ارزیابی تامین کنندگان توسط یک مدل ابداعی تجمعی تحلیل پوششی داده ها

چکیده

امروزه انتخاب تامین کننده یکی از مهمترین دغدغه های مدیریت می باشد. یکی از نکات مهم در انتخاب تامین کنندگان وجود معیارهای مختلف در این انتخاب می باشد که این انتخاب را دشوار می کند. تحلیل پوششی داده ها یکی از تکنیک هایی است که می تواند بر مبنای معیارهای مختلف به ارزیابی تامین کنندگان بپردازد. در این مقاله بر مبنای یک مدل ابداعی تجمعی تحلیل پوششی داده ها به ارزیابی تامین کنندگان پرداخته می شود. مدل جدید توسعه داده شده در این مقاله دارای پنج ویژگی پایداری در مقابل تغییر واحد اندازه گیری، یکنواختی، پایداری در مقابل انتقال، وابستگی به مجموعه مرجع و عدم حساسیت مدل نسبت به مقادیر ورودی صفر است. عملکرد مدل پیشنهادی در یک مطالعه موردی برگرفته از یک شرکت سازنده در و پنجره های دوجداره بررسی شده و نتایج مدل پنج ویژگی در نظر گرفته شده را نشان می دهند.

کلمات کلیدی: ارزیابی تامین کنندگان، تصمیم گیری با معیارهای چندگانه، مدل ابداعی تجمعی تحلیل پوششی داده ها، زنجیره تامین.

۱- مقدمه

امروزه صنایع و بنگاه های اقتصادی برای باقی ماندن در بازار رقابتی سعی در ارائه محصولات و خدمات باکیفیت و باصرفه اقتصادی دارند. انتخاب تامین کنندگان مناسب می تواند موجب کاهش هزینه های تولید, افزایش کیفیت و افزایش میزان رضایت مندی مشتریان شود.

از آنجا که در انتخاب تامین کنندگان از معیارهای مختلفی استفاده می شود، در ادبیات از روش های تصمیم گیری چند معیاره مانند روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش تحلیل شبکه ای (ANP)، روش تاپسیس (TOPSIS) و غیره برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان استفاده شده است.

زوگاری و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (AHP FUZZY) و با در نظر گرفتن معیارهای قیمت، نوآوری، سرعت و توان حجمی به ارزیابی تامین کنندگان پرداخته اند. آنها به دلیل پویایی محیط رقابتی و نامعلوم بودن مقادیر عوامل تاثیر گذار بر انتخاب تامین کنندگان، از روش منطق فازی برای برطرف کردن این ابهام در تصمیم گیری استفاده کردند . استفاده از روش فازی موجب می شود که تصمیم با اطمینان بیشتری اتخاذ گردد.

اونوت و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از تکنیک ANP به تصمیم گیری در خصوص انتخاب تامین کنندگان برای یک شرکت مخابراتی در ترکیه پرداخته اند. در این روش ابتدا به کمک ANP اوزان محاسبه شده و سپس این اوزان به کمک تکنیک

تاپسیس فازی (FUZZY TOPSIS)دسته بندی شده اند. چامدارکس و همکاران (۲۰۱۱) در چند مرحله به ارزیابی تامین کنندگان پرداخته اند. آنها ابتدا به دسته بندی معیارهای انتخاب تامین کنندگان بر مبنای تاپسیس فازی پرداخته اند و سپس در یک مطالعه موردی بر اساس ترجیحات تصمیم گیرندگان نسبت به ریسک (ریسک گریز ، ریسک پذیر و خنثی) به وسیله روش ANP به انتخاب تامین کننده مناسب پرداخته اند.

از انجایی که انتخاب تامین کنندگان گاه ممکن است شامل چندین هدف و معیار متناقض باشد نانگ و همکاران (۲۰۱۱) با در نظر گرفتن معیارهای محسوس و نا محسوس به کمک اعداد فازی با کمک گرفتن تکنیک تاپسیس و روش برنامه ریزی چند هدفه، به ارزیابی تامین کنندگان پرداخته اند. از جمله مزایای این روش این است که چندین سطر تابع هدف برای مساله انتخاب تامین کننده تنظیم می کند که برای محاسبه هر کدام می بایست از مدل ارائه شده استفاده شود.

یکی از بهترین تکنیک هایی که در ارزیابی تامین کنندگان از آن استفاده می شود تکنیک تحلیل پوششی داده ها می باشد . این تکنیک نسبت به سایر تکنیک ها از مزایایی برخوردار است که از جمله می توان به ناپارمتریک بودن این تکنیک اشاره کرد. همچنین در این تکنیک نیاز به انتخاب اوزان برای معیارهای مختلف نمی باشد و اوزان توسط خود مدل برای هر یک از معیارها تعیین می شود. در حالی که در تکنیک هایی مانند تکنیک AHP و TOPSIS خبرگان برای هر یک از عامل ها به ارائه اوزان می پردازند. یکی دیگر از مزیت های تحلیل پوششی داده ها مخصوصا نسبت به سایر تکنیک های چند هدفه، توان ارائه راهکارهای بهبود برای واحدهای تصمیم ناکارا می باشد. چارنز و همکاران در سال ۱۹۷۸ مدل پایه تحلیل پوششی داده ها را ارائه کردند. این مدل به ارزیابی واحدهای تصمیم بر مبنای مقدار کارایی آنها در مقایسه نسبی می پرداخت. در سال ۱۹۸۴ این مدل توسط بنکر و همکاران گسترش یافت. این گسترش بر مبنای رویکرد بازدهی نسبت به مقیاس متغیر بود. در این مدل آنها با استفاده از محدودیت بازدهی نسبت به مقیاس، مدل CCR را به بازدهی نسبت به مقیاس متغیر گسترش دادند.

تا به امروز رویکردهای مختلفی در تحلیل پوششی داده ها ابداع شده است که بر مبنای مدلهای CCR و BCC به ارزیابی واحدهای تصمیم می پردازند. یکی دیگر از مدلهایی که به عنوان مدلهای مبنا و پایه ای در تحلیل پوششی داده ها معرفی می شود مدل های تجمعی است. چارنز و همکاران در سال ۱۹۸۵ مدل تجمعی تحلیل پوششی داده ها را ابداع کردند. مدل تجمعی پیشنهادی آنها مستقیما با مازاد ورودی و کمبود خروجی سرو کار داشت. به عبارتی مقدار تابع هدف مدل، بیانگر میزان کارایی واحد تصمیم نمی باشد. اگرچه این مدل می تواند بین واحدهای کارا و ناکارا با استفاده از متغییرهای کمکی تمایز قائل شود. این مدل توسط کوپر و تون (۱۹۹۷) گسترش یافت تا بتواند بر مبنای ورودی های مطلوب و خروجی های نا مطلوب به ارزیابی واحدهای تصمیم بپردازد. تن و همکارن (۲۰۱۰) با استفاده از مدل تجمعی به ارائه مدلی پرداختند که در آن واحدهای تصمیم در دوره های زمانی مختلف ارزیابی می شدند. مدل پیشنهادی آنها بر اساس ارتباطات بین دوره های زمانی برای هر واحد تصمیم ارائه شده است که این ارتباطات به صورت سری مورد ارزیابی قرار گرفته اند . همچنین این مدل در تابع هدف به دنبال حداقل کردن انحرافات نامطلوب می باشد. مدلهای تجمعی در سالهای اخیر با استفاده از رویکردهای مختلف تحلیل پوششی داده ها به ارزیابی واحدهای تصمیم می پرداختند از آنجمله می توان به مقاله سویوشی و گوتو (۲۰۱۳) اشاره کرد که مدل تجمعی را به وسیله مدل DEA-DA گسترش داده اند . آنها با استفاده از صفحه متمایز کننده و همچنین با استفاده از متغییرهای نا مطلوب و مطلوب به ارزیابی تاثیر هزینه تحقیق و توسعه در صنعت و تکنولوژی در ژاپن پرداخته اند.

در مقاله حاضر از یک مدل تجمعی جدید تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی تامین کنندگان استفاده شده است که نسبت به مدل های تجمعی پیشین تحلیل پوششی داده ها دارای این مزیت است که خواص پنج گانه پایداری در مقابل تغییر واحد اندازه گیری ، یکنواختی، پایداری در مقابل انتقال، وابستگی به مجموعه مرجع و عدم حساست مدل نسبت به مقادیر ورودی صفر را به صورت همزمان دارا می باشد. (مدلهایی که تا پیش از این ارائه شده گاهی دو یا سه خاصیت از این خواص را دارا می باشند.)

ادامه مقاله به صورت زیر ساختاردهی شده است. در بخش ۲ یک مدل تجمعی جدید تحلیل پوششی داده ها توسعه داده شده است. در بخش ۳ عملکرد مدل پیشنهادی روی یک مطالعه موردی بررسی می شود. در نهایت در فصل ۴ نتیجه گیری مقاله و پیشنهاد جهت تحقیقات آتی و توسعه مدل پیشنهادی ارائه شده است.

۲- توسعه مدل تجمعی تحلیل پوششی داده ها

مدلهای کلاسیک تحلیل پوششی داده ها در تابع هدف به دنبال افزایش مقدار کارایی واحد تصمیم مورد بررسی در مقایسه زوجی با سایر واحدها می باشد. به گونه ای که تابع هدف این مدلها بیانگر نسبت مجموع موزون خروجی ها به مجموع موزون ورودی ها می باشد. اما در حالت کلی مدلهای تجمعی تحلیل پوششی داده ها در تابع هدف به مینیمم کردن متغیرهای نا مطلوب می پردازند. در نظر گرفتن متغیرهای نا مطلوب در تابع هدف مدلهای تجمعی نسبت به تابع هدف مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده ها دارای این مزیت است که می توان تشخیص داد که هر واحدی که ناکارا معرفی می شود چه مقدار مازاد در ورودی ها و چه مقدار کمبود در خروجی ها دارند. این مقادیر در پاسخ این مدل ارائه می شود.

۲-۱- مدل تجمعی کلاسیک

مدل پایه تجمعی ارائه شده توسط چارنز و همکاران (۱۹۸۵) در مدل (۰) نشان داده شده است. در این مدل e^T بردار سطری یکه می باشد و T نماد ترانهاده شدن این بردار است . مدل ارائه شده توسط چارنز و همکاران (۱۹۸۵) در تابع هدف به دنبال حداقل کردن انحرافات نا مطلوب می باشد. این مدل علاوه بر انکه در خواص ۳ و ۴ صدق نمی کند، کاملا تحت تاثیر داده های بسیار کم و بسیار زیاد قرار دارد به ویژه آنکه داده های بسیار کم در مقادیر ورودی و داده های بسیار زیاد در مقادیر خروجی برای برخی از واحدهای تصمیم ارائه شوند. این تاثیر به دلیل عدم وجود خاصیت چهارم در مدل پایه می باشد.

$\text{Minimize} \quad -e^T s^- - e^T s^+$	(۱-۰)
$x_o = -X\lambda - \boldsymbol{S}^-$	(۲-۰)
$y_o = Y\lambda + \boldsymbol{S}^+$	(۳-۰)
$e^T\lambda = 1$	(۴-۰)
$s^+ \geq 0, s^- \geq 0\,, \lambda \geq 0$	(۵-۰)

محدودیت (۰-۴) برای مدل ارائه شده شرط بازدهی نسبت به مقیاس متغیر را ایجاد می کند که با حذف این محدودیت می توان مدل را به صورت بازدهی نسبت به مقیاس ثابت در نظر گرفت.

۲-۲- مدل تجمعی توسعه یافته

همانطور که اشاره شد، مدل تجمعی پایه فاقد خواص یکنواختی و پایداری در مقابل انتقال هستند. در این مقاله در طراحی یک مدل تجمعی جدید به خواص زیر توجه شده است:

۱. پایداری در مقابل تغییر واحد اندازه گیری : یعنی مقدار کارایی در صورت تغییر واحد اندازه گیری تغییر نکند.
۲. یکنواختی : مقدار کارایی باید با توجه به کاهش مقدار متغییرهای کمکی ورودی و خروجی به صورت یکنواخت کاهش یابد.
۳. پایداری در مقابل انتقال : مقدار کارایی باید در مقابل انتقال مبدا مختصات پایدار باشد و نباید تغییر کند.
۴. وابستگی به مجموعه مرجع : مقدار کارایی باید صرفا با توجه به مجموعه مرجع واحد تصمیم مورد- بررسی تعیین شود.
۵. عدم حساسیت مدل نسب به مقادیر ورودی صفر : در صورتی که برخی از واحدهای تصمیم در معیارهای ورودی دارای مقادیر صفر باشند مدل باید توانایی ارزیابی این واحدهای تصمیم را داشته باشد.

با توجه به انکه در تحلیل پوششی داده ها ، مرز های کارای خطی منکسر قرار دارند که از واحد های تصمیم کارا تشکیل شده اند و اینکه واحد های تصمیم ناکارا با توجه به واحد های تصمیم ای که در مجموعه مرجع قرار دارند ناکارا معرفی می شوند، لذا مقدار کارایی باید توسط واحد های تصمیم مجموعه مرجع تعیین شود. همچنین مقدار تابع هدف نباید تحت تاثیر مقدار داده های بسیار کم یا زیاد قرار گیرد. تا پیش از این مقاله، عمده مدلهایی که در رویکرد تجمعی تحلیل پوششی داده ها ارائه شده اند همه این خواص را به صورت یکجا در نظر نمی گرفته اند. مدل پیشنهادی در این مقاله تمام این خواص را در بر می گیرد و می تواند به صورت یک مدل جامع در نظر گرفته شود.

علائم:

N: تعداد واحدهای تصمیم (n=1,...,N)

s: تعداد خروجی ها (r=1,...,s)

m: تعداد ورودی ها (i=1,...,m)

ماتریس ورودی: $\boldsymbol{X} = (x_{ij}) \in \boldsymbol{R}^{m*\mathrm{n}}$

ماتریس خروجی: $\boldsymbol{Y} = (y_{rj}) \in \boldsymbol{R}^{s*n}$

$\mathbf{s}^-$ و $\mathbf{s}^+$: به ترتیب کمبود در خروجی و مازاد در ورودی

$\boldsymbol{\lambda}$: برداری نا منفی است. (مجموعه اندیس های متناظر با λ^* را مجموعه مرجع واحد تصمیم مورد بررسی گویند و برای ایجاد خاصیت شماره ۴ استفاده می شود.)

فرض کنید که تعداد n واحد تصمیم وجود دارد که دارای s خروجی و m ورودی می باشد. به منظور ارزیابی کارایی واحد تصمیم مورد بررسی، مدل (۱) که مدل تجمعی جدید تحلیل پوششی داده ها است ارائه می شود. (کلیه خاصیت ها در تابع هدف اعمال شده است به جز ورودی صفر که در تعریف متغییر ارائه شده است.)

$\text{Minimize} \quad \rho = \frac{1-(\frac{1}{m})\sum_{i=1}^{m} s_i^- / x_{io}}{1+(\frac{1}{s})\sum_{r=1}^{s} s_r^+ / y_{ro}}$	(۱-۱)
$x_o = X\lambda + \boldsymbol{S}^-$	(۱-۲)
$y_o = Y\lambda + \boldsymbol{S}^+$	(۱-۳)
$s^+ \geq 0, s^- \geq 0\ , \lambda \geq 0$	(۱-۴)

تابع هدف (۱-۱) با استفاده از دو متغیر مازاد ورودی و کمبود خروجی، کارایی را محاسبه می کند. مدل شماره ۱ در خواص اشاره شده ۱ ,۲ , ۳ و ۴ صدق می کند.

مقدار ρ در تابع هدف (۱-۱) با توجه به انکه در صورت و مخرج کسر دارای دو نسبت می باشد که به ترتیب بیانگر نسبت مازاد ورودی به مقدار ورودی واحد تصمیم مورد بررسی و نسبت کمبود خروجی به مقدار خروجی واحد تصمیم مورد بررسی است، منجر به ان می گردد که این مقادیر علاوه بر انکه نسبت به واحد اندازه گیری پایدار باشند ارتباط یکنواختی بین مقدار تابع هدف و مقدار مازاد ورودی و کمبود خروجی برقرار باشد (خاصیت اول و دوم).

با توجه به محدودیت های (۱-۲) و (۱-۳) با اضافه کردن مقدار ثابت به همه اعداد هیچ تغییری در مقدار کارایی به وجود نمی آید. این شرط با حضور مقادیر متغیرهای این محدودیت ها در تابع هدف در جهت حداقل سازی محقق می شود. به صورتی که مقدار کارایی با انتقال مبدا مختصات تغییر نمی کند (خاصیت سوم).

در شاخص ρ در صورتی که مقدار متغیرها اعم از مازاد ورودی و کمبود خروجی مقدار صفر را اخذ کنند انگاه مقدار تابع هدف ۱ خواهد شد. این بدین معنی است که واحد تصمیم مورد بررسی برای واحدهای ناکارا به عنوان مرجع معرفی می شود. به بیانی دیگر، واحدهای کارا باعث ناکارا شدن واحدهای ناکارا هستند زیرا مرز کارایی را با توجه به مقدار متغییرهای صفر این واحد ترسیم می شود (خاصیت چهارم).

همچنین با توجه به اینکه $X \geq 0\ , \lambda \geq 0$ هستند لذا $x_o \geq s^-$ می باشد که این تضمین خاصیت پنجم را ایجاد می کند. که با توجه به تعریف محدودیت (۱-۴) حداقل مقدار x_o و s^- در این حالت صفر می باشد که درنتیجه کسر موجود در سطر تابع هدف صفر می شود. علاوه بر آن با توجه به موارد ارائه شده ممکن نیست که در کسر s_i^- / x_{io} مقدار مخرج کسر صفر و

صورت کسر بیشتر از صفر شود. در غیر این صورت ممکن بود مقدار این کسر بی نهایت شود (خاصیت پنجم). با توجه به این مقادیر، حدود تابع هدف $0 < \rho \leq 1$ می باشد.

مدل شماره (۱) یک مدل کسری است که با استفاده از تبدیل چارنز کوپر خطی شده و در مدل (۲) نمایش داده شده است (چارنز و همکاران و ۱۹۶۲). برای این منظور متغیر $t > 0$ در نظر گرفته می شود که در صورت و مخرج تابع هدف مدل (۱) ضرب می شود. این کار باعث می شودکه مقدار ρ تغییر نکند. حال مقدار t به گونه ای تعیین می شود که مخرج کسر یک شود. آنگاه عبارت مخرج کسر به محدودیت ها اضافه می شود. تابع هدف حداقل سازی صورت کسر می باشد.

$minimize \quad \tau = t - \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} ts_i^- / x_{io}$	(۱-۲)
$1 = t + \frac{1}{s}\sum_{r=1}^{s} ts_r^- / y_{ro}$	(۲-۲)
$x_o = X\lambda + \boldsymbol{s}^-$	(۳-۲)
$y_o = Y\lambda + \boldsymbol{s}^+$	(۴-۲)
$s^+ \geq 0, s^- \geq 0\ , \lambda \geq 0, t > 0$	(۵-۲)

مدل (۲) کماکان غیر خطی است زیرا داریم $t \times s_i^-\ , t \times s_r^-$. اما می توان آن را با تبدیل های نشان داده شده در فرمول شماره (۱) به مدل خطی (۳) تبدیل کرد.

$S^+ = ts^+, S^- = ts^-\ , \Lambda = t\lambda$	(۱)

$minimize \quad \tau = t - \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} S_i^- / x_{io}$	(۱-۳)
$1 = t + \frac{1}{s}\sum_{r=1}^{s} S_r^- / y_{ro}$	(۲-۳)
$tx_o = X\Lambda + \boldsymbol{S}^-$	(۳-۳)
$ty_o = Y\Lambda + \boldsymbol{S}^+$	(۴-۳)
$\boldsymbol{S}^+ \geq 0, \boldsymbol{S}^- \geq 0\ , \Lambda \geq 0, t > 0$	(۵-۳)

پاسخ مدل (۳) مقادیر $(\boldsymbol{S}^{-*}, \boldsymbol{S}^{+*}, t^*, \tau^*, \boldsymbol{\Lambda}^*)$ می باشد که برای بدست اوردن پاسخ نهایی از معادلات نشان داده شده در در فرمول شماره (۲) استفاده می شود.

$\rho^* = \tau^* \ , \ \lambda^* = {\Lambda^*}/{t^*} \ \ , \ s^{-*} = {S^{-*}}/{t^*} \ , \ s^{+*} = {S^{+*}}/{t^*}$	(۲)

به کمک مدل (۳) واحد کارا مشخص می شود. یک واحد تصمیم در صورتی کارا معرفی می شود که مقدار $\rho = 1$ شود. این شرط مانند ان است که $s^{-*} = 0$ و $s^{+*} = 0$ در نظر گرفته شود یعنی هیچ گونه مازاد در ورودی ها و هیچ گونه کمبود در خروجی ها وجود نداشته باشد. حال در صورتی که واحدی دارای مقادیر مازاد در ورودی و کمبود در خروجی باشد مقدار ρ برای این واحد های تصمیم کمتر از ۱ خواهد بود.

واحدهای ناکارا در صورتی که بخواهند به عنوان واحدهای کارا معرفی شوند نیاز است که مقادیری که در ورودی مازاد دارند و در خروجی کمبود دارند را جبران کنند. در این حالت معادلات نشان داده شده در در فرمول شماره (۳) ارائه می شوند:

$x_o \leftarrow x_o - s^{-*}$ $y_o \leftarrow y_o + s^{+*}$	(۳)

۳- مطالعه موردی

در این بخش عملکرد مدل تجمعی پیشنهادی تحلیل پوششی داده ها روی یک مطالعه موردی برگرفته از شرکت شعاع پنجره بررسی می شود. شرکت شعاع پنجره* با تجربه‌ای نزدیک به یک دهه در صنعت تولید درب و پنجره‌های عایق دوجداره (UPVC) ، امروزه به یکی از برترین گروه‌های صنعتی در سطح ملی تبدیل شده است. همچنین شایان ذکر است که شعاع پنجره به دلیل دارا بودن ماشین‌آلات تمام اتوماتیک و مدرن ظرفیت تولید ۶۰۰ پنجره UPVC در روز را فراهم آورده و محصولات تولید شده دارای بالاترین کیفیت تولید بوده و به تأیید مراکز معتبر کنترل استانداردها همچون مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن رسیده است.

* www.shoa.co

این شرکت در راستای تفکرهای نوین مدیریت به دنبال محدود کردن تعداد تامین کننده ها می باشد. بر این مبنا با توجه به معیارهای مدنظر خبرگان و تصمیم گیرندگان این شرکت و همچنین مقادیر ورودی ها و خروجی های شرکت به ارزیابی این تامین کنندگان پرداخته است.

ورودی

۱. قیمت (قیمت ارائه شده برای پروفیل خام توسط تامین کنندگان)
۲. هزینه حمل(هزینه حمل به ازای هر واحد از پالت مخصوص از تامین کننده تا بار گیری در شرکت شعاع پنجره)
۳. تاخیر در ارسال (تاخیر در ارسال محصولات سفارش داده شده توسط تامین کننده)

خروجی

۱. کیفیت (این خروجی، کیفیت محصول ارسال شده توسط تامین کننده است. کیفیت این محصولات توسط خبرگان شرکت بر مبنای طیف ۹ نقطه ای لیکرت ارائه شده است) (Likert ۱۹۳۲)
۲. ظرفیت تولید (حداکثر ظرفیت ارسال محصولات مورد سفارش شرکت شعاع پنجره به صورت ماهانه)
۳. توان مالی تامین کننده (توان مالی تامین کننده بیانگر میزان سرمایه ثبت شده تامین کننده مورد نظر می باشد)

جدول شماره ۱ مقادیر ورودی و خروجی برای تامین کنندگان

DMU	قیمت	هزینه حمل	تاخیر	کیفیت	ظرفیت تولید	توان مالی
۱	۳۵۰۰۰	۲۵۰۰	۱۰	۸	۲۳۱	۹۸۵۰۰۰۰۰۰
۲	۲۹۵۰۰	۱۵۰۰	۳	۹	۸۹۶	۱۰۸۰۰۰۰۰۰۰
۳	۳۳۵۰۰	۳۵۰۰	۴	۷	۸۵۷	۸۶۵۰۰۰۰۰۰
۴	۳۴۵۰۰	۳۵۰۰	۳	۸	۸۷۷	۸۸۶۰۰۰۰۰۰
۵	۳۰۵۰۰	۱۰۰۰	۲	۸	۹۰۴	۱۲۴۰۰۰۰۰۰۰
۶	۳۵۵۰۰	۲۰۰۰	۸	۷	۵۸۸	۸۴۶۰۰۰۰۰۰
۷	۳۶۵۰۰	۵۰۰	۲	۶	۴۸۸	۸۸۵۰۰۰۰۰۰
۸	۳۷۵۰۰	۱۵۰۰	۹	۶	۶۸۷	۷۶۹۰۰۰۰۰۰
۹	۳۲۵۰۰	۱۰۰۰	۰	۶	۹۶۵	۸۵۶۰۰۰۰۰۰
۱۰	۳۱۵۰۰	۳۵۰۰	۵	۸	۸۴۰	۹۴۷۰۰۰۰۰۰
۱۱	۳۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱	۹	۹۶۴	۹۸۹۰۰۰۰۰۰
۱۲	۳۵۰۰۰	۴۰۰۰	۲	۷	۶۰۸	۸۶۳۰۰۰۰۰۰
۱۳	۳۴۰۰۰	۳۰۰۰	۳	۶	۹۷۸	۷۸۹۰۰۰۰۰۰
۱۴	۳۳۰۰۰	۲۵۰۰	۴	۷	۴۶۷	۸۵۶۰۰۰۰۰۰
۱۵	۳۲۵۰۰	۳۵۰۰	۸	۸	۵۸۰	۹۸۵۰۰۰۰۰۰
۱۶	۳۵۵۰۰	۲۵۰۰	۲	۷	۷۴۸	۷۶۴۰۰۰۰۰۰

۱۷	۳۴۰۰۰	۳۵۰۰	۷	۷	۸۵۲	۸۵۲۰۰۰۰۰۰
۱۸	۳۰۰۰۰	۵۰۰	۲	۹	۹۶۶	۱۱۰۵۰۰۰۰۰۰
۱۹	۳۱۰۰۰	۵۰۰	۰	۹	۹۸۵	۱۱۵۰۰۰۰۰۰۰
۲۰	۳۶۵۰	۳۵۰۰	۱	۷	۶۲۲	۹۵۲۰۰۰۰۰۰

با استفاده از مدل ۳ به ارزیابی ۲۰ تامین کننده پرداخته می شود. همانگونه که مشخص است با مقیاس های مختلف اندازه گیری به ارزیابی تامین کنندگان پرداخته می شود که نتایج بیانگر آن است که مدل نسبت به واحد اندازه گیری مقاوم می باشد (خاصیت اول). همچنین وجود مقادیر صفر در تاخیر یعنی ورودی سوم (که در تامین کنندگان ۹ و ۱۹ وجود دارد) نشان می دهد که این مدل نسبت به ورودی های صفر نیز دارای حساسیت نمی باشد (خاصیت شماره پنجم) و می تواند به راحتی به ارزیابی تامین کنندگان بپردازد که نتایج آن در جدول شماره ۲ گزارش شده است. همانگونه که در نتایج مشخص است، واحدهایی که دارای سطر تابع هدف ۱ می باشند , در مقادیر متغیر ها نه دچار کمبود در خروجی و نه مازاد در ورودی می باشند. به عبارتی دیگر، این واحدها تشکیل دهنده مرز کارایی می باشند. لذا به عنوان مجموعه مرجع برای واحدهای ناکارا معرفی می شوند (خاصیت چهارم). در راستای خاصیت شماره ۲ می توان تشخیص داد واحدهایی که دارای مقدار بیشتری در متغیرهای مازاد ورودی و کمبود خروجی هستند مقدار کارایی کمتری را اخذ کرده اند (خاصیت دوم). در صورتی که یک مقدار ثابت به یکی از معیارها اضافه شود به عنوان مثال مقدار ثابت ۱۰۰۰ به مقادیر ورودی قیمت در تمامی واحدهای تصمیم اضافه شود و سپس دوباره این واحدها توسط مدل ارائه شده حل گردد همچنان نتایج جدول شماره ۳ تکرار می شود که این بیانگر استوار بودن خاصیت سوم می باشد.

جدول شماره۲ نتایج حاصل از مدل شماره ۳

DMU	ρ	s_1^-	s_2^-	s_3^-	s_1^+	s_2^+	s_3^+
۱	۰,۸۵۶	۰	۵۲۶	۲,۱۶	۱	۴۸	۵۳۱۹۵۰۵۰
۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	۰,۷۶۸	۱۶۷۵	۴۱۸	۰	۰,۹۷۸	۲۴	۴۸۵۱۵۶۳۲
۴	۰,۸۴	۳۲۰۴	۳۴۹	۲,۱۶	۰	۳۹	۲۵۵۳۱۸۶۵
۵	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶	۰,۹۵۵	۱۳۲۸	۱۰۸	۲	۰,۶۸۹	۴۶	۳۶۲۲۳۰۸۴
۷	۰,۹۰۶	۱۶۵۸	۵۶	۰,۶۴۸	۲,۱۴۸	۲۵	۰
۸	۰,۷۴۲	۰	۲۰۱	۰	۱,۶۴۸	۰	۲۱۵۸۴۶۳۷
۹	۰,۸۳۳	۰	۳۴۹	۰,۸۵۱	۲,۷۴۹	۳۴	۱۸۰۰۶۳۴۸
۱۰	۰,۹۶	۳۱۹۷	۷۵۱	۰,۴۹۵	۰	۲۲	۱۴۵۸۲۴۰۵
۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲	۰,۹۷	۲۱۹۷	۴۶۶	۲,۳۴۹	۰	۸	۰
۱۳	۰,۸۲۵	۵۱۹۰	۳۹۶	۰	۲,۳۱۸	۱۶	۳۴۵۳۴۲۸۵
۱۴	۰,۸۸	۱۶۲۴	۴۱۹	۰	۱	۰	۰

۱۵	۰,۸۶۹	۰	۷۴۶	۱,۳۴۹	۰,۹۵۸	۳۶	۰
۱۶	۰,۶۵۴	۷۵۱۳	۰	۲,۴۵۲	۰,۸۱۵	۴۱	۳۸۵۱۰۸۳۴
۱۷	۰,۹۳۵	۱۳۴۹	۶۱۸	۰	۱,۱۶	۸	۱۵۵۰۰۰۰۰
۱۸	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۹	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰	۰,۹۱	۴۲۱۹	۰	۲,۰۱	۲,۲	۵	۱۲۵۲۰۰۵۶

با توجه به نتایج ارائه شده برای ۲۰ تامین کننده، تامین کنندگان شماره ۲ , ۵ , ۱۱ , ۱۸ و ۱۹ به عنوان تامین کنندگان برتر معرفی می شوند. این تامین کنندگان مرز کارایی را تشکیل می دهند. بر همین مبنا با توجه به متغیرهای ارائه شده که بیانگر میزان مازاد ورودی و کمبود خروجی می باشند، می توان به ارائه راهکار بهبود برای واحدهای ناکارا پرداخت. در صورتی که این واحد صنعتی بنا به ملاحظاتی بخواهد تامین کننده خاصی را انتخاب کند، می تواند به کمک مقادیر متغیرها به ارائه راهکارهای بهبود برای کارا معرفی شدن آن واحدها بپردازد. در این حالت مقادیر ارائه شده برای مازاد ورودی ها را باید از مقدار فعلی ورودی ها کسر و مقادیر کمبود خروجی را باید به مقدار فعلی خروجی ها اضافه کرد. تا این واحدها بتوانند به عنوان واحدهای کارا معرفی شوند. ارائه راهکارهای بهبود بر مبنای مقایسه زوجی و مرز کارایی منکسر ایجاد شده توسط واحدهای کارا ایجاد شده است که بر این مبنا به تصویر واحد ناکارا در مرز کارایی پرداخته می شود.

۴- نتیجه گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

با توجه به تفکرات مدیریتی همچون تولید به هنگام، عموم واحدهای صنعتی به دنبال محدود کردن تعداد تامین کنندگان خود هستند. در این راستا مدل ارائه شده در این مقاله توان ارزیابی تامین کنندگان را با توجه به معیارهای مختلف برای تصمیم گیرنده دارد. یکی از مزایای این مدل که پیش از این نیز به ان اشاره شد توان ارائه راهکارهای بهبود برای واحدهای ناکارا است. در صورتی که واحد صنعتی مورد بررسی و واحدهای مشابه آن بخواهند بر مبنای این معیارها به همکاری با تامین کنندگان خود بپردازند می توانند همکاری خود را به پنج واحد معرفی شده در جدول شماره ۲ محدود کنند . این واحدها دارای مقدار تابع هدف یک می باشند. علاوه بر ان متغیرهای مازاد ورودی و کمبود خروجی در تامین کنندگان انتخاب شده صفر می باشند. این به آن مفهوم است که این تامین کنندگان در مقادیر ورودی های خود دارای مازاد ورودی نمی باشند و همچنین در خروجی های خود نیز دارای کمبودی نمی باشند.

همانگونه که در مطالعه موردی مشخص بود تامین کنندگان بر مبنای ۶ معیار ارزیابی گردیدند که برخی از این معیارها از جنس مالی مانند معیارهای هزینه , قیمت و توان مالی بودند و معیار تاخیر از جنس زمان و معیار کیفیت از جنس کیفی بودند که مدل با پایداری در مقابل واحد اندازه گیری بدون بی مقیاس سازی توانست این تامین کنندگان را ارزیابی کند (خاصیت اول). همچنین واحدهایی که دارای بیشترین مقدار در کمبود خروجی و مازاد ورودی بودند به عنوان واحدهای ناکارا تر معرفی شدند. واحدهایی به عنوان واحدهای کارا معرفی شدند که توانسته اند بدون کمبود در خروجی و مازاد در ورودی به

کارایی یک دست یابند که در این مطالعه موردی این واحدها به عنوان تامین کنندگان برتر معرفی شدند. این تامین کنندگان به عنوان تامین کنندگان برتر مرز کارایی را تشکیل و به ارائه الگو برای تامین کنندگان نا کارا پرداخته شد. این راهکارها بیانگر میزان مازاد ورودی و کمبود خروجی برای این تامین کنندگان مشخص گردید (خاصیت دوم و چهارم). در صورتی که در برخی معیارها، ورودی ها و یا خروجی ها دارای مقداری منفی باشند، با اضافه کردن یک مقدار ثابت به تمامی این مقادیر در نتایج هیچ تغییری حاصل نمی شود و این بیانگر خاصیت سوم از خاصیت ها پنج گانه این مدل می باشد. (خاصیت سوم)

همچنین برخی از تامین کنندگان در مقادیر ورودی خود (تاخیر) دارای مقادیر صفر بودند که مدل بدون حساسیت به ابن نوع از ورودی ها توانست به ارزیابی این تامین کنندگان بپردازد (خاصیت پنجم).

با توجه به آنکه مدل ارائه شده در این مقاله تنها به ارزیابی واحدهای تصمیم می پردازد در تحقیقات آتی می توان به مدل ارائه شده در این مقاله توان رتبه بندی را نیز افزود. استفاده از سقف و کف برای میزان مازاد ورودی و کمبود خروجی در محدودیت ها و اضافه کردن جریمه به سطر تابع هدف بابت وقوع هر یک از این متغیر ها نیز از دیگر پیشنهادات جهت توسعه مدل ارائه شده می باشند.

علائم اختصاری:

Data Envelopment Analysis : DEA

Analytical Hierarchy Process :AHP

Analytical Network Process :ANP

Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solution :TOPSIS

مراجع

Banker, R., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984), "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", Management Science, Vol. 30, No. 9, pp. 1078-1092.

Charnes, A., Cooper, W. W., (1961), "Management models and industrial applications of linear programming", John Wiley and Sons, New York, Vol. I.

Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978), "Measuring the efficiency of decision making units", European Journal of Operational Research, Vol. 2, No. 6, pp. 429-444.

Cooper, w. w., Tone , K., 1997 Measures of inefficiency in data envelopment analysis and stochastic frontier estimation. European Journal of Operational Research 99, 72-88

Chamodrakas, I., Leftheriotis, I., Martakos, D., (2011), "In-depth analysis and simulation study of an innovative fuzzy approach for ranking alternatives in multiple attribute decision making problems based on TOPSIS", Applied Soft Computing, Vol. 11, No. 1, pp. 900-907.

Charnes, A., Cooper, W.W., Golany, B., Seiford, L., Stutz., J.,1985. Foundation of data envelopment analysis and pareto-Koopmans empieical production functions. Journal of Econometrices 30, 91-107

Chin-Nung Liao, Hsing-Pei Kao,1An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management., Expert Systems with Applications, (2011)

Likert, R., (1932), "A Technique for the measurement of attitudes", Archives of Psychology, Vol. 22, No. 140, pp. 1-55.

Önüt, S., Kara, S. S., Işik, E., (2009), "Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company", Expert Systems with Applications, Vol. 36, No. 2, pp. 3887-3895.

Sueyoshi, T., Goto, M. (2013). A use of DEA–DA to measure importance of R&D expenditure in Japanese information technology industry. Decision Support Systems, 54(2), 941–952.

Tone, K., Tsutsui, M., (2010), "Dynamic DEA: A slacks-based measure approach", Omega, Vol. 38, No. 3-4, pp. 145-156.

Zouggari, A., Benyoucef, L., (2012), "Simulation based fuzzy TOPSIS approach for group multi-criteria supplier selection problem", Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 25, No. 3, pp. 507-519.