

## به کارگیری یک روش IDEA/AHP برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان

مقصود امیری<sup>۱</sup>، سمانه جهانی<sup>۲</sup>

**چکیده:** به منظور مدیریت مناسب یک زنجیره تأمین، ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مسئله در واقع یک مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که در آن عمل تصمیم‌گیری بر اساس یک سری معیارهای کیفی و کمی صورت می‌گیرد. از میان روش‌های مطرح در این حوزه، تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) روش مناسبی برای تصمیم‌گیری است. این روش بر پایه یک ساختار سلسله‌مراتبی استوار است و از طریق تشکیل ماتریس‌های مقایسات زوجی، تصمیم‌گیری می‌کند. علاوه بر مزایایی که این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری دارد، ولی زمانی که معیارها دارای وابستگی باشند، روش AHP چندان مناسب نخواهد بود. تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) ابتدا به منظور سنجش کارایی مطرح شده است. این مدل می‌تواند از طریق محاسبه کارایی، به عنوان یک روش تصمیم‌گیری برای حل مسایل تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM)، نیز مورد استفاده قرار گیرد. این مقاله ضمن در نظر گرفتن ویژگی‌های روش‌های AHP و DEA به ارزیابی روشی ترکیبی از این دو روش (DEA/AHP) برای انتخاب تأمین کنندگان می‌پردازد. این روش یک رتبه‌بندی کامل برای انتخاب تأمین کنندگان بر اساس عملکرد آن‌ها ارائه می‌کند. روش ارائه شده چه زمانی که معیارها کمی یا کیفی باشند، مناسب خواهد بود.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی و انتخاب تأمین کننده، تجزیه تحلیل پوششی داده‌ای غیر قطعی، تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی، معیارهای کیفی و غیر قطعی

۱. استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه غیر انتفاعی علم و فرهنگ، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۰/۲۳

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۸۸/۲/۵

نویسنده مسئول مقاله: سمانه جهانی

Email: s.jahani@usc.ac.ir

## مقدمه

دنیای رقابت کنونی ایجاب می‌کند که هر شرکت فعال توانایی واکنش سریع به محرک‌های خارجی را داشته باشد. در این میان هیچ شرکت مستقلی نمی‌تواند در بازار رقابتی فعالیت نماید. بنابراین، فشارهای محیطی در سال‌های اخیر باعث شده است زنجیره تأمین و مدیریت مناسب آن یک عامل مهم جهت حضور موفق در بازارهای رقابتی مطرح شود. این عامل یک مزیت رقابتی برای شرکت‌ها به‌شمار می‌رود [۴][۸][۱۱]. در همین راستا موضوع ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان یک بحث مهم و جدی در این حوزه است. ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده فرآیند ارزیابی، مقایسه و یافتن تأمین‌کننده مناسب است که این تأمین‌کننده قادر به تأمین نیازهای خریدار با بهترین کیفیت مورد انتظار، در مکان مناسب، در حجم مناسب و در زمان مناسب باشد [۹][۱۴]. در هر مسئله ارزیابی و انتخاب، فاکتورها و معیارهایی مطرح هستند که انتخاب بر اساس آن‌ها صورت می‌گیرد، بسیاری از معیارها می‌توانند کیفی و غیر قابل سنجش باشند. روش‌های متفاوتی تاکنون برای حل یک مسئله تصمیم‌گیری ارائه شده است، در این میان روش AHP، روش مناسبی است؛ زیرا زمانی که هم معیارها کمی و هم کیفی باشند قابل استفاده است [۱۰][۱۲]. از جمله معایب این روش داشتن حجم محاسبات بالا برای یافتن ماتریس مقایسات زوجی است ضمن اینکه این روش در حالت وابستگی معیارهای تصمیم‌گیری چندان مناسب نیست. همچنین در این روش خطر وجود قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیرندگان در مورد تأمین‌کنندگان، نیز مطرح است. در چند دهه گذشته تجزیه تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک روش مهم برای سنجش کارایی مطرح شده است. استفاده از این روش برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان روشی مناسب است که بر اساس سنجش عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری (تأمین‌کنندگان بالقوه) و رتبه‌بندی به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند. ولی مدل‌های کلاسیک این روش تنها برای معیارهای کمی قابل استفاده است. با توجه به اینکه معیارهای انتخاب تأمین‌کننده کمی و کیفی خواهد بود، استفاده از مدل‌های کلاسیک چندان مناسب نیست. به تازگی مدل‌های DEA در حالتی که معیارهای ارزیابی کیفی و غیر قطعی هستند توسعه یافته است. این روش‌ها تحت عنوان تجزیه و تحلیل داده‌های غیر قطعی

(IDEA)<sup>۱</sup> معرفی می‌شوند. برای اولین بار فرضی پور صائین در سال ۲۰۰۷ مدل جدید AR-IDEA<sup>۲</sup> زمانی که وزن‌ها محدودیت دارند و ورودی‌ها و خروجی‌ها غیرقطعی هستند ارائه کرده‌است [۷].

با توجه به ویژگی‌های عنوان شده برای دو روش AHP و IDEA این مقاله به ارائه روش جدیدی جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان می‌پردازد. روش ارائه شده ترکیبی از این دو روش (IDEA/AHP) است. در این روش برای هر تأمین‌کننده یا واحد تصمیم‌گیری (DMU)، شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی شناسایی شده و بر اساس مشخصات هر یک از این معیارها، به دو دسته ورودی و خروجی تعبیر می‌شوند. با توجه به اینکه معیارهای ارزیابی (خروجی‌ها و ورودی‌ها) در اغلب موارد غیرقطعی و کیفی هستند، برای سنجش کارایی هر DMU از روش IDEA استفاده می‌شود. تصمیم‌گیری نهایی بر اساس نتایج مدل IDEA با استفاده از روش AHP و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی میان تأمین‌کنندگان انجام می‌گیرد. این روش بر این اساس یک رتبه‌بندی کامل ارائه خواهد کرد. ساختار این مقاله به این صورت است: در بخش دو، مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان به صورت یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره تفسیر شده و مروری روی ادبیات این حوزه انجام می‌گیرد، در بخش سه، روش (IDEA/AHP) جهت رتبه‌بندی کامل تأمین‌کنندگان ارائه شده است. در بخش چهار، جهت نشان داده اثربخشی مدل، یک مثال عددی آورده شده است و در نهایت جمع‌بندی و نتیجه‌گیری در بخش پنج ارائه شده است.

### مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و مرور ادبیات این حوزه

ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان فرآیندی است که در طی آن تأمین‌کنندگان، به‌عنوان یک جزء از زنجیره تأمین، مورد تحلیل، ارزیابی و انتخاب قرار می‌گیرند. با ظهور بحث مدیریت زنجیره تأمین، توجه خاصی نیز به مسئله انتخاب تأمین‌کننده شده است و در این زمینه تاکنون مقالات بسیاری به چاپ رسیده است. بر اساس دیدگاه باتا و هاک در سال ۲۰۰۲ فرآیند ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در یک زنجیره تأمین یک مسئله تصمیم‌گیری

1. Imprecise Data Envelopment Analysis

2. Assurance Region-Imprecise Data Envelopment Analysis

با معیارهای چندگانه است که در آن هدف انتخاب تأمین کننده (تأمین کنندگان) مناسب بر اساس معیارهای از قبل تعیین شده است.

پن در سال ۱۹۸۹ از یک روش برنامه ریزی خطی برای انتخاب تأمین کنندگان و تعیین حجم سفارشات هر تأمین کننده استفاده کرد. وبر و کارنت در سال ۱۹۹۳ و هاجیدیمتریس و جورجیو در سال ۲۰۰۲، از یک روش برنامه ریزی آرمانی برای انتخاب تأمین کنندگان و میزان سرمایه گذاری مشترک استفاده کردند. جارایامن و دیگران در سال ۱۹۹۹ و روزنتال و دیگران در سال ۱۹۹۵ از روش MIP برای انتخاب تأمین کنندگان زنجیره تأمین استفاده کردند. در سازمان‌هایی که تنوع محصولات تولیدی و حجم سفارشات آن‌ها زیاد است، (نظیر شرکت‌های تولید کننده محصولات کامپیوتری) برقراری تعامل مناسب با تأمین کنندگان با مشکل مواجه خواهد شد [۳]. بر این اساس، چه و وانگ در سال ۲۰۰۸ مدل ریاضی بهینه‌ای با در نظر گرفتن زمانبندی تولید قطعات یک محصول ارایه کرده‌اند. روش AHP یکی از روش‌های مهم و پر کاربرد در هر مسئله تصمیم‌گیری است. از آنجا که مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین کننده یک مسئله تصمیم‌گیری است؛ چندین مقاله تاکنون به تحلیل این مسئله با این روش پرداخته‌اند. نارازیمان در سال ۱۹۸۳ برای اولین بار کاربرد این روش را در حل مسئله انتخاب تأمین کنندگان مطرح کرد، همچنین بارباراسوقلو و یزگاک در سال ۱۹۹۷، قدسی پور و اوبراین در سال ۱۹۹۸، از یک روش ترکیبی AHP و برنامه ریزی خطی استفاده کردند و کارامن و دیگران در سال ۲۰۰۳ و هاگ و کانن در سال ۲۰۰۶ از روش AHP فازی در این حوزه استفاده کردند.

پای و لو یک روش جدید بر اساس فاکتورهای کیفیت، تحویل به موقع، قیمت و سرویس‌دهی ارایه کردند و این معیارها را به صورت توابع زیان Taguchi مدل نموده و از روش AHP برای تبدیل آن‌ها و به دست آوردن یک اوزان نهایی استفاده نمودند. بر اساس مدل ارایه شده می‌توان تأمین کنندگان را بر اساس زیان رتبه‌بندی کرد و بر این اساس می‌توان بهترین تأمین کننده را بر اساس کمترین زیان به دست آورد [۱۳]. در چند سال گذشته تجزیه تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان روشی مهم برای سنجش کارایی مطرح شده است. DEA یک روش غیر پارامتریک است که نیاز به تخمین تابع تولید ندارد [۱۵]. این روش از طریق محاسبه کارایی می‌تواند روشی مناسب برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان استفاده شود. وبر در سال ۱۹۹۱ و لیو و دیگران در سال ۲۰۰۰ نشان دادند،

چگونه این روش می تواند برای ارزیابی فروشنده‌گان زمانی که معیارهای تصمیم‌گیری زیاد هستند، استفاده شود [۸]. در سال ۲۰۰۱ نارازیمان از روش DEA برای ارزیابی و کاهش تأمین کنندگان استفاده کرد. وبر و دیگران از یک مدل ترکیبی برنامه‌ریزی چند هدفه<sup>۱</sup> (MOP) و DEA برای تعیین تعداد تأمین کننده مورد نیاز در یک زنجیره تأمین استفاده کردند.

### مدل IDEA/AHP

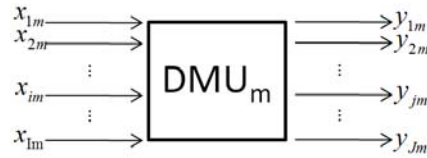
در این بخش یک مدل دو مرحله‌ای برای رتبه‌بندی کامل DMUها (تأمین کنندگان) در یک مسئله ارزیابی و انتخاب ارایه می‌شود. در این مدل ابتدا یک مدل DEA برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری، در حالتی که معیارها کیفی و غیر دقیق هستند، به کار می‌رود و سپس با توجه به نتایج این مدل و استخراج ماتریس کارایی متقاطع، از مدل AHP و ماتریس مقایسات زوجی برای رتبه‌بندی کامل و تصمیم‌گیری نهایی استفاده می‌شود.

### مدل IDEA

در سال ۱۹۵۷ فارل با استفاده از روشی مبتکرانه اقدام به اندازه‌گیری عملکرد یک واحد تولیدی کرد. مدل مورد بررسی وی تنها یک ورودی و یک خروجی را در نظر می‌گرفت و وی نتوانست مدل خود را در حالت چند ورودی و چند خروجی توسعه دهد. در سال ۱۹۷۸ چانز و دیگران برای سنجش کارایی نسبی از روش ریاضیاتی تحت عنوان تجزیه تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده کردند [۲]. DEA کارایی نسبی هر واحد تصمیم‌گیری (DMU) را بر اساس ورودی‌ها و خروجی‌های آن می‌سنجد.

فرض کنید  $N$  واحد تصمیم‌گیری (DMU) داریم و برای هر  $DMU$ ،  $I$  ورودی و  $J$  خروجی وجود دارد. تابع هدف مدل DEA سعی در شناسایی  $DMU$ هایی دارد که با حداقل ورودی حداکثر خروجی‌ها را تولید می‌کنند. به عبارت دیگر یک  $DMU$  کارا است اگر نسبت جمع موزون خروجی‌ها به جمع موزون ورودی‌ها آن حداکثر باشد.  $DMU_m$  با  $I$  ورودی و  $J$  خروجی را در نظر بگیرید، مدل ضربی محاسبه کارایی  $DMU_m$  به صورت زیر است [۲]:

## مدل CCR



$$\begin{aligned}
 & \text{MAX} \quad \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}} \quad (1) \\
 & \text{s.t.} \quad 0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}} \leq 1 \\
 & v_{jm}, u_{im} \geq \varepsilon; n = 1, 2, \dots, N; i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J
 \end{aligned}$$

در رابطه (۱)،  $i$  اندیس ورودی‌ها،  $j$  اندیس خروجی‌ها و  $n$  اندیس DMU ها است. متغیرهای این مدل  $v_{jm}$  و  $u_{im}$  به ترتیب بیانگر وزن ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند. در این مدل متغیرها به گونه‌ای تعیین می‌شوند که  $DMU_m$  سعی کند کارایی خود را نسبت به دیگر DMU ها حداکثر کند. مدل ارایه شده توسط چارلز و دیگران (مدل CCR) در حالت کلی تحت شرایطی ارایه شده است که ورودی‌ها و خروجی‌ها قطعی باشند.

در بسیاری از موارد (به خصوص در مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان) ورودی‌ها و خروجی‌ها که همان معیارهای تصمیم‌گیری هستند، غیر قطعی و کیفی و اندازه‌گیری آن‌ها بر اساس نظر خبرگان صورت می‌گیرد. در این شرایط استفاده از مدل IDEA (زمانی که داده‌ها بازه‌ای و غیر قطعی هستند) پیشنهاد می‌شود [۵]. در این مدل نتایج سنجش معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان (ورودی‌ها و خروجی‌ها) به صورت بازه‌ای بیان می‌شود. گفتنی است، معیارهای ورودی آن دسته از معیارها هستند که با افزایش آن‌ها، با حفظ سایر عوامل دیگر، کارایی یک DMU کاهش می‌یابد. معیارهای خروجی آن دسته از معیارها هستند که با کاهش آن‌ها، با حفظ سایر عوامل دیگر، کارایی یک DMU کاهش می‌یابد.

فرض کنید ورودی  $x_{im}$  به صورت بازه  $[x_{im}^L, x_{im}^U]$  و خروجی  $y_{jm}$  به صورت بازه  $[y_{jm}^L, y_{jm}^U]$  نمایش داده شود. در این صورت مدل خطی محاسبه کارایی قطعی  $DMU_m$  به صورت رابطه (۲) نشان داده می‌شود [۵]:

$$\begin{aligned} x_{im} \in [x_{im}^L, x_{im}^U] &\Rightarrow x_{im} = x_{im}^L + \lambda'_{im} (x_{im}^U - x_{im}^L) \\ y_{jm} \in [y_{jm}^L, y_{jm}^U] &\Rightarrow y_{jm} = y_{jm}^L + \lambda_{jm} (y_{jm}^U - y_{jm}^L) \end{aligned} \quad (۲)$$

بر این اساس مدل DEA-CCR در این حالت به صورت زیر بیان می شود: (مدل

(CCR-IDEA

$$\begin{aligned} \text{MAX} \quad & \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}^L + \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot \lambda_{jm} (y_{jm}^U - y_{jm}^L) & (۳) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}^L + \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot \lambda'_{im} (x_{im}^U - x_{im}^L) = 1 \\ & \cdot \leq \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{im}^L + \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot \lambda'_{im} (x_{im}^U - x_{im}^L) - [\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jm}^L + \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot \lambda_{jm} (y_{jm}^U - y_{jm}^L)] \\ & \cdot \leq \lambda'_{im}, \lambda_{jm} \leq 1 \\ & \varepsilon \leq v_{jm}, u_{im} \quad n = 1, 2, \dots, N; \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad j = 1, 2, \dots, J \end{aligned}$$

رابطه (۳) مقدار کارایی نسبی قطعی  $DMU_m$  یا  $E_{mm}$  را می دهد.

در ادامه به تشریح مدل AHP بر اساس نتایج مدل IDEA برای رسیدن به یک

رتبه بندی کامل و انتخاب نهایی پرداخته می شود.

### مدل AHP بر اساس نتایج مدل DEA

تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی برای تصمیم گیری بر پایه ارزیابی ذهنی مجموعه ای از گزینه ها بر اساس چندین شاخص و یا ساختار سلسله مراتبی طراحی شده است. این روش اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۷۰ پیشنهاد شد. این مدل بر سه اصل استوار است [۱]: برپایی یک ساختار و قالب سلسله مراتبی برای مسئله، برقراری ترجیحات از طریق مقایسات زوجی و برقراری سازگاری منطقی بین اندازه گیری ها.

یکی از مشکلات این روش طولانی بودن رویه استخراج ماتریس مقایسات زوجی زمانی که شاخص ها و گزینه های تصمیم گیری زیاد باشد و احتمال وجود قضاوت های ذهنی تصمیم گیرندگان است. همچنین در حالت وابستگی معیارها این روش چندان مناسب نیست. استخراج ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از تکنیک DEA این مشکل را حل خواهد کرد [۱۶].

ملاحظه شد، چگونه با استفاده از مدل IDEA کارایی نسبی  $DMU_m$  استخراج شده

است (رابطه ۳). کارایی نسبی  $DMU_m$  یا  $E_{mm}$  بر اساس وزن های دلخواه ( $v_{jm}$  و  $u_{im}$ ) و

مطابق میل آن است. حال کارایی نسبی واحد دیگری نظیر  $k$  را با استفاده از وزن‌های دلخواه  $DMU_m$  محاسبه می‌کنیم ( $E_{mk}$ ):

$$E_{mk} = \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot y_{jk}^L + \sum_{j=1}^J v_{jm} \cdot \lambda_{jk} (y_{jk}^U - y_{jk}^L)}{\sum_{i=1}^I u_{im} \cdot x_{ik}^L + \sum_{i=1}^I u_{im} \cdot \lambda'_{ik} (x_{ik}^U - x_{ik}^L)} \quad (4)$$

به مقدار  $E_{mk}$  اصطلاحاً کارایی متقاطع<sup>۱</sup> گویند. اگر برای تمام  $DMU$  ها مدل IDEA را حل کنیم و بر اساس وزن‌های محاسبه شده مقدار کارایی متقاطع را محاسبه کنیم و کلیه نتایج را در یک ماتریس نمایش دهیم، حاصل ماتریس کارایی متقاطع خواهد شد [۶]. رابطه (۵) این ماتریس را نشان می‌دهد.

$$\begin{pmatrix} E_{11} & E_{12} & \dots & E_{1n} & \dots & E_{1N} \\ E_{21} & E_{22} & \dots & E_{2n} & \dots & E_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E_{n1} & E_{n2} & \dots & E_{nn} & \dots & E_{nN} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E_{N1} & E_{N2} & \dots & E_{nN} & \dots & E_{NN} \end{pmatrix} \quad (5)$$

باتوجه به اینکه در ماتریس کارایی متقاطع، کارایی هر واحد تصمیم‌گیری با وزن‌های کلیه واحدهای تصمیم‌گیری دیگر به صورت ترکیب زوجی محاسبه می‌شود و بدین ترتیب کارایی هر واحد با شرایط محاسبه کارایی‌های سایر واحدها مقایسه می‌شود، این ماتریس به تعبیری یک ماتریس مقایسات زوجی است که می‌توان به کمک آن با استفاده از اصول روش AHP اوزان نهایی را برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری به دست آورد. به این منظور باید ابتدا ماتریس به دست آمده را به صورت ستونی نرمال و هر عنصر ماتریس را بر جمع ستون تقسیم کرد:

$$\begin{bmatrix} \frac{E_{11}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}} & \dots & \frac{E_{1N}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{E_{N1}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}} & \dots & \frac{E_{NN}}{\sum_{n=1}^N E_{nN}} \end{bmatrix} \quad (6)$$

## 1. Cross Efficiency



میانگین عناصر هر سطر ماتریس نرمال شده وزن نهایی هر DMU است که از این طریق رتبه بندی نهایی صورت می گیرد:

$$\left[ \begin{array}{c} \frac{\sum_{m=1}^N \frac{E_{1m}}{\sum_{n=1}^N E_{n1}}}{N} \\ \vdots \\ \frac{\sum_{m=1}^N \frac{E_{Nm}}{\sum_{n=1}^N E_{nN}}}{N} \end{array} \right] \quad (7)$$

### حل مثال عددی

در این بخش جهت نمایش اثربخشی مدل ارایه شده یک مثال عددی آورده شده است. این مثال برگرفته از مقاله ارایه شده فرضی پور صائین است [۷].

جدول ۱. نتایج ارزیابی معیارهای ۱۸ تأمین کننده مورد بررسی [۷]

SV	خروجی		ورودی			TC	تأمین کننده (DMU)
	NOT	NB	D	NS	P		
۲	۱۸۷	[۶۵،۵۰]	۲۴۹	۱۹۷	[۲۰۰،۹۵۰]	۲۵۳	۱
۱۳	۱۹۴	[۷۰،۶۰]	۶۴۳	۱۹۸	[۱۸۰،۸۰۰]	۲۶۸	۲
۳	۲۲۰	[۵۰،۴۰]	۷۱۴	۲۲۹	[۲۱۰،۱۰۰۰]	۲۵۹	۳
۳	۱۶۰	[۱۶۰،۱۰۰]	۱۸۰۹	۱۶۹	[۲۱۵،۸۲۰]	۱۸۰	۴
۲۴	۲۰۴	[۵۵،۴۵]	۲۳۸	۲۱۲	[۱۹۰،۷۳۵]	۲۵۷	۵
۲۸	۱۹۲	[۱۱۵،۸۵]	۲۴۱	۱۹۷	[۲۵۰،۶۵۰]	۲۴۸	۶
۱	۱۹۴	[۹۵،۷۰]	۱۴۰۴	۲۰۹	[۲۲۰،۴۵۰]	۲۷۲	۷
۲۴	۱۹۵	[۱۸۰،۱۰۰]	۹۸۴	۲۰۳	[۱۹۰،۴۰۰]	۳۳۰	۸
۱۱	۲۰۰	[۱۲۰،۹۰]	۶۴۱	۲۰۸	[۲۰۴،۶۰۷]	۳۲۷	۹
۵۳	۱۷۱	[۸۰،۵۰]	۵۸۸	۲۰۳	[۱۸۹۰،۴۵۵]	۳۳۰	۱۰
۱۰	۱۷۴	[۳۰۰،۲۵۰]	۲۴۱	۲۰۷	[۲۰۰،۸۳۰]	۳۲۱	۱۱
۷	۲۰۹	[۱۵۰،۱۰۰]	۵۶۷	۲۳۴	[۱۹۵۰،۶۵۰]	۳۲۹	۱۲
۱۹	۱۶۵	[۱۲۰،۸۰]	۵۶۷	۱۷۳	[۲۳۵۰،۹۶۰]	۲۸۱	۱۳
۱۲	۱۹۹	[۳۵۰،۲۰۰]	۹۶۷	۲۰۳	[۲۳۰۰،۱۲۰۰]	۳۰۹	۱۴
۳۳	۱۸۸	[۵۵،۴۰]	۶۳۵	۱۹۳	[۲۰۰،۸۸۰]	۲۹۱	۱۵
۲	۱۶۸	[۸۵،۷۵]	۷۹۵	۱۷۷	[۲۰۱۰،۶۵۵]	۳۳۴	۱۶
۳۴	۱۷۷	[۱۸۰،۹۰]	۶۸۹	۱۸۵	[۱۹۹۰،۸۰۰]	۲۴۹	۱۷
۹	۱۶۷	[۱۵۰،۹۰]	۹۱۳	۱۷۶	[۲۱۵۳،۶۴۵]	۲۱۶	۱۸

جدول (۱) مقادیر محاسبه شده معیارهای ارزیابی ۱۸ تأمین کننده را نشان می دهد. معیارهای مطرح در امر ارزیابی به شرح زیر هستند:

- هزینه جابه جایی: TC،
- قیمت: P،
- تعداد محموله ارسالی در هر ماه: NS،
- مسافت محل استقرار تأمین کننده تا خریدار: D،
- تعداد محموله ارسالی که به موقع دریافت شده است: NB،
- تعداد محموله دریافتی بدون عیب: NOT،
- تنوع محصولات: SV

معیارهای مورد اشاره را بر اساس نظر خریدار به دو دسته ورودی و خروجی تقسیم می کنیم. معیارهای ورودی آن دسته از معیارها هستند که با افزایش آنها، با حفظ سایر عوامل دیگر، کارایی یک تأمین کننده (DMU) کاهش می یابد و برعکس معیارهای خروجی آن دسته از معیارها هستند که با افزایش آنها، با حفظ سایر عوامل دیگر، کارایی یک تأمین کننده (DMU) افزایش می یابد. بر این اساس معیارهای هزینه جابه جایی، قیمت، تعداد محموله ارسالی در هر ماه، مسافت محل استقرار تأمین کننده تا خریدار، ورودی DMU ها در نظر گرفته شده اند. معیارهای تعداد محموله ارسالی که به موقع دریافت شده است، تعداد محموله دریافتی بدون عیب، تنوع محصولات، خروجی DMU ها در نظر گرفته شده اند.

در نهایت جهت محاسبه ماتریس کارایی متقاطع واحدهای تصمیم گیری (تأمین کنندگان)، کارایی هر تأمین کننده بر اساس مدل CCR-IDEA (رابطه ۳) محاسبه شد و سپس بر اساس اوزان به دست آمده از این روش، کارایی متقاطع واحدهای تصمیم گیری از طریق رابطه ۴ محاسبه شده است. نتایج محاسبه کارایی تأمین کنندگان (DMUها) یا همان ماتریس مقایسات زوجی) با استفاده از نرم افزار LINGO به صورت زیر است:

جدول ۲. ماتریس کارایی متقاطع تأمین کنندگان

DMU <sub>1</sub>	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۱۷	۰/۹۶۷	۰/۹۸۱	۰/۸۶۲	۰/۸۷۲	۰/۹۲۰	۰/۹۶۱	۰/۹۸۲	۰/۹۹۲	۰/۹۵۳	۰/۹۶۸	۰/۹۴۵
DMU <sub>2</sub>	۰/۹۷۳	۱	۰/۹۴۹	۰/۹۶۴	۰/۹۶۹	۰/۸۴۶	۰/۸۴۹	۰/۹۰۹	۰/۹۵۷	۰/۹۹۰	۰/۹۸۵	۰/۹۳۸	۰/۹۷۹	۰/۹۷۵
DMU <sub>3</sub>	۰/۹۲۹	۰/۸۶۳	۱	۰/۹۹۱	۰/۸۲۲	۰/۶۳۳	۰/۶۹۰	۰/۸۷۷	۰/۸۱۰	۰/۸۴۸	۰/۸۷۷	۰/۶۰۱	۰/۸۴۶	۰/۸۶۵
DMU <sub>4</sub>	۰/۹۳۶	۰/۹۸۹	۱	۰/۹۹۳	۰/۹۶۸	۰/۸۵۰	۰/۹۵۱	۰/۹۴۴	۰/۸۸۳	۱	۰/۹۲۵	۰/۸۷۵	۰/۹۸۱	۰/۹۸۸
DMU <sub>5</sub>	۰/۸۶۶	۰/۹۵۲	۱	۱	۰/۹۳۳	۱	۰/۸۰۳	۰/۸۷۵	۰/۸۸۵	۰/۸۸۱	۱	۰/۸۴۴	۱	۰/۸۹۹
DMU <sub>6</sub>	۰/۶۶۳	۰/۸۳۱	۱	۱	۰/۸۹۱	۱	۱	۰/۸۸۴	۰/۶۴۳	۰/۶۸۷	۰/۷۰۶	۰/۶۹۹	۰/۷۸۱	۰/۷۲۱
DMU <sub>7</sub>	۰/۹۱۷	۰/۹۷۵	۱	۱	۰/۹۶۴	۰/۸۴۰	۰/۹۲۶	۰/۹۵۳	۰/۸۳۹	۰/۹۵۴	۰/۹۰۰	۰/۸۵۴	۰/۹۵۷	۰/۹۸۹
DMU <sub>8</sub>	۰/۶۶۱	۰/۷۲۸	۱	۱	۰/۸۹۱	۱	۱	۰/۸۸۶	۰/۶۲۸	۰/۶۸۱	۰/۷۰۱	۰/۶۹۶	۰/۷۷۵	۰/۷۱۷
DMU <sub>9</sub>	۰/۹۵۶	۰/۹۸۵	۱	۱	۰/۹۹۹	۰/۸۷۵	۱	۰/۹۵۹	۰/۹۱۶	۱	۰/۹۵۱	۰/۹۳۸	۰/۹۶۰	۰/۹۳۲
DMU <sub>10</sub>	۰/۷۱۶	۰/۸۳۳	۱	۱	۰/۸۷۵	۱	۱	۰/۸۰۲	۰/۸۷۳	۰/۹۸۱	۰/۹۰۶	۰/۷۹۳	۱	۰/۸۶۷
DMU <sub>11</sub>	۰/۷۵۵	۰/۸۵۹	۱	۱	۰/۸۹۵	۰/۹۷۴	۱	۰/۸۲۴	۰/۸۹۳	۱	۰/۹۱۷	۰/۸۲۵	۱	۰/۸۸۹
DMU <sub>12</sub>	۰/۸۹۹	۱	۰/۸۹۹	۱	۰/۹۵۷	۰/۸۳۹	۱	۱	۰/۸۶۰	۰/۹۶۹	۰/۹۱۲	۰/۸۳۴	۰/۹۱۸	۰/۸۵۹
DMU <sub>13</sub>	۰/۹۶۶	۱	۰/۹۴۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۱	۰/۸۷۲	۰/۸۵۹	۰/۹۱۰	۰/۹۷۶	۱	۱	۰/۹۶۵	۰/۹۸۳	۰/۹۷۶
DMU <sub>14</sub>	۰/۷۵۵	۰/۸۵۸	۱	۱	۰/۸۶۵	۰/۹۷۴	۱	۰/۸۲۳	۰/۸۹۴	۱	۰/۹۱۶	۰/۸۲۵	۱	۰/۸۸۹
DMU <sub>15</sub>	۰/۸۲۲	۰/۸۸۶	۱	۱	۰/۸۵۸	۱	۰/۸۷۶	۰/۸۸۴	۰/۹۱۴	۰/۸۵۸	۱	۰/۷۸۳	۰/۹۹۴	۰/۸۱۹
DMU <sub>16</sub>	۰/۹۶۲	۱	۰/۹۶۰	۱	۰/۹۹۲	۰/۹۷۱	۰/۸۸۰	۰/۹۲۵	۰/۹۶۲	۱	۰/۹۸۷	۰/۹۷۲	۰/۹۷۷	۰/۹۷۳
DMU <sub>17</sub>	۰/۷۵۵	۰/۸۵۹	۱	۱	۰/۸۶۵	۰/۹۷۴	۱	۰/۸۲۴	۰/۸۹۳	۱	۰/۹۱۷	۰/۸۲۵	۱	۰/۸۸۹
DMU <sub>18</sub>	۰/۸۸۶	۰/۹۴۸	۱	۱	۰/۹۴۵	۰/۸۱۴	۱	۰/۹۶۹	۰/۷۸۹	۰/۹۶۸	۰/۸۴۳	۰/۷۹۳	۰/۹۵۸	۱

مقدار نرخ سازگاری این ماتریس  $0/067754$  محاسبه شده است که نشان‌دهنده سازگاری مناسب این ماتریس است [۱]. در نهایت جهت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش AHP، ابتدا ماتریس فوق را نرمال‌سازی کرده و سپس اوزان نهایی با استفاده از رابطه (۷) استخراج می‌شود. جدول (۳) نتایج این محاسبات را نشان می‌دهد:

جدول ۳. نتایج محاسبه اوزان نهایی جهت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

اوزان	تأمین‌کننده	اوزان	تأمین‌کننده
0/0538	۱۰	0/0587	۱
0/0549	۱۱	0/0589	۲
0/0564	۱۲	0/0493	۳
0/0593	۱۳	0/0589	۴
0/0549	۱۴	0/0565	۵
0/0533	۱۵	0/0481	۶
0/0594	۱۶	0/0582	۷
0/0549	۱۷	0/0480	۸
0/0576	۱۸	0/0586	۹

بر این اساس اولویت‌بندی میان تأمین‌کنندگان به صورت زیر خواهد شد:

$$8 < 6 < 3 < 15 < 10 < 17 < 14 < 11 < 12 < 5 < 18 < 7 < 9 < 1 < 4 < 2 < 13 < 16$$

بنابراین، تأمین‌کننده ۱۶ از همه بهتر خواهد بود. همانگونه که در این مثال مشاهده شد؛ ضمن منطقی بودن ماتریس تصمیم‌گیری، رتبه‌بندی کامل میان تأمین‌کنندگان ارایه شده است.

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان به طور اساسی یک مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. از ویژگی‌های خاص این مسئله وجود معیارهای کیفی و کمی در ارزیابی است که امر تصمیم‌گیری را با دشواری و پیچیدگی خاصی همراه می‌سازد. روش AHP، روش مناسبی است که استفاده از آن در منابع بسیاری توصیه شده است ولی با توجه به حجم محاسبات بالا، دشواری دستیابی به سازگاری مناسب ماتریس مقایسات زوجی و

احتمال وجود قضاوت‌های ذهنی خبرگان در تصمیم‌گیری این روش چندان مناسب به نظر نمی‌رسد. در این مقاله یک مدل ترکیبی IDEA/AHP برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان، زمانی که معیارهای تصمیم‌گیری هم کیفی و هم کمی باشند، ارائه شده است. در این مدل معیارها به دو دسته ورودی و خروجی تقسیم می‌شوند و هر معیار توسط خبرگان سنجیده می‌شود. کارایی هر تأمین‌کننده بر مبنای معیارهای محاسبه شده با استفاده از روش IDEA سنجیده می‌شود و نتایج در قالب ماتریس کارایی متقاطع نمایش داده می‌شود. ماتریس حاصل، یک ماتریس مقایسات زوجی است که می‌توان به کمک آن با استفاده از روش AHP تأمین‌کنندگان را به صورت کامل رتبه‌بندی کرد. از این طریق، ایرادهای روش AHP و DEA رفع خواهد شد. مثال عددی مطرح شده نشان می‌دهد، ماتریس متقاطع (مقایسات زوجی) دارای سازگاری مناسبی است؛ ضمن اینکه اطلاعات موجود در آن منطقی است و تا حد امکان از وجود قضاوت‌های ذهنی جلوگیری شده است.

### منابع

۱. اصغرپور محمدجواد (۱۳۸۵). تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم.
2. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E (1978). Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal Operation Research*; 2(6), 429-444.
3. Che Z. H, Wang H. S. (2008). Supplier selection and supply quantity allocation of common and non common parts with multiple criteria under multiple products”, *Computers & Industrial Engineering*; Vol 55: 110–133.
4. Choi, J., Bai, S. X., Geunes, J., & Romeijn, H. E (2007). Manufacturing delivery performance for supply chain management, *Mathematical and Computer Modelling*; Vol 45: 11–20.
5. Cooper W.W., Park K.S., Yu G. (2001). IDEA (imprecise data envelopment analysis) with CMDs (column maximum decision making units), *Journal of Operation Research Society*; Vol 52(2): 176–181.
6. Doyle, J. R., Green, R. H. (1994). Efficiency and Cross Efficiency, *Journal of Operation Research Society*; 45(5): 567-578.

- 7 . Farzipour Saen R (2007). Supplier selection by the new AR-IDEA model, *International Journal Advance Manufacturing Technology*; Vol 39.
- 8 . Liu, J., Ding, F., Lall, V (2000). Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement”, *The Journal of Supply Chain Management*; 5(3): 143-150.
- 9 . Mandal, A., Deshmukh, S. G (1994). Vendor selection using interpretive structural modelling (ISM), *International Journal of Operations and Production Management*; 14(6): 52-59.
- 10 . Nydick, R.L., Hill, R.P (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure, *Journal of Purchasing and Materials*; Vol 25(2): 31-36.
- 11 . Pan, A.C. (1989). Allocation of order quantity among suppliers, *Journal Purchasing Materials Management*; 39(6): 36-39.
- 12 . Partovi, F.Y., Burton, J., Banerjee, A. (1989). Application of analytic hierarchy process in operations management, *International Journal of Operations and Production Management*; 10(3): 5-19.
- 13 . Pi WN, Low C (2006). Supplier evaluation and selection via Taguchi loss functions and an AHP. *International Journal of Advance Manufacturing Technology*; 27 (5–6):625-630.
- 14 . Sarkar A., Mohapatra P. K. J (2006). Evaluation of supplier capability and performance: A method for Supply base reduction, *Journal of Purchasing & Supply Management*; 12: 148-163.
- 15 . Shen, Z, Zhu, Q., Wu, G (1996). *Theory, methodology and application of DEA*, Science Press, Beijing.
- 16 . Sinuany Stern Z, Mehrez, A. Hadad Y (2000). An AHP/DEA Mythology for Ranking Decision Making Unit, *International Transaction in Operation Research*; 7: 109-124.