه می‌سنجد. برای تعیین کارایی، می‌توان به جای مقایسه یک واحد سازمانی به صورت مجزا با سایر واحدهای سازمانی، نهاده‌ها و ستاده‌های آن را با ترکیب خطی از نهاده‌ها و ستاده‌های سایر واحدهای سازمانی مقایسه کرد. این ترکیب خطی به عنوان یک واحد مجازی تلقی می‌گردد که می‌تواند با واحد سازمانی مورد ارزیابی مقایسه گردد [۱۹]. کارایی یک واحد، عبارت از مقایسه ورودی‌ها و خروجی‌های آن با یکدیگر است. در ساده‌ترین حالت که واحدی یک ورودی را مصرف کرده و یک خروجی می‌دهد، کارایی به صورت خارج قسمت خروجی بر ورودی تعریف می شود [۲۰]. مدل پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها با توجه به تعریفی که از کارایی وجود دارد، به صورت زیر می‌باشد:

$$
\begin{aligned}
&Max \quad E_p = \frac{\sum_r y_{rp} u_r}{\sum_i x_{ip} v_i} \\
&s.t. \\
&\qquad \frac{\sum_r y_{rj} u_r}{\sum_i x_{ij} v_i} \le ۱, \qquad \forall j, \\
&\qquad u_r, v_i \ge ۰, \qquad \forall r, j.
\end{aligned}
\tag{۳}
$$

مدل فوق بر مبنای ستاده‌ها و نهاده‌های چندگانه استوار می‌باشد که در قالب یک مدل برنامه‌ریزی غیر خطی بیان گردیده است. نمادهای استفاده شده بیانگر این موارد هستند: $E_p$ (کارایی p امین واحد تصمیم‌گیرنده)، $y_{rp}$ (مقدار $r$ امین خروجی برای p امین واحد تصمیم‌گیرنده)، $x_{ip}$ (مقدار $i$ امین ورودی برای p امین واحد تصمیم‌گیرنده)، $u_r$ (وزن تعیین شده برای $r$ امین خروجی)، $v_i$ (وزن تعیین‌شده برای $i$ امین ورودی). وزن‌هایی که کارایی واحد p ام را ($E_p$) حداکثر می‌سازند، در قالب تابع هدف تعیین می‌گردند و از این طریق، کارایی نسبی واحد p ام مشخص می‌شود. محدودیت اول نشان می‌دهد که کارایی هر واحد نمی‌تواند از عدد یک تجاوز کند (به ازای هر واحد تصمیم‌گیرنده $j$ که واحد p ام را نیز شامل می‌شود، یک محدودیت وجود دارد)، دو محدودیت آخر نیز بیان می‌کنند که همه وزن‌های تعیین شده باید مثبت در نظر گرفته شوند. مجموع وزن‌های تعیین شده برای خروجی‌ها و هم‌چنین برای ورودی‌ها نیز برابر یک می‌باشد. به ازای هر یک از واحدهای تصمیم‌گیرنده، یک بار مساله حل می‌گردد، به عبارتی، اگر N واحد تصمیم‌گیری داشته باشیم، باید N بار مساله فوق را حل نماییم [۱۹]. از آنجایی که مدل پایه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی می‌باشد، با روش‌های معمول برنامه‌ریزی

ریاضی قابل حل نیست. برای حل این مشکل می‌توان با مقید کردن مخرج کسر به واحد (برای هر واحد وزن نهاده‌های آن واحد به گونه‌ای انتخاب می‌گردد که مجموع موزون آن‌ها برابر یک شود) آن را به شکل مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل کرد. با توجه به این توضیحات، مساله برنامه‌ریزی غیرخطی اولیه به شکل زیر خواهد بود (مدل فوق با رویکرد نهاده‌محور بیان شده است) [۱۸]:

$$
\begin{aligned}
&Max \quad E_p = \sum_r y_{rp} u_r \\
&s.t. \\
&\qquad \sum_i x_{ip} v_i = 1, \\
&\qquad \sum_r y_{rj} u_r - \sum_i x_{ij} v_i \le 0, \qquad \forall j, \\
&\qquad u_r, v_i \ge 0, \qquad \forall r, i.
\end{aligned} \tag{۴}
$$

### ۲-٤ روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS)

روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل، به عنوان یک روش رتبه بندی چند شاخصه توسط یون و هوانگ [۱۲] ارایه گردیده است. در این روش، هر گزینه به عنوان یک نقطه در فضا در نظر گرفته می‌شود و فاصله اقلیدسی بین نقطه ایده‌آل و نقطه ضدایده‌آل محاسبه می‌گردد [۲۲]. در این روش، گزینه‌ها بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل رتبه‌بندی می‌شوند، به طوری که هر چه یک گزینه شبیه‌تر به راه‌حل ایده‌آل باشد، رتبه بیشتری دارد. در ابتدا با توجه به تعداد شاخص‌ها (n) و تعداد گزینه‌ها (m) و ارزیابی همه گزینه‌ها برای شاخص‌های مختلف، ماتریس تصمیم به صورت زیر تشکیل می‌گردد [۱۲]:

$$
X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \tag{۵}
$$

که در آن، $x_{ij}$ عملکرد گزینه i ( $i = 1,\ldots,m$ ) در رابطه با معیار j ( $j = 1,\ldots,n$ ) می‌باشد. سپس، اگر شاخص‌ها با مقیاس‌های مختلفی بیان شده باشند، به شاخص‌هایی بدون بعد تبدیل می‌شوند (بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم). لذا نتیجه در ماتریس R به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$
R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{۶}
$$

می‌توان برای بی‌مقیاس کردن شاخص‌های با جنبه مثبت (مانند کیفیت) و با جنبه منفی (مانند قیمت) به ترتیب از روابط زیر استفاده نمود (شاخص‌های مثبت: رابطه ۷- شاخص‌های منفی: رابطه ۸):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - Min\{x_{ij}\}}{Max\{x_{ij}\} - Min\{x_{ij}\}} \quad (۷)$$

$$r_{ij} = \frac{Max\{x_{ij}\} - x_{ij}}{Max\{x_{ij}\} - Min\{x_{ij}\}} \quad (۸)$$

در مرحله بعد، با توجه به ضرایب اهمیت شاخص‌های مختلف در تصمیم‌گیری، بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$W = \begin{bmatrix} w_۱ & w_۲ & \cdots & w_n \end{bmatrix} \quad (۹)$$

ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده وزن‌دار از ضرب ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در بردار وزن شاخص‌ها به دست می‌آید:

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad i = ۱,۲,...,m \quad j = ۱,۲,..,n \quad (۱۰)$$

اگر راه‌حل ایده‌آل با $A^*$ و ضد ایده‌آل با $A^-$ نشان داده شود، در این صورت داریم:

$$A^* = \{v_۱^*, v_۲^*, ..., v_j^*, ..., v_n^*\} \quad (۱۱)$$

$$A^- = \{v_۱^-, v_۲^-, ..., v_j^-, ..., v_n^-\} \quad (۱۲)$$

$v_j^*$ بهترین مقدار معیار j از بین تمام گزینه‌ها و $v_j^-$ بدترین مقدار معیار j از بین تمامی گزینه‌ها می‌باشد. گزینه‌های که در $A^*$ و $A^-$ قرار می‌گیرند، به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌های کاملاً بهتر و کاملاً بدتر می‌باشند.

در مرحله بعدی، برای هر گزینه، فاصله از حل ایده‌آل و فاصله از حل ضد ایده‌آل به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شوند (در رابطه فوق، اندیس j معرف معیار مورد نظر و اندیس i معرف گزینه مورد نظر می باشند):

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=۱}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^۲} \quad (۱۳)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=۱}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^۲} \quad (۱۴)$$

در آخرین مرحله نیز شاخص شباهت از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

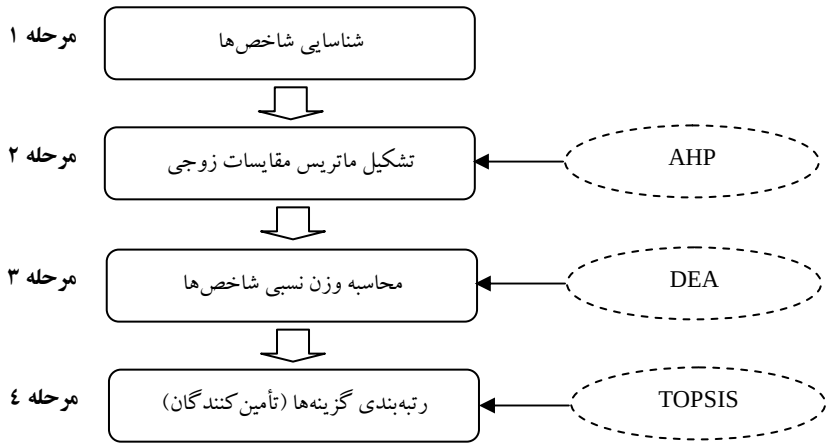
$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad (۱۵)$$

مقدار شاخص شباهت، بین صفر و یک تغییر می‌کند. هر چه گزینه مورد نظر به ایده‌آل مشابه‌تر باشد، مقدار شاخص شباهت آن، به عدد ۱ نزدیک‌تر خواهد بود. لذا برای رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار شاخص شباهت،

گزینه‌ای که دارای بیشترین شاخص شباهت است، در رتبه اول و گزینه‌ای که دارای کم‌ترین شاخص شباهت می‌باشد، در رتبه آخر قرار می‌گیرد [۲۳].

## ۳ روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر با هدف ارایه مدلی مناسب برای انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان انجام شده است. واحد تحلیل در این مطالعه، شرکت صنایع روشنایی تولید نور می‌باشد که در زمینه صنعت روشنایی فعالیت می‌کند. شرکت، مواد اولیه محصولات خود را از سه تأمین‌کننده اصلی در سراسر کشور تأمین می‌نماید. بر اساس مدل ارایه شده در این تحقیق، این سه تأمین‌کننده بر اساس شاخص‌های مستخرج و امتیازدهی شده بر اساس نظرات ۶ تن از مدیران شرکت، رتبه‌بندی می‌شوند. مدل فرآیندی جهت اجرای تحقیق شامل مراحل زیر می‌باشد (شکل ۱).




**شکل ۱.** مدل فرآیندی اجرای تحقیق

۱- شناسایی شاخص‌ها: در مرحله اول با استفاده از نتایج مطالعات گذشته و همچنین مصاحبه با مدیران شرکت، شاخص‌های انتخاب تأمین‌کنندگان شناسایی می‌گردند.

۲- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی: پس از شناسایی شاخص‌ها، بر مبنای روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، با نظرسنجی از مدیران بر اساس مقیاس‌های مقایسه‌های زوجی ارایه شده توسط ساعتی [۱۶]، شاخص‌ها دوبه‌دو مقایسه شده و امتیازدهی می‌شوند و نتایج این مقایسه ها در ماتریس (جدول) مقایسات زوجی آورده می‌شود.

۳- محاسبه وزن نسبی شاخص‌ها: پس از تشکیل جدول مقایسات زوجی، این جدول مجدداً بر اساس مفاهیم مدل تحلیل پوششی داده‌ها طراحی شده و وزن نسبی شاخص‌ها در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه می‌گردند. به این منظور از رویکرد ارایه شده توسط ونی و همکاران [۱۵] جهت بازنویسی جدول مقایسات زوجی برای استفاده در مدل تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته شده است. در رویکرد ارایه شده، اعداد حاصل از مقایسات زوجی عیناً مورد استفاده قرار می‌گیرند. با تغییرات عنوان ابعاد جدول از شاخص‌ها

به خروجی‌ها (ستون‌ها) و واحدهای تصمیم‌گیرنده (سطرها) می‌توان جدول مقایسات زوجی را در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌ها بیان نمود. از آنجایی که در این مدل برای هر واحد تصمیم‌گیرنده به مقادیر ورودی نیز نیاز می‌باشد، از مقادیر ورودی مجازی با مقدار ۱ استفاده گردیده است. جدول (۲) نتیجه حاصل از این فرآیند را نشان می‌دهد. خروجی حل مدل تحلیل پوششی داده‌ها که بیانگر کارایی نسبی شاخص‌ها می‌باشد، در واقع بیانگر همان وزن‌های نسبی شاخص‌ها خواهد بود.

**جدول ۲.** بیان جدول مقایسات زوجی در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌ها [۱۵]

| واحدها | خروجی ۱ | خروجی ۲ | ... | خروجی n | ورودی مجازی |
|---|---|---|---|---|---|
| $DMU_1$ | ۱ | $a_{12}$ | ... | $a_{1N}$ | ۱ |
| $DMU_2$ | $1/a_{21}$ | ۱ | ... | $a_{2N}$ | ۱ |
| $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ | ۱ | $\vdots$ | $\vdots$ |
| $DMU_N$ | $1/a_{N1}$ | $1/a_{N2}$ | ... | ۱ | ۱ |

۴- رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان: در مرحله آخر، گزینه‌ها (تأمین‌کنندگان) بر مبنای شاخص‌ها و با توجه به مقیاس‌های ۱ تا ۹ امتیازدهی می‌شوند. قابل ذکر است که برای شاخص‌های با جنبه مثبت، مقیاس خیلی کم (۱) تا خیلی زیاد (۹) و برای شاخص‌های با جنبه منفی مقیاس خیلی زیاد (۱) تا خیلی کم (۹) در نظر گرفته می‌شوند. در نهایت نیز گزینه‌ها بر اساس روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل رتبه بندی می‌شوند.

برای انجام محاسبات و تحلیل خروجی‌ها در طی مراحل مختلف فرآیند اجرایی تحقیق، از سه برنامه نرم‌افزاری Expert Choice 11، DEAP و Excel 2007 بهره گرفته شده است.

## ٤ یافته‌ها

در مرحله اول تحقیق، مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده با بهره‌گیری از نتایج مطالعات گذشته و همچنین از طریق مصاحبه و نظرسنجی از ۶ تن از مدیران ارشد و با سابقه شرکت تعین گردید که طبق این نظرسنجی، شاخص‌های کیفیت، قیمت، پشتیبانی خدمات، تأخیر در تأمین سفارش و تسهیلات و ظرفیت تولید به عنوان ۵ معیار اصلی در انتخاب تأمین‌کنندگان مشخص شدند. سپس، دو گروه پرسشنامه به مدیران تحویل داده شد. پرسشنامه‌های گروه اول، مربوط به مقایسات زوجی با مقیاس‌های ساعتی (۱ تا ۹) برای مقایسه دوبه‌دوی شاخص‌ها در قالب ۱۰ سؤال بوده است. پس از جمع‌آوری این پرسشنامه‌ها، نرخ ناسازگاری پاسخ‌های هر یک از مدیران با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11 بررسی شده و مورد تأیید قرار گرفت (نرخ‌های ناسازگاری پرسشنامه‌ها با مقادیر ۰/۰۹، ۰/۰۷، ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۰۴ و ۰/۰۹کمتر از ۰/۱ بوده‌اند). سپس، این پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار در قالب تصمیم‌گیری گروهی با یکدیگر ترکیب شدند که حاصل آن ماتریس مقایسات

زوجی گروهی می‌باشد. این ماتریس در قالب جدول (۳) آورده شده است. همان طور که در این جدول نیز مشاهده می‌شود، نرخ ناسازگاری قضاوت‌های گروهی، کمتر از حداکثر میزان قابل قبول برای نرخ ناسازگاری می‌باشد (Incon =۰/۰۷ < ۰/۱) لذا قضاوت‌ها مورد قبول قرار می‌گیرند.

**جدول ۳.** ماتریس مقایسات زوجی گروهی شاخص‌ها بر اساس نرم‌افزار Expert Choice

| | کیفیت | قیمت | پشتیبانی خدمات | تأخیر در تأمین سفارش | تسهیلات و ظرفیت تولید | ورودی مجازی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کیفیت | | ۱/۷۶۶ | ۳/۲۲۵ | ۲/۱۱۷ | ۳/۲۱ | ۱ |
| قیمت | | | ۱/۶۷۹ | ۲/۶۴۲ | ۲/۵۱۳ | ۱ |
| پشتیبانی خدمات | | | | ۴/۸۶۳ | ۱/۸۱۷ | ۱ |
| تأخیر در تأمین سفارش | | | | | ۱/۷۵۴ | ۱ |
| تسهیلات و ظرفیت تولید | Incon: ۰/۰۷ | | | | | ۱ |

با بیان ماتریس مقایسات زوجی گروهی در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌ها به صورت جدول (۴) و حل مدل تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار DEAP، نتایج به دست آمده در قالب جدول (۵) گزارش گردید. در قسمت سمت راست جدول، DMU ها (واحدهای تصمیم‌گیرنده) قرار دارند که بیانگر شاخص‌ها می‌باشند و کارایی نسبی هر واحد نیز در مقابل آن آورده شده است. در سمت چپ جدول، به ازای هر واحد، معادل شاخص مربوط به آن نوشته شده است و وزن نسبی هر شاخص، از نرمال‌سازی اعداد مربوط به کارایی بین اعداد ۰ تا ۱ به دست آمده است (تقسیم عدد مربوط به کارایی هر شاخص به مجموع اعداد مربوط به کارایی تمامی شاخص‌ها).

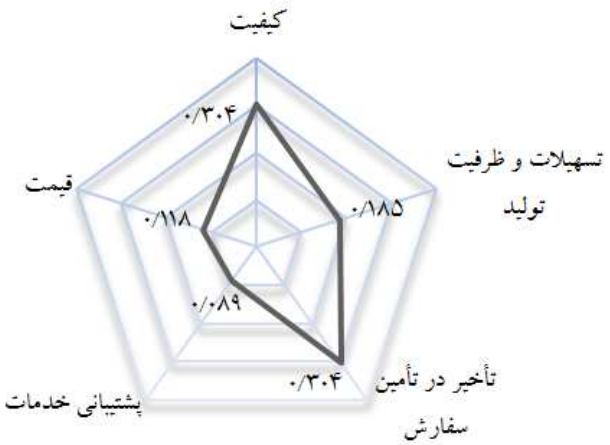
**جدول ٤.** مقایسات زوجی شاخص‌ها در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

| واحدها | خروجی ۱ | خروجی ۲ | خروجی ۳ | خروجی ۴ | خروجی ۵ | ورودی مجازی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $DMU_{۱}$ | ۱ | ۱/۷۶۶ | ۳/۲۲۵ | ۲/۱۱۷ | ۳/۲۱ | ۱ |
| $DMU_{۲}$ | ۰/۵۶۶ | ۱ | ۱/۶۷۹ | ۰/۳۷۸ | ۰/۳۹۸ | ۱ |
| $DMU_{۳}$ | ۰/۳۱ | ۰/۵۹۵ | ۱ | ۰/۲۰۶ | ۰/۵۵ | ۱ |
| $DMU_{۴}$ | ۰/۴۷۲ | ۲/۶۴۲ | ۴/۸۶۳ | ۱ | ۱/۷۵۴ | ۱ |
| $DMU_{۵}$ | ۰/۳۱۱ | ۲/۵۱۳ | ۱/۸۱۷ | ۰/۵۷ | ۱ | ۱ |

**جدول ۵.** خروجی نرم‌افزار DEAP و تعیین وزن نسبی شاخص‌ها

| واحدها | کارایی نسبی | شاخص‌ها | وزن نسبی |
|---|---|---|---|
| $DMU_۱$ | ۱ | کیفیت | ۰/۳۰۴ |
| $DMU_۲$ | ۰/۳۸۷ | قیمت | ۰/۱۱۸ |
| $DMU_۳$ | ۰/۲۹۱ | پشتیبانی خدمات | ۰/۰۸۹ |
| $DMU_۴$ | ۱ | تأخیر در تأمین سفارش | ۰/۳۰۴ |
| $DMU_۵$ | ۰/۶۰۹ | تسهیلات و ظرفیت تولید | ۰/۱۸۵ |
| مجموع | ۳/۲۸۷ | مجموع | ۱ |

با توجه به جدول فوق، مشخص می‌گردد که شاخص‌ها بر اساس اهمیت (وزن) به ترتیب عبارتند از: کیفیت (۰/۳۰۴) و تأخیر در تأمین سفارش (۰/۳۰۴)، تسهیلات و ظرفیت تولید (۰/۱۸۵)، قیمت (۰/۱۱۸) و پشتیبانی خدمات (۰/۰۸۹). شکل (۳) مقایسه بین شاخص‌ها از نظر وزن را بهتر نشان می‌دهد. شاخص‌های کیفیت و تأخیر در تأمین سفارش با وزن نسبی ۰/۳۰۴، مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده و شاخص پشتیبانی خدمات نیز با وزن نسبی ۰/۰۸۹ کم‌اهمیت‌ترین شاخص در میان شاخص‌های در نظر گرفته‌شده برای شرکت می‌باشد.




**شکل ۲.** مقایسه وزن شاخص‌های انتخاب تأمین‌کننده

پرسشنامه‌های گروه دوم، که مربوط به امتیازدهی هر یک از گزینه‌ها (تأمین‌کنندگان) بر اساس شاخص‌های تعیین شده بود نیز در بین مدیران توزیع گردید که نتیجه آن در قالب ماتریس تصمیم (جدول ۶) گزارش گردید. از این ماتریس برای انجام محاسبات جهت اولویت‌بندی گزینه‌ها (تأمین‌کنندگان) بر اساس روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) استفاده می‌گردد. امتیازات تخصیص داده شده به هر یک از سلول‌های جدول، از مجموع امتیازات داده شده توسط هر یک از پاسخگویان به آن سلول به دست آمده است. با توجه به عدم امکان استفاده از مقادیر واقعی شاخص‌ها، از مقادیر امتیازدهی شده بر اساس طیف ۹ تایی (خیلی کم تا خیلی زیاد) استفاده شده

است (به دلیل نوسانات زیاد قیمت ارایه شده توسط تأمین‌کنندگان، استفاده از مقادیر واقعی برای این شاخص، منطقی به نظر نمی‌رسد، لذا برای ارزیابی بر اساس قیمت نیز از طیف نظرسنجی بهره گرفته شده است).

**جدول ٦.** ماتریس تصمیم

| | کیفیت | قیمت | پشتیبانی خدمات | تأخیر در تأمین سفارش | تسهیلات و ظرفیت تولید |
|---|---|---|---|---|---|
| تأمین‌کننده ۱ | ۴۴ | ۲۴ | ۱۴ | ۱۸ | ۵۱ |
| تأمین‌کننده ۲ | ۳۶ | ۲۷ | ۳۵ | ۲۵ | ۳۳ |
| تأمین‌کننده ۳ | ۴۶ | ۲۹ | ۴۷ | ۴۷ | ۴۳ |
| وزن | ۰/۳۰۴ | ۰/۱۱۸ | ۰/۰۸۹ | ۰/۳۰۴ | ۰/۱۸۵ |

در گام بعدی، مقادیر ماتریس تصمیم، با توجه به روابط توضیح داده شده، بی‌مقیاس گردیدند که نتیجه آن در جدول (۷) آورده شده است. از آن‌جایی که در مورد شاخص‌های با جنبه منفی نظیر قیمت، در هنگام امتیازدهی از عکس مقیاس‌ها یعنی خیلی زیاد (۱) تا خیلی کم (۹) استفاده شده است، لذا نیازی به بی‌مقیاس کردن آنها با جنبه منفی نمی‌باشد و در واقع، تمامی شاخص‌ها با جنبه مثبت، بی‌مقیاس شده‌اند.

**جدول ۷.** ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده

| | کیفیت | قیمت | پشتیبانی خدمات | تأخیر در تأمین سفارش | تسهیلات و ظرفیت تولید |
|---|---|---|---|---|---|
| تأمین کننده ۱ | ۳/۹۲۰ | ۲/۶۸۳ | ۲/۴۲۹ | ۱/۸۹۷ | ۴/۵۲۶ |
| تأمین کننده ۲ | ۳/۲۰۷ | ۳/۰۱۹ | ۳/۵۷۲ | ۲/۶۳۵ | ۲/۹۲۸ |
| تأمین کننده ۳ | ۴/۰۹۸ | ۳/۲۴۲ | ۴/۷۹۷ | ۴/۹۵۴ | ۳/۸۱۶ |
| وزن | ۰/۳۰۴ | ۰/۱۱۸ | ۰/۰۸۹ | ۰/۳۰۴ | ۰/۱۸۵ |

با ضرب مقادیر سلول‌های ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در وزن شاخص مربوطه، ماتریس تصمیم بی‌مقیاس وزن‌دار به صورت جدول (۷) حاصل گردید. در دو سطر آخر این جدول، مقادیر حداکثر و حداقل در هر یک از ستون‌های جدول مربوط به ماتریس تصمیم بی‌مقیاس‌شده وزن‌دار نیز در نظر گرفته شده است. در واقع، بیشترین مقدار (حداکثر) بیانگر حل ایده‌آل و کمترین مقدار (حداقل) بیانگر حل ضدایده‌آل می‌باشد.

**جدول ۸.** ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده وزن‌دار

| | کیفیت | قیمت | پشتیبانی خدمات | تأخیر در تأمین سفارش | تسهیلات و ظرفیت تولید |
|---|---|---|---|---|---|
| تأمین‌کننده ۱ | ۱/۱۹۲ | ۰/۳۱۷ | ۰/۱۲۷ | ۰/۵۷۷ | ۰/۸۳۷ |
| تأمین‌کننده ۲ | ۰/۹۷۵ | ۰/۳۵۶ | ۰/۳۱۸ | ۰/۸۰۱ | ۰/۵۴۲ |
| تأمین‌کننده ۳ | ۱/۲۴۶ | ۰/۳۸۳ | ۰/۴۲۷ | ۱/۵۰۶ | ۰/۷۰۶ |
| حداکثر | ۰/۹۷۵ | ۰/۳۱۷ | ۰/۱۲۷ | ۰/۵۷۷ | ۰/۵۴۲ |
| حداقل | ۱/۲۴۶ | ۰/۳۸۳ | ۰/۴۲۷ | ۱/۵۰۶ | ۰/۸۳۷ |

در ادامه، فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل برای هر یک از گزینه‌ها (تأمین‌کنندگان) محاسبه شده و در قالب جداول (۹) و (۱۰) گزارش گردید. در واقع، فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل با توجه به وضعیت فاصله شاخص‌های آن گزینه نسبت به بیشترین مقدار آنها (مقدار حداکثر در جدول ۸) و فاصله از حل ضد ایده‌آل نیز بر اساس وضعیت فاصله شاخص‌های آن گزینه نسبت به کم‌ترین مقدار آنها (مقدار حداقل در جدول ۸) مشخص می گردد.

**جدول ۹.** محاسبه فاصله از حل ایده‌آل

| | کیفیت | قیمت | پشتیبانی خدمات | تأخیر در تأمین سفارش | تسهیلات و ظرفیت تولید | فاصله از حل ایده آل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تأمین کننده ۱ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۹۰ | ۰/۸۶۴ | ۰/۰۰۰ | ۰/۹۸۰ |
| تأمین‌کننده ۲ | ۰/۰۷۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۲ | ۰/۴۹۷ | ۰/۰۸۷ | ۰/۸۱۹ |
| تأمین‌کننده ۳ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۱۷ | ۰/۱۳۱ |

**جدول ۱۰.** محاسبه فاصله از حل ضد ایده‌آل

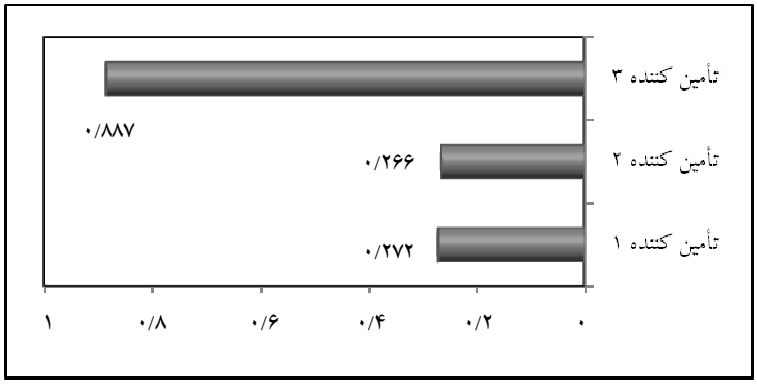
| | کیفیت | قیمت | پشتیبانی خدمات | تأخیر در تأمین سفارش | تسهیلات و ظرفیت تولید | فاصله از حل ضد ایده آل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تأمین‌کننده ۱ | ۰/۰۴۷ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۸۷ | ۰/۳۶۶ |
| تأمین‌کننده ۲ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۵۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۲۹۷ |
| تأمین‌کننده ۳ | ۰/۰۷۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۹۰ | ۰/۸۶۴ | ۰/۰۲۷ | ۱/۰۲۹ |

با مشخص شدن فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل برای هر گزینه، شاخص شباهت نیز به ازای هر یک از گزینه‌ها مورد محاسبه قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۱۱) آورده شده است. شاخص شباهت برای هر گزینه، از نسبت میزان فاصله از حل ضد ایده‌آل به مجموع فواصل از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل به دست آمده است. مقدار شاخص شباهت، بین صفر و یک متغیر بوده و هر چه گزینه مورد نظر به ایده‌آل مشابه‌تر باشد، مقدار شاخص شباهت آن، به عدد ۱ نزدیک‌تر است.

**جدول ۱۱.** اولویت بندی تأمین‌کنندگان بر اساس شاخص شباهت

| | فاصله از حل ایده‌آل | فاصله از حل ضد ایده‌آل | شاخص شباهت | اولویت |
|---|---|---|---|---|
| تأمین‌کننده ۱ | ۰/۹۸۰ | ۰/۳۶۶ | ۰/۲۷۲ | ۲ |
| تأمین‌کننده ۲ | ۰/۸۱۹ | ۰/۲۹۷ | ۰/۲۶۶ | ۳ |
| تأمین‌کننده ۳ | ۰/۱۳۱ | ۱/۰۲۹ | ۰/۸۸۷ | ۱ |

همان طور که در ستون آخر جدول (۱۱) مشاهده می‌شود، تأمین‌کنندگان (گزینه‌ها) بر اساس مقدار شاخص شباهت، اولویت‌بندی شده‌اند. بر اساس این اولویت‌بندی، تأمین‌کنندگان ۳، ۱ و ۲ به ترتیب با بیشترین مقدار شاخص شباهت یعنی ۰/۸۸۷، ۰/۲۷۲ و ۰/۲۶۶، در اولویت‌های اول تا سوم قرار گرفته‌اند. اولویت تأمین‌کنندگان با توجه به مقدار شاخص شباهت اختصاص داده شده به آن‌ها، در شکل (۴) بهتر قابل مقایسه می‌باشد.




**شکل ۳.** مقایسه اولویت انتخاب تأمین‌کنندگان بر اساس شاخص شباهت

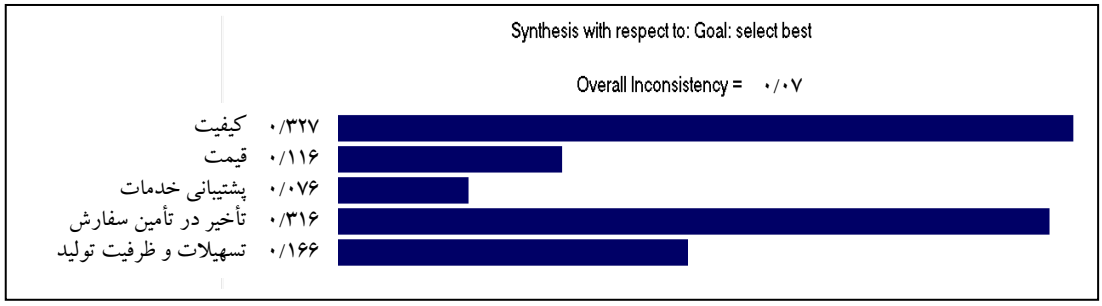
نتایج نشان می‌دهد که شرکت برای تأمین مواد اولیه خود بهتر است در بین سه تأمین‌کننده اصلی، بیشتر بر تأمین‌کننده ۳ تمرکز نماید (با وزن نسبی ۰/۸۸۷). تأمین‌کننده ۱ و۲ نیز با وزن‌های نسبی ۰/۲۷۲ و ۰/۲۶۶ در شرایط تقریباً مشابهی قرار دارند.

## ۵ نتیجه‌گیری و ارایه پیشنهادات

نحوه ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین، یک مساله پیچیده چند شاخصه است که برای حل این مساله در مطالعات مختلف از روش‌های متنوعی بهره گرفته شده است. در این تحقیق، جهت انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان از یک رویکرد ترکیبی بر اساس سه روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) بهره گرفته شد. همان طور که اشاره گردید، پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی گروهی شاخص‌ها بر مبنای تحلیل سلسله مراتبی، وزن نهایی شاخص‌ها بر اساس روش تحلیل پوششی داده‌ها و بر مبنای مفهوم کارایی نسبی شاخص‌ها محاسبه شد. طبق نتایج به دست آمده مشخص

گردید که شاخص‌های کیفیت، تأخیر در تأمین سفارش، تسهیلات و ظرفیت تولید، قیمت و پشتیبانی خدمات به ترتیب دارای اهمیت ویژه‌ای برای شرکت مورد مطالعه در تصمیم‌گیری انتخاب تأمین‌کنندگان می باشند. بنابراین در تصمیم‌گیری مربوط به انتخاب تأمین‌کننده، شاخص کیفیت مواد اولیه برای این شرکت از اهمیت بالایی برخوردار است.

برای اعتبارسنجی استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به جای روش تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن نسبی شاخص‌ها، این وزن‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و از طریق نرم‌افزار Expert Choice 11 نیز محاسبه گردید که نتایج آن در شکل (۴) آورده شده است (نرخ ناسازگاری = ۰/۰۷).

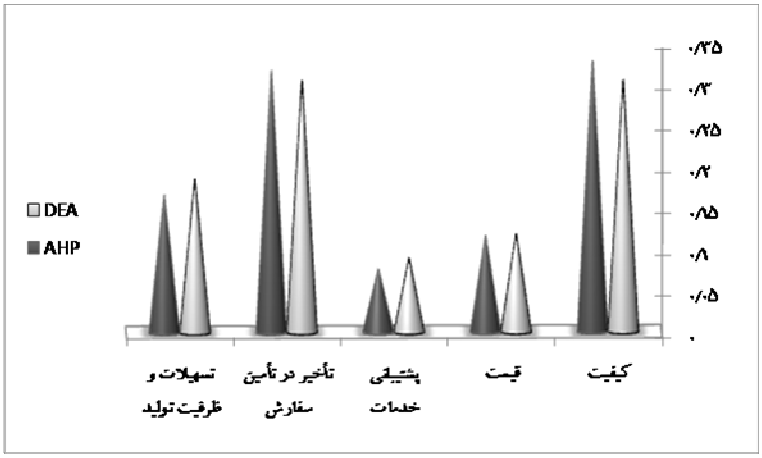



**شکل ٤.** وزن‌های نسبی شاخص‌ها در تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

با توجه به شکل (۴)، وزن‌های نسبی به دست آمده برای شاخص‌ها به روش تحلیل پوششی داده‌ها با وزن‌های نسبی به دست آمده به روش تحلیل سلسله مراتبی مورد مقایسه قرار گرفتند (جدول ۱۲ و شکل۵). همان طور که مشاهده می‌شود، وزن‌های به دست آمده برای شاخص‌ها در دو روش بسیار نزدیک به هم می‌باشند. لذا این نکته خود بیانگر اعتبار بالای روش تحلیل پوششی داده‌ها در محاسبه وزن‌های نسبی شاخص‌ها با توجه به مقایسات زوجی انجام شده می‌باشد.

**جدول ۱۲.** مقایسه وزن‌های نسبی به دست آمده برای شاخص‌ها در دو روش DEA و AHP

| شاخص‌ها | وزن شاخص‌ها | |
|---|---|---|
| | DEA | AHP |
| کیفیت | ۰/۳۰۴ | ۰/۳۲۷ |
| قیمت | ۰/۱۱۸ | ۰/۱۱۶ |
| پشتیبانی خدمات | ۰/۰۸۹ | ۰/۰۷۶ |
| تأخیر در تأمین سفارش | ۰/۳۰۴ | ۰/۳۱۶ |
| تسهیلات و ظرفیت تولید | ۰/۱۸۵ | ۰/۱۶۶ |




**شکل ۵.** مقایسه وزن‌های نسبی شاخص‌ها در دو روش DEA و AHP

پس از تعیین وزن شاخص‌ها به روش تحلیل سلسله مراتبی، گزینه‌ها (تأمین‌کنندگان) بر مبنای شاخص شباهت در روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل، رتبه‌بندی شدند که بر این اساس، به ترتیب تأمین‌کننده‌های۳، ۱ و ۲ در اولویت انتخاب قرار گرفتند. لذا به شرکت پیشنهاد می‌گردد در شرایط کنونی جهت خرید بر تأمین‌کننده ۳ تمرکز بیشتری داشته باشد. تأمین‌کنندگان ۱ و ۲ نیز در این زمینه در شرایط تقریباً یکسانی قرار دارند.

رویکرد ترکیبی ارایه شده در این تحقیق، می تواند به شرکت‌های مختلف در انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان کمک بسیاری نماید. از محدودیت‌های این تحقیق، عدم امکان استفاده از مقادیر واقعی برخی از شاخص‌ها نظیر قیمت به دلیل نوسان زیاد آن با توجه به شرایط محیطی بوده است. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی، در صورت امکان از مقادیر واقعی شاخص‌ها جهت محاسبات استفاده گردد. از طرفی، تحقیق حاضر به صورت مقطعی انجام شده است، لذا ارزیابی پویای تأمین‌کنندگان در مقاطع زمانی مختلف می‌تواند نتایج بهتری را به همراه داشته باشد.

## منابع

[۴] رمضانیان، م. ر.، شاوردی، م.، پورجهانی، ر.، (۱۳۹۱). ارایه مدل انتخاب تأمین‌کننده به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (مطالعه موردی: شرکت پارس نئوپان). فصلنامه مدیریت زنجیره تأمین، سال چهاردهم، شماره ۳، ص ۱۵-۴.

[۱۷] عباسی لرکی، ا.، خیاط، ن.، یزدان پناه مریکی، م.، رهگذر، م. ع.، خدابخشی، م.، معظمی گودرزی، م. ر.، (۱۳۹۲). ارزیابی کارایی و رتبه‌بندی روش‌های اندازه گیری پتانسیل روان‌گرایی خاک با بهره‌گیری از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP). مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۱۰(۳)،۱۰۰-۸۳.

[۲۰] ظرافت انگیز لنگرودی، م.، داودی، س. م.، (۱۳۹۱). رتبه بندی ورودی‌ها در تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از رأی‌گیری ترجیحی. مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۹ (۲)، ۱۲۰-۱۰۱.

[۲۲] آقاجانی، ح.، صفایی، ب.، باصولی، ا.، (۱۳۹۲). شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در صنعت با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه‌ی موردی فولاد آلیاژی ایران). مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۱۰ (۲)، ۲۱-۱.

[۲۳] عطائی، م.، (۱۳۸۹). تصمیم گیری چندمعیاره. شاهرود: انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

[1] Porter, M. E., (1985). Competitive advantage, Creating and sustaining superior performance. New York: The free Press.

[2] Shepher, C., Gunter, H., (2005). Measuring supply chain performance: current research and future directions, International Journal of Productivity and Performance Management, 55(3), 242-258.

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

[5] Feng, D., Chen L., Jiang, M., (2005). Vendor selection in supply chain system: An approach using fuzzy decision and AHP. China, International conference on services systems and services management, Changqing.

[6] Genovese, A., Koh, S. C. L., Bruno, G., Bruno, P., (2010). Green supplier selection: A literature review and a critical perspective. New York: McGrew-Hill.

[7] Amindoust, A., Ahmed, S., Saghafinia, A., Bahreininejad, A., (2012). Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. Applied Soft Computing, 12(6), 1668-1677.

[8] Sanayei, A., Mousavi, S. F., Yazdankhah, A., (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. Expert Systems with Application, 37(1), 24-30.

[9] Esposito, E., Passaro, R., (2009). Evolution of the supply chain in the Italian railway industry. Supply Chain Management, 14(4), 303-313.

[10] Shemshadi, A., Toreihi, M., Shirazi, H., Tarokh, M. J., (2011). Supplier selection based on supplier risk: An ANP and fuzzy TOPSIS approach. The Journal of Mathematics and Computer Science, 2(1), 159-275.

[11] Ghodsypour, S. H., O'Brien, C., (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. International Journal of Production Economics, 56(57), 199–212.

[12] Weber, C. A., Current J. R., (1993). A multi objective approach to vendor selection. European Journal of Operational Research, 68(1), 173-184.

[13] Mendoza, A., (2007). Effective methodologies for supplier selection and order quantity allocation. The Pennsylvania State University, The Graduate School.

[14] Wang, G., Huang, S. H., Dismukes, J. P., (2005). Manufacturing supply chain design and evaluation, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 25(1), 93-100.

[15] Veni, K. K., Rajesh, R., Pugazhendhi, S., (2012). Development of decision making model using integrated AHP and DEA for vendor selection. Procedia Engineering, 38(1), 3700-3708.

[16] Saaty, T. L., (1980). The analytical hierarchy process: Planning, priority setting, resource, allocation. New York: McGrew-Hill.

[18] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research, 2(1), 429-444

[19] Alirezaee, H., De Panne, V., (1995). A large scale study of branch efficiency. Canad, 37th national conference of the Canadian operational research society.

[21] Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1981). Evaluation program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to follow through. Management Science, 27(6), 668-697.