Archive of SID

پژوهشنامه‌ی مدیریت اجرایی
علمی– پژوهشی
سال یازدهم، شماره‌ی۲۲، نیمه‌ی دوم ۱۳۹۸

ارزیابی تامین‌کنندگان در شرایط عدم اطمینان با ترکیب روش های دمپستر شافر و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۱۱/۱۳

حمیدرضا فلاح لاجیمی*
زهرا جعفری سرونی**

doi:10.22080/jem.2020.17571.3031

چکیده :
یکی از تصمیمات کلیدی در سازمان‌ها، انتخاب تامین‌کننده می‌باشد. معمولا فهرستی از تامین‌کنندگان شناسایی شده برمبنای مجموعه‌ای از شاخص ها، ارزیابی می شوند، که این موضوع نشان از یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره است. روش‌های متعدد و شاخص‌های چندگانه‌ای برای ارزیابی تامین‌کنندگان وجود دارد. ماهیت چنین تصمیم‌گیری‌هایی در شرایط عدم اطمینان پیچیده است. هدف این پژوهش ارائه روشی برای ارزیابی تامین کنندگان در شرایط عدم اطمینان است. در این تحقیق شاخص های ارزیابی از ماتریس بالقوه تامین کنندگان استخراج و پس از تعیین اهمیت شاخص‌ها با استفاده از روش بهترین-بدترین، درجه عدم اطمینان با تحلیل رابطه‌ای خاکستری محاسبه و در نهایت برای رتبه‌بندی تامین‌کنندگان از روش دمپستر شافر استفاده شده است. داده های تحقیق از خبرگان صنعت سخت افزار، که از دانش و سابقه کافی در حوزه خرید و تدارکات برخوردار بوده، جمع آوری شده است. یک مطالعه موردی واقعی برای نشان دادن رویکرد ترکیبی پیشنهاد داده شده برای انتخاب تامین کننده ارائه شده است. در بعد توانمندی، شاخص‌های کیفیت و ظرفیت انبار و در بعد تمایل، شاخص‌های تمایل به نشر اطلاعات وتوافق متقابل به ترتیب مهمترین و کم اهمیت ترین شاخص می باشند. در نهایت رتبه بندی تامین کنندگان در شرایط عدم اطمینان انجام شد. در یافته های تحقیق شاخص های ارائه شده عمومی بوده و می تواند در صنایع و شرایط مختلف مورد استفاده قرار گیرد. همچنین از تحلیل رابطه ای خاکستری جهت محاسبات عدم اطمینان استفاده شده است.

واژگان کلیدی: ارزیابی تامین‌کننده، تحلیل رابطه‌ای خاکستری، دمپستر شافر، روش بهترین-بدترین، ماتریس بالقوه تامین‌کننده.

* نویسنده مسئول، استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران h.fallah@umz.ac.ir
** دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران z.jafari.s@umz.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

با توسعه بازارهای جهانی و نیز عصر رقابتی حاضر، شرکت ها تمایل دارند بر شایستگی های اساسی خود تمرکز کنند و فعالیت های غیر رقابتی را برون سپاری نمایند. عملکرد تامین کنندگان می تواند از آن جهت دارای اهمیت باشد که می تواند سبب افزایش مزیت رقابتی برای شرکت ها باشد. بسیاری از شرکت ها بدلیل عدم آشنایی با روش های علمی انتخاب و ارزیابی تامین کنندگان، متحمل خسارات جبران ناپذیری می شوند که سبب می شود آنها از عرصه رقابتی بازار خارج شوند (وود[1]، ۲۰۱۶). انتخاب، بخش بندی و توسعه تامین کنندگان از مراحل اصلی مدیریت ارتباط با تامین کنندگان می باشند. به عبارت دیگر، انتخاب تامین کننده زیربنای مدیریت ارتباط با تامین کنندگان است که عملکرد مناسب در این مرحله نتایج مطلوب در آینده به همراه دارد، چرا که بعد از این مرحله (انتخاب تامین کننده)، شرکت های خریدار می توانند استراتژی های مناسب را برای همکاری و توسعه تامین کنندگان در پیش بگیرند (پرکوهی ، قادیکلایی و فلاح لاجیمی ، ۲۰۱۹). بنابراین، داشتن یک روش منطقی انتخاب تامین کننده ، پایه ای محکم برای خرید تصمیم گیری استراتژیک مدیران خواهد بود.

موضوع ارزیابی تأمین‌کننده در دهه‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. این تحقیقات در صنایع مختلف، با تکنیک‌های متعدد و در شرایط تصمیم‌گیری گوناگون انجام شده است. انتخاب یک تأمین‌کننده از میان چند تامین‌کننده (وقتی تعداد تأمین‌کننده‌ها زیاد باشد) کاری پیچیده و زمانبر است (لو، لوسنبرگ و بارنس[2]، ۲۰۰۹)، که نیازمند طراحی یک سیستم یا مدل تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده می‌باشد زیرا انتخاب تأمین‌کننده مطلوب باتوجه به شاخص‌های گوناگون صورت می‌گیرد که این شاخص‌ها می‌توانند هم شاخص‌های کیفی (مانند کیفیت) و یا کمی (مانند قیمت) باشند، از این رو مسئله انتخاب‌تامین‌کننده در زمره مسائل

[1] Wood
[2] Luo, Rosenberg & Barnes

www.SID.ir

Archive of SID

تصمیم‌گیری چند معیاره قرار می‌گیرد. بنابراین ، معیارهایی که برای ارزیابی عملکرد تامین کننده مورد استفاده قرار می گیرد ، نقش مهمی در روند انتخاب تأمین کننده ایفا می کنند (بیوکوزکان و ایفی[1]، ۲۰۱۲). رضایی و اورت[2] (۲۰۱۲) استدلال کردند که بیشتر شاخص های بخش بندی تأمین کننده مورد استفاده در ادبیات، زیر گروه مشخصی از شاخص های انتخاب و ارزیابی تأمین کننده است. آنها یک مدل جامع (یعنی ماتریس بالقوه تأمین کننده (SPM[3])) را پیشنهاد کردند که شاخص های ارزیابی تامین کننده را در دو بعد «توانمندی» و «تمایل » تامین کننده قرار می گیرد (رضایی و اورت ، ۲۰۱۲). از آنجا که دو وظیفه مهم انتخاب و بخش بندی تأمین کننده، از لحاظ ماهیت کاملاً به هم وابسته هستند، منطقی به نظر می رسد که از شاخص های SPM، برای ارزیابی و انتخاب تامین کننده در سیستم مدیریت زنجیره تامین کارآمد استفاده نمود.

از آنجا که مسئله ارزیابی تأمین کننده همراه با شاخص های متعدد است، قضاوت های ذهنی تصمیم گیرندگان عدم اطمینان را به این مسئله می افزاید و آن را پیچیده تر می کند (لی، یاماگوچی و ناگای[4]، ۲۰۰۷). بنابراین پرداختن به مسئله عدم اطمینان در فرآیند تصمیم گیری برای ارزیابی دقیق تر و واقعی تر تأمین کنندگان بسیار مهم است. تحلیل رابطه ای خاکستری برای تعیین درجه عدم اطمینان، تئوری دمپستر-شافر (DST[5]) که یک رویکرد استدلالی برای تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان است (ژانگ و تو[6]، ۲۰۰۴). اندازه گیری عدم اطمینان در هسته DST است که با استفاده از آن کیفیت و دقت اطلاعات مشخص می شود. استفاده از تابع باور در رویکردهای سنتی DST به طور بالقوه می تواند منجر به از بین رفتن اطلاعات ارزشمند و تصمیمات غیرواقعی شود.

[1] Büyüközkan & Ifi
[2] Rezaei & Ortt
[3] Supplier Potensial Matrix
[4] Li, Yamaguchi & Nagai
[5] Dempster- Shafer Theory
[6] Zhang & Tu

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین ، در این تحقیق با تحلیل رابطه ای خاکستری[1] برای مقابله با عدم اطمینان های ذاتی فرآیند تصمیم گیری برای ارائه نتایج واقع بینانه و قابل قبول اتخاذ شده اند.

هدف اصلی این تحقیق، ارائه یک رویکرد ترکیبی برای انتخاب تامین کننده است که شرکت ها را قادر می سازد تا تاثیر عدم اطمینان ذاتی مرتبط با فرایند تصمیم گیری را به طور قابل توجهی کاهش دهند. این تحقیق از چند منظر حائز اهمیت و دارای نوآوری است. اول اینکه، روش ارائه شده در این تحقیق کاربردی و مورد استفاده همه مدیران خرید، تدارکات و زنجیره‌تامین شرکت‌ها می‌باشد. دوم، فرآیند تصمیم گیری پیشنهادی به دلیل استفاده از روش بهترین- بدترین نیاز به داده ها و محاسبات کمتر، کارآمد است و در نهایت، از تحلیل رابطه ای خاکستری و تئوری دمپستر- شافر جهت تحلیل داده‌ها و محاسبات عدم اطمینان استفاده شده است.

در ادامه تحقیق، در بخش دوم به مرور ادبیات و پیشینه تحقیقات در حوزه انتخاب تأمین‌کنندگان و نیز در مورد شاخص‌های انتخابی برای انتخاب تأمین‌کنندگان پرداخته می‌شود. سپس رویکرد های تصمیم گیری بکار رفته در این تحقیق تشریح می شود. در بخش چهارم نیز به اجرای مدل در صنعت سخت افزار پرداخته می‌شود و در پایان به بحث و نتیجه‌گیری یافته‌های تحقیق می‌پردازد.

۲. ادبیات و پیشینه تحقیق

تأمین‌کننده و انتخاب تامین‌کننده یکی از موضوع‌های حیاتی در هر زنجیره‌تامین می‌باشد. این موضوع زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که کالاها استراتژیک بوده و یا انتخاب اشتباه تأمین‌کننده خسارت جبران‌ناپذیری به شرکت وارد می‌کند. هر تأمین‌کننده براساس شاخص‌هایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که البته این شاخص‌ها از منظر شرکت‌ها و صنایع گوناگون متفاوت می‌باشد. موضوع انتخاب تأمین‌کننده در تحقیقات زیادی در صنایع مختلف و با تکنیک های متعدد مورد بررسی قرار گرفتند. از

[1] Grey Relational Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

دهه ۱۹۸۰، فرآیند تامین کالا در درون شبکه ای از شرکت های تامین‌کننده انجام می گیرد که این امر اهمیت انتخاب تامین‌کننده را در فرآیند تدارکات پررنگ تر می‌کند. معمولا فرآیند انتحاب تامین‌کننده امری بی اهمیت قلمداد می‌شود و به صورت تجربی توسط تصمیم گیرندگان انجام می‌شود. از همین حیث، انتخاب تامین تامین‌کننده به عنوان یک مسئله کلاسیک در مدیریت زنجیره‌تامین تبدیل شده که سابقه آن حتی به قبل از ۱۹۶۰ بر می گردد(کار[1]، ۲۰۱۵). در بازار رقابتی کنونی، تولید کندگان جهت افزایش سهم بازار داخلی و رقابت در عرصه جهانی درصدد همکاری با تامین‌کنندگانی هستند که بتوانند شاخص‌هایی همچون کیفیت، قیمت، زمان تحویل و ... را احصا کنند. رتبه بندی و سپس انتخاب بهترین تامین‌کننده تحت تاثیر عوامل مختلفی است که در محیط کسب و کار رقابتی و به شدت در حال تغییر و متلاطم، تصمیم گیری در مورد آن امری پیچیده و پویا تلقی می گردد که عدم توجه به شاخص‌های تصمیم گیری و روشی مناسب برای ارزیابی، چه بسا تصمیمات جبران ناپذیری اتخاذ می‌شود که صدمات مالی و غیر مالی فراوانی به شرکت و زنجیره متحمل می‌کند. در کنار اهمیت زیادی که در عملکرد انتخاب تأمین کننده وجود دارد، بخش بندی تأمین کننده نیز از مهمترین وظایف مدیران زنجیره تامین به منظور داشتن یک مدیریت مناسب در مواجهه با تأمین کننده است. معیارهای انتخاب تأمین کننده نقش مهمی در مدیریت روابط تأمین کننده دارد. رضایی و اورت (۲۰۱۲) ادبیات بخش بندی تأمین کنندگان را مورد بررسی قرار دادند و یک رویکرد چند متغیره برای بخش بندی تامین کننده ارائه دادند که این معیارها به دو بعد اصلی یعنی توانمندی و تمایل طبقه بندی می شوند که شامل طیف گسترده ای از مهمترین متغیرها برای ارزیابی تأمین کنندگان است. این چارچوب از آن جهت برای تحقیق حاضر در نظر گرفته می شود که شرکت های خریدار می توانند دو مرحله مهم مدیریت روابط تأمین کننده (یعنی انتخاب و بخش بندی تأمین کننده) را ادغام کنند. در بین مدل های مختلف ارائه شده در حوزه بخش‌بندی و انتخاب

[1] Kar

www.SID.ir

Archive of SID

تـامین‌کننـده مـاتریس بـالقوه تـامین‌کنندگان به مجموعه شـــاخص‌هایی در هر دو بعد توانمندی و تمایل پرداخته اسـت (رضایی، وانگ و تواسزی[1]، ۲۰۱۵). تامین‌کنندگانی که از توانمنـدی و تمـایـل بـالـایی برخوردار هســـتنـد در زمره بهترین تامین‌کنندگان قرار می‌گیرند و خریدار می تواند از از توانمندی تامین‌کننده از لحاظ قیمت پایین، تحویل به موقع و کیفیت، سود حداکثری کسب کند. متغیرهایی که در هر یک از ابعاد توانمندی و تمایل مورد استفاده قرار می گیرند را می‌توان در جدول ۱ مشاهده نمود که این شاخص ها مبنای ارزیابی تامین کنندگان در تحقیق حاضر محسوب می شود.

جدول ۱: شاخص‌های بعد توانمندی و تمایل (رضایی و اورت، ۲۰۱۲)

بعد	شاخص
شاخص‌های توانمندی	دانش صنعت، قابلیت طراحی، نظارت بر فناوری، توسعه فناوری، نوآوری، تولید، امکانات و ظرفیت، هزینه‌های تحقیق و توسعه، نظارت قابلیت فناوری، سهولت طراحی تعمیر و نگهداری، سهولت عملیات، همکاری در تولید، موقعیت جغرافیایی، تحویل، قابلیت رزرو، توانایی بسته‌بندی، اعتبار و موقعیت در صنعت، پاداش عملکرد، سابقه عملکرد، وضعیت مالی، توانایی بسته‌بندی، بهداشت و محیط ایمنی، سنجش بازار، تمایل به کسب و کار، سیستم ارتباطات، ارتباط با مشتری، مدیریت منابع انسانی، مدیریت و سازمان، گواهینامه ISO، مدیریت ضایعات، خدمات پس از فروش، قابلیت اطمینان از محصول و تحویل.
شاخص‌های تمایل	تعهد به بهبود مستمر در محصول و فرایند، تعهد به کیفیت، ارتباطات صادقانه و مکرر، ارتباطات نزدیک، استانداردهای اخلاقی، تمایل به مشارکت و طراحی در توسعه محصول جدید، احترام متقابل و صداقت، تمایل به تسهیم اطلاعات، ایده‌ها فناوری و صرفه‌جویی در هزینه، تلاش در از بین بردن ضایعات، تلاش در ترویج اصول JIT، روابط بلند مدت، تمایل برای تجارت، نگرش و تمایل به سرمایه‌گذاری در تجهیزات خاص.

انتخاب تامین‌کننده در ادبیات زنجیره‌تامین را می‌توان از ابعاد مختلفی مورد بررسی قرار داد. در تقسیم بندی استفاده از تکنیک های تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان می توان به تکنیک هایی همچون، تحلیل سلسله مراتبی فازی (وانگ، چنگ و هانگ[2]، ، ۲۰۰۹; گالانکاشی، حلمی و هاشمزهی[3]، ۲۰۱۶)، D-AHP (دنگ، هو، دنگ و

[1] Rezaei, Wang & Tavasszy
[2] Wang, Cheng & Huang
[3] Galankashi, Helmi & Hashemzahi

www.SID.ir

Archive of SID

ماهادوان[۱]، ۲۰۱۴)، ویکور فازی (صفایی قادیکلایی و ولی‌پور پرکوهی[۲]، ۲۰۱۷; چن و وانگ[۳]، ۲۰۰۹)، دیمتل فازی (بیوکوزکان و ایفی[۴]، ۲۰۱۲) و تاپسیس فازی (سیمیک، کوواسویک، اسویرسویک و سیمیک[۵]، ۲۰۱۶; وود، ۲۰۱۶) اشاره کرد. همچنین تحقیق های دیگری در انتخاب تامین‌کننده با استفاده از تکنیک های ریاضی صورت گرفته که مهمترین این تکنیک ها تحلیل پوششی داده‌ها (آزاده و آلم[۶]، ۲۰۱۰; گو، لیو، جین و ال وی[۷]، ۲۰۱۶)، برنامه‌ریزی‌خطی (شیرکوهی، شکوری، جوادی و کرامتی[۸]، ۲۰۱۳; امین و همکاران، ۲۰۱۱) می‌باشند. نوع دیگر تقسیم بندی تکنیکی، تکنیک های هوش مصنوعی می‌باشد که می‌توان تکنیک‌هایی همچون الگوریتم ژنتیک (قرابایی، زاوادسکاس، امیری و اسماعیلی[۹]، ۲۰۱۶) شبکه‌های عصبی (کار، ۲۰۱۵; لی و یانگ[۱۰]، ۲۰۰۹) نام برد.

فلاح لاجیمی، محمدی و رسولی (۱۳۹۸) با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره BWM[۱۱] و TODIM به ارزیابی و رتبه بندی تامین کنندگان در زنجیره تامین لارج (ناب، چابک، تاب آور و سبز) در صنعت کاشی پرداختند. سبرضایی نوری و همکاران (۱۳۹۵) تحقیقی به منظور انتخاب تامین‌کنندگان تجهیزات بیمارستانی در شرایط عدم اطمینان و با استفاده از رویکرد جدید بولزای برای انتخاب و تعیین اوزان معیارهای تعیین شده با استفاده از اعداد خاکستری ارائه دادند. صفائی و همکاران(۱۳۹۴) در تحقیق خود پس از بررسی ادبیات نظری و بررسی نظر خبرگان صنعت خودرو ۱۷ شاخص برای انتخاب تامین کنندگان پایدار شناسایی شدند. همچنین با استفاده از روش تحلیل عاملی، شاخص‌ها در سه گروه اقتصادی، رفاه اجتماعی و زیست محیطی عامل

[1] Deng, Hu, Deng & Mahadevan
[2] Valipour Parkouhi & Safaei Ghadikolaei
[3] Chen & Wang
[4] Büyüközkan & Ifi
[5] Simić, Kovačević, Svirčević & Simić
[6] Azadeh & Alem
[7] Guo, Liu, Jin & Lv
[8] Shirkouhi, Shakouri, Javadi & Keramati
[9] Ghorabaee, Zavadskas, Amiri & Esmaeili
[10] Lee & Yang
[11] Best- Worst Method

www.SID.ir

Archive of SID

بندی شدند و طبق یافته های تحقیق بترتیب ابعاد رفاه اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی در انتخاب تامین‌کنندگان پایدار در صنعت خودرو تاثیر گذارند. لی و همکاران.(۲۰۰۷) در تحقیقی به منظور حل مسائل تصمیم گیری چندشاخصه انتخاب تامین‌کننده، رویکرد جدید درجه امکان‌پذیری خاکستری ارائه کردند. آنها در مرحله اول شاخص‌ها را با استفاده از متغیر های زبانی بصورت اعداد خاکستری بیان و در مرحله دوم با استفاده از تکنیک درجه امکان‌پذیری خاکستری تامین‌کنندگان را رتبه بندی کردند. در نهایت با ارائه یک مثال به اثربخشی رویکرد خود پرداختند. امین، رزمی و ژانگ[1](۲۰۱۱) برای اولین بار از تکنیک SWOT برای شناسایی نقاط قوت، ضغف، فرصت و تهدید در حوزه انتخاب تامین‌کننده استفاده کردند. سپس به بررسی میزان خرید منابع از تامین‌کنندگان با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی پرداختند. آنها با مطالعه همزمان در شرکت قطعات خودرو ایران، مدل تحقیق خود را پیاده کردند. شیرکوهی و همکاران (۲۰۱۳) مدل برنامه ریزی خطی چند هدفه فازی برای حل مسائل انتخاب تامین‌کننده در حالتی که چند محصول و قیمت وجود دارد، ارائه کردند. مدل ارائه شده همزمان هزینه سفارش، تعداد اقلام معیوب و زمان تحویل را به حداقل می رساند. آنها با یک مثال عددی مدل را اجرا کردند. دنگ و همکاران.(۲۰۱۴) در تحقیق خود با استفاده از تکنیک AHP با اعداد D به رتبه بندی تامین‌کننده پرداختند که استفاده از اعداد D را به مسأله انتخاب و رتبه بندی تامین‌کننده وارد کردند. وو، چن، زنگ، ژو و یانگ[2] (۲۰۱۶) مسأله انتخاب تامین‌کننده را با استفاده از تکنیک VIKOR در شرایط عدم اطمینان در صنعت هسته ای بررسی کردند که از مدل ابر[3] برای غلبه بر عدم اطمینان استفاده کردند. رضایی، نیسپلینگ، سارکیس و تواسزی[4] (۲۰۱۶) رویکرد چرخه عمر را با تلفیق شاخص‌های اقتصادی و زیست محیطی برای انتخاب تامین‌کننده در صنعت غذایی بکار بردند. آنها

[1] Amin, Razmi & Zhang
[2] Wu, Chen, Zeng, Xu & Yang
[3] Cloud
[4] Rezaei, Nispeling, Sarkis & Tavasszy

www.SID.ir

Archive of SID

فرآیند تحقیق را در سه فاز انتخاب اولیه، انتخاب و ادغام بیان کردند. در ابتدا بعد از شناسایی تامین‌کنندگان بالقوه، با استفاده از BWM، بهترین تامین‌کننده از میان تامین‌کنندگان واجد شرایط مشخص شد. مطالعات زیادی در حوزه انتخاب تامین‌کننده در شرایط مختلف عدم اطمینان با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری انجام شده است. جدول ۲ مطالعات مختلف در این حوزه را نشان می‌دهد.

جدول ۲ بررسی ادبیات در تصمیم گیری انتخاب تامین‌کننده

نویسنده/سال	عنوان	روش وزن‌دهی	تکنیک رتبه‌بندی
اسکات، هو، دی و تالوری[1] (۲۰۱۵)	طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم برای انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارشات	گسترش عملکرد کیفیت	تحلیل سلسله مراتبی- گسترش عملکرد کیفیت
میزراک، تونا و تونسل[2] (۲۰۱۴)	توسعه روش تحلیل سلسله مراتبی فازی برای انتخاب تامین‌کننده	روش وزندهی خطی	تحلیل سلسله مراتبی فازی
(گوپتا و باروا[3]، ۲۰۱۷)	انتخاب تامین‌کنندگان SME مبتنی بر نوآوری سبز	روش بهترین- بدترین	تاپسیس فازی
(لاما، اوسیرو و کارپینتی[4]، ۲۰۱۴)	تفاوت بین تکنیک های تصمیم گیری برای انتخاب تامین‌کننده	-	تاپسیس فازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی
(ذاکری و کرامتی[5]، ۲۰۱۵)	ترکیب سیستماتیک از تئوری‌های فازی و خاکستری در انتخاب تامین‌کننده	ANP	تاپسیس
(دنگ و همکاران، ۲۰۱۴)	انتخاب تامین‌کننده با اعداد D	D-AHP	احتمالات بیزین
(کوین، لیو و پدریسز[6]، ۲۰۱۷)	انتخاب تامین‌کننده با تکنیک های تصمیم گیری گروهی	روش وزن دهی فازی	روش تودیم
(کانان، جبور، دِ و جبور[7]، ۲۰۱۴)	انتخاب تامین‌کننده در محیط فازی	روش ادغام میانگین	تاپسیس فازی
(وود، ۲۰۱۶)	انتخاب تامین‌کننده تجهیزات و تسهیلات	آنتروپی	تاپسیس فازی
(کلنر، لیندلند و یوتزد[8]، ۲۰۱۹)	یک روش پشتیبانی تصمیم‌گیری برای حل مسائل انتخاب تأمین‌کننده	ANP	برنامه ریزی چند هدفه

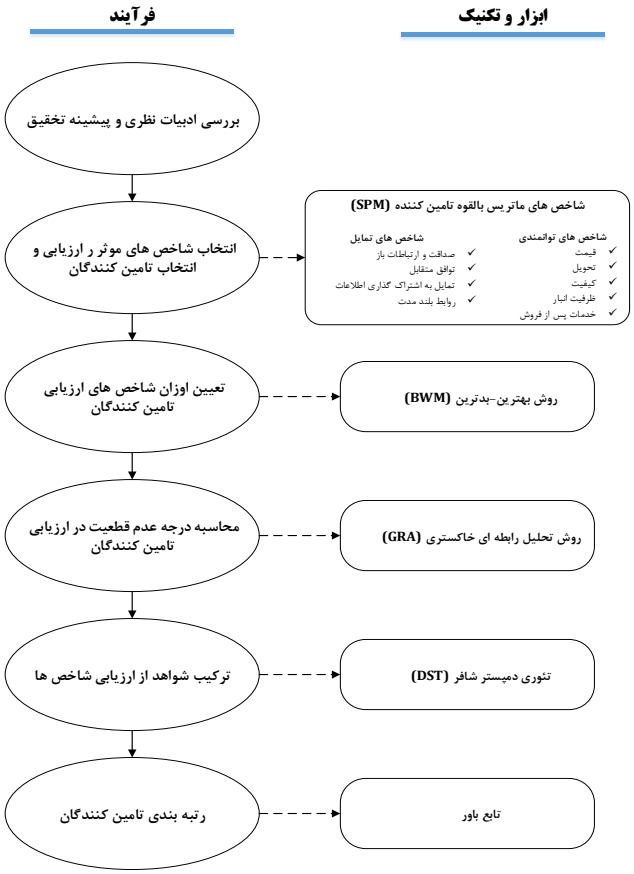
[1] Scott, Ho, Dey & Talluri
[2] Mızrak, Tuna & Tunçel
[3] Gupta & Barua
[4] Lima, Osiro & Carpinetti
[5] Zakeri & Keramati
[6] Qin, Liu & Pedrycz
[7] Kannan, Jabbour, de & Jabbour
[8] Kellner, Lienland & Utz

www.SID.ir

Archive of SID

۳. روش شناسی پژوهش

در این تحقیق یک رویکرد ترکیبی جدید برای انتخاب تامین‌کننده پیشنهاد شده است که مراحل مختلف آن در شکل ۱ دیده می‌شود. همانطور که دیده می‌شود، انتخاب تـأمین‌کننـده با شـــاخص‌های ابعاد تمایل و توانمندی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اوزان شـاخص‌ها با استفاده از روش BWM بدست آمده و سپس بااستفاده از تحلیل رابطه ای خاکسـتری درجه عدم اطمینان گزینه‌های مختلف بدست آمده و با تئوری دمپستر شافر ترکیب گزینه‌ها و ســـپس رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان انجام می‌شـــود. در ادامه هر یک از مراحل انجام شده در این تحقیق تشریح می‌شود.



شکل ۱ مراحل اجرایی تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

نحوه انتخاب شاخص‌ها

برای انتخاب شـاخص‌ها در انتخاب تامین‌کننده، گام اول بررسی و مطالعه ادبیات اسـت که در این تحقیق، شـاخص‌های مد نظر در دو بعد تمایل و توانمندی (رضـایی و همکاران، ۲۰۱۵) در نظر گرفته شـده است. سپس این شاخص‌های طبقه بندی شده در اختیـار خبرگـان و تصـمیم گیرنـدگـان مورد مطـالعـه قرار گرفته و با توجه به اهمیت شـاخص‌ها در صـنعت، اهم شاخص‌ها انتخاب می شوند. البته ذکر این نکته قابل اهمیت است که برخی شاخص‌ها تعدیل و یا ترکیب شده اند.

روش بهترین- بدترین برای محاسبه اوزان شاخص‌ها

چون مسـاله انتخاب تامین‌کننده مبتنی بر شـاخص‌های کمی و کیفی متعددی می‌باشـد، لذا تعیین اهمیت نسـبی هر یک از شاخص‌های امری ضروری و مهم می‌باشد. تکنیک های متعددی برای تعیین وزن شاخص‌ها تا کنون مورد استفاده قرار گرفته است (چای، لیو و انجی آی[1]، ۲۰۱۳). یکی از این تکنیک ها، (BWM) می‌باشـد که توسـط رضـایی (۲۰۱۵) ارائه شده است. BWM نسبت به سایر روش های وزن دهی مبتنی بر مقایسـات زوجی دارای مزایای زیر اسـت: این تکنیک روشـی مبتنی بر بردار است، چون مقایسـات کمتری نسـبت به دیگر روش های وزن دهی از جمله AHP دارد که به تبع آن زمان کمتری نیز برای تکمیل پرسـشـنامه صرف می شود (رضایی ۲۰۱۵). همچنین BWM مقایسـات سـازگارتری نسبت به سایر تکنیک های تصمیم گیری ارائه می دهد (رضایی، ۲۰۱۵). از طرفی BWM مقایسات ساختاریافته تری نسبت به سایر روش های تصمیم گیری دارد، به عبارت دیگر در این روش، ابتدا خبرگان بهترین و بدترین شاخص را انتخاب می کنند و طبق یک روند نظام مند به مقایسـه بهترین شاخص نسبت به بقیه شـاخص ها و سـایر شـاخص ها به بدترین شـاخص می پردازند که در سـایر روش های تصمیم گیری به اینصورت نیست (رضایی و فلاح لاجیمی، ۲۰۱۸).

[1] Chai, Liu & Ngai

www.SID.ir

Archive of SID

این روش در مسائل مختلفی همچون بخش‌بندی تامین‌کنندگان (رضایی و همکاران، ۲۰۱۵؛ بایی،رضایی و سارکیس[1]، ۲۰۱۷)، مدیریت ریسک (ترابی، گیاهی و صاحب جمنیا[2]، ۲۰۱۶)، مدیریت زنجیره‌تامین پایدار (بدری، یارپانگ و رضایی[3]، ۲۰۱۷)، انتخاب تامین‌کننده (گوپتا و باروا، ۲۰۱۷)، مدیریت کمبود آب (چیتساز و آذرین‌وند[4]، ۲۰۱۷)، ارزیابی پروژه های Ph.D (سلیمی و رضایی، ۲۰۱۸) و ارزیابی دستاورد های علمی (سلیمی[5]، ۲۰۱۷) بکار رفته است. در ادامه گام های BWM آمده است (رضایی، ۲۰۱۶):

گام ۱: مجموعه شاخص‌های تصمیم گیری تعیین شود. در این گام، مجموعه شاخص‌ها به صورت $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ تعریف می‌شود.

گام ۲: بهترین (مهمتر، مطلوبتر) و بدترین (دارای کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص را مشخص نمایید. در این مرحله تصمیم گیرنده بهترین و بدترین شاخص را به طور کلی تعریف می‌کند، هیچ مقایسه ای در این مرحله صورت نمی گیرد.

گام ۳: ارجحیت بهترین شاخص را نسبت به سایر شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص نمایید. بردار ارجحیت بهترین شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها را به صورت $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ است که a_{Bj} نشان دهنده ارجحیت بهترین شاخص $(Best)$ نسبت به شاخص j می‌باشد، واضح است که $a_{BB} = 1$ است.

گام ۴: ارجحیت همه شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص را با اعداد ۱ تا ۹ مشخص نمایید. بردار ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص را به صورت $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$ است که a_{jW} نشان دهنده ارجحیت

[1] Bai Rezaei & Sarkis
[2] Torabi, Giahi & Sahebjamnia
[3] Badri, Sarpong & Rezaei
[4] Chitsaz & Azarnivand
[5] Salimi

www.SID.ir

Archive of SID

شـاخص j را نسـبت به بدترین شـاخص $Worst$ نشـان می دهد، واضـح اسـت که $a_{WW} = ۱$ است.

گام ۵: مقـادیر بهینه وزن ها را بیابید $w_۱^*, w_۲^*, \dots, w_n^*$. برای تعیین وزن بهینه هر یک از شـاخص‌ها زوج های $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$ و $\frac{w_j}{w_w} = a_{jw}$ در نظر گرفته می‌شـود. برای برآورده کردن این شـرایط در همـه j هـا، باید راه حلی پیدا شـود تا عبارات $\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right|$ حداکثر نماید برای همه j هایی که حداقل شـده اسـت. با توجه به غیر منفی بودن وزن ها و مجموع اوزان می‌توان مدل را به صورت زیر فرموله نمود:

$$min\ \xi$$
$$s.t.$$
$$\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right| \le \xi, for\ all\ j$$
$$\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right| \le \xi, for\ all\ j$$
$$\sum_j w_j = 1$$
$$w_j \ge 0, for\ all\ j$$

البته مدل خطی تابع فوق نیز به صـورت زیر ارائه شـد (رضایی، ۲۰۱۶) که در این مقاله اوزان شاخص‌ها با استفاده از مدل خطی بدست می آیند.

$$\min \xi$$
$$\text{s.t.}$$
$$\left|w_B - a_{Bj} w_j\right| \le \xi, \text{ for all } j$$
$$\left|w_j - a_{jw} w_w\right| \le \xi, \text{ for all } j$$
$$\sum_j w_j = 1$$
$$w_j \ge 0, \text{ for all } j$$

رابطه (۱)

www.SID.ir

Archive of SID

با حل مدل فوق، مقادیر بهینه $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ و ξ^*بدست می آید. در مدل خطی BWM، ξ^* خود شاخص سازگاری می‌باشد. هر چه ξ^* به صفر نزدیکتر باشد، حاکی از سازگاری بالا می‌باشد.

تحلیل رابطه ای خاکستری

دنگ در سال ۱۹۸۲تئوری خاکستری را مطرح و در سال ۱۹۸۹ سیستم تصمیم‌گیری خاکستری را ارائه کرده است. از تحلیل نسبیت خاکستری برای ارزیابی عملکرد پروژه‌های پیچیده‌ایی که هیچ اطلاعاتی در دسترس نیست، استفاده می‌شود. تحلیل نسبیت خاکستری به منظور بیان عدم اطمینان خبرگان برای شاخص‌های مدل تصمیم گیری استفاده می‌شود(جولنگ[1]، ۱۹۸۹). تحلیل خاکستری بیشتر در حوزه های تحلیل سیستم، پردازش داده، مدل سازی و کنترل تصمیم گیری کار شده است(ژانگ، جین و لیو[2]، ۲۰۱۳).این روش برای مسائل تصمیم گیری چند شاخصه که شامل m گزینه $\{A_1, A_2, \dots A_m\}$ و n شاخص $\{C_1, C_2, \dots C_n\}$ می‌باشد. ماتریس تصمیم‌گیری $X = (x_{ij})_{m\times n}$ که امتیاز گزینه i ام باتوجه به شاخص j ام نشان می‌دهد و مراحل آن بصورت زیر است:

گام۱) محاسبه ماتریس نرمالایز شده $X = (x_{ij})_{m\times n}$ که برای همه شاخص‌ها بصورت زیر تعریف میشود:

$$I_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} {x_{ij}}^2}} \qquad i = 1,2,\dots,m \;\; j = 1,2,\dots,n$$ رابطه (۲)

گام ۲) باتوجه به I_{ij} های که درگام ۱ بدست آمده است، مشاهده می‌شودکه I_{ij} بین $[0,1]$ می‌باشند. دنباله مرجع را می‌توان بصورت زیر بیان کرد:

[1] Julong
[2] Zhang, Jin & Liu

www.SID.ir

Archive of SID

$$R_0 = \max_{1\le i\le m}\{I_{ij}|j = 1,2,\dots,n\} = (l_{01}, l_{02}, \dots, l_{0n})$$ رابطه (۳)

گام ۳) محاسبه ماتریس تفاضل ΔI که بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Delta d_{ij} = |R_0 - I_{ij}|$$ رابطه (۴)

$$\Delta d_{ij} = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \cdots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \cdots & \delta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \delta_{m1} & \delta_{m2} & \cdots & \delta_{mn} \end{bmatrix}$$ رابطه (۵)

گام ۴) ضریب نسبیت خاکستری به صورت زیر محاسبه می‌شود که λ ضریب تمایز است:

$$r_{ij} = \frac{min_{1\le i\le m}\delta_{ij} + \lambda max_{1\le i\le m}\delta_{ij}}{\delta_{ij} + \lambda max_{1\le i\le m}\delta_{ij}}$$ رابطه (۶)

روش دمپستر- شافر

تئوری دمپستر-شافر (DST[1]) یکی از مهمترین ابزارهای استدلالی برای مقابله با شرایط عدم اطمینان است که تئوری احتمال کلاسیک در مدلسازی این شرایط بدلیل ابهامات موجود مشکل دارد. این تئوری، توسط دمپستر در سال (۱۹۶۷) پیشنهاد شده است و توسط یکی از شاگردانش به نام شافر سال (۱۹۷۶) توسعه یافت. این تئوری نیاز به داده های دقیق و کامل ندارد و اجازه مدلسازی برای طیف وسیعی از موقعیت ها را فراهم می آورد، چرا که در بسیاری از زمینه ها از جمله پردازش تصویر (لین[2]، ۲۰۱۰)، ترکیب با تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره (سواستجانو و دیموا[3]، ۲۰۱۵)، تعمیر و نگهداری (بارالدی و همکاران[4]، ۲۰۱۳) و شبکه مصنوعی (آگراوال و همکاران[5]، ۲۰۱۳)

[1] Dempster–Shafer theory
[2] Lin
[3] Sevastjanov & Dymova
[4] Baraldiet al
[5] Aggarwalet al

www.SID.ir

Archive of SID

مورد استفاده قرار گرفت. مزیت اصلی DST ناشی از قاعده ترکیب دمپستر است که اجازه می دهد دو تابع باور یا شواهد مستقل ادغام شوند. DST براساس دو ایده اصلی تعیین میزان باور برای یک شاخص مبتنی بر احتماالت ذهنی و تعیین قوانین دمپستر به منظور ترکیب میزان باور برای شواهد مستقل (سیلویا و آلمیدا[1]، ۲۰۱۶). بنابراین تئوری دمپستر-شافر در مقایسه با نظریه احتمال با شناسایی شواهد مبهم و ناشناخته برای حمایت از فرایند تصمیم گیری با اطلاعات بیشتر، سودمند است (تانگ، ۲۰۱۵؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ سو و همکاران، ۲۰۱۶).

این تئوری درباره یک چارچوب تشخیص[2] که آن را با θ نمایش می دهند، بحث می‌کند. θ یک مجموعه متناهی از عناصری است که نشان دهنده یک فرضیه یا هدف از وضعیت یک سیستم است. که مجموعه زیر مجموعه های θ را بصورت $\Omega(\theta) = \{A_1, A_2, \cdots, A_N\}$نمایش می دهند:

تعریف ۱): تابع جرم m را یک تابع تخصیص احتمال اولیه می نامند که بصورت $m: 2^\theta \rightarrow [0,1]$تعریف می‌شود:

$$m(\emptyset) = 0, \qquad \sum_{A \subseteq \theta} m(A) = 1$$

تعریف ۲): فرض کنید دو تابع جرم m_1 و m_2 از دو منبع اطلاعات مستقل از هم، $A_i = \{A_1, A_2, \cdots, A_s\}$، $\mathrm{B_j} = \{\mathrm{B_1}, \mathrm{B_2}, \cdots, \mathrm{B_3}\}$ قانون ترکیب شواهد بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$m(A) = m_1 \oplus m_2(A) = \begin{cases} \dfrac{1}{1-K} \displaystyle\sum_{A_i \cap B_J = A} m_1(A_i) m_2(B_j), \forall\, A \subseteq \theta, A \neq \emptyset, \\ 0, A = \emptyset, \end{cases}$$

$$K = \sum_{A_i \cap B_j = \emptyset} m_1(A_i) m_2(B_J) < 1.$$

[1] Silva & Almeida
[2] frame of discernment

www.SID.ir

Archive of SID

Kنشـان دهنده احتمال ناسـازگاری بین منابع است و ضریب $\frac{1}{1-K}$ را فاکتور نرمالایز می نامند. قانون ترکیب شـواهد را برای گزینه های بیشـتر می توان بصـورت زیر تعریف کرد:

$$m_1 \oplus m_2 \cdots \oplus m_n(A) = \frac{1}{1-K} \sum_{\cap_{i=1}^{n} A_i = \emptyset, A_i \subseteq \theta} m_1(A_1) m_2(A_2) \cdots m_n(A_n),$$

$$A \subseteq \theta, \quad and \quad K = \sum_{\cap_{i=1}^{n} A_{i=\emptyset}, A_i \subseteq \theta} m_{1(A_1)}\, m_{2(A_2)} \cdots m_n(A_N) < 1$$

قانون ترکیب شواهد دمپستر شافر همزمان با افزایش میزان باور، درجه عدم اطمینان کل شواهد را کاهش می‌دهد.

تعریف ۳): همانطورکه قبلا ذکر شد، m را یک تابع تخصیص احتمال اولیه می نامند. می توان تابع باورA را که زیر مجموعه ای از θ است بصورت زیر تعریف کرد:

$$Bel(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B)$$

تعریف ۴): تابع موجه A را با $Pl(A)$ نمایش می دهند. که حداکثر مقدار احتمال توزیع توان در میان عناصر A را اندازه گیری می کند. $Pl(A)$ را می توان بصورت زیر تعریف کرد:

$$Pl(A) = \sum_{B \cap A \neq \emptyset} m(B)$$

Pl(A)و Bel(A) را بـه ترتیـب حـد پـایین و حـد بالا احتمال می نامند و آن را با $[Bel(A), PL(A)]$ نمایش و این بازه را، بازه باور گویند. این فاصـــله منعکس کننده فاصـــله باور عدم اطمینان اســـت. برای گزاره های Bel(A) و Pl(A) روابط زیر برقرار است:

$$Pl(A) = 1 - Bel(A), Pl(A) \geq Bel(A)$$

همچنین عدم اطمینان A را می توان بصورت زیر نشان داد:

$$u(A) = Pl(A) - Bel(A)$$

www.SID.ir

Archive of SID

الگوریتم پیشنهادی برای انتخاب تامین‌کننده

در روش پیشـنهادی، پارامترهای مدل تصمیم گیری به عنوان مجموعه شواهد در نظر گرفته می‌شـود همچنین علاوه بر انتخاب گزینه مناسب، به کاهش عدم اطمینان در تصمیم گیری کمک می‌کند. این روش شامل ۳ مرحله می‌باشد:

مرحله اول) تحلیل رابطه ای خاکستری (GRA)، میانگین درجه رابطه بین گزینه‌های مستقل و درجه عدم اطمینان بین گزینه (x_{ij}) و میانگین گزینه ها $(\overline{x_i})$ را محاسبه می‌کند. مرحله دوم) محاسبه تابع جرم، این تابع منعکس کننده درجه عدم اطمینان هر شاخص می‌باشد. مرحله سوم) با استفاده از تئوری دمپستر-شافر و تابع باور گزینه‌های تصمیم رتبه‌بندی می‌شود. مبتنی بر این روش یک مجموعه (F, C) با m گزینه و شاخص n وجود دارد. گزینه را با A_i و شاخص را با C_j نمایش می دهند. رویه تصمیم‌گیری مبتنی بر این روش را می‌توان در گام های زیر خلاصه کرد:

گام ۱): ماتریس تصمیم $L = (I_{ij})_{m\times n}$ میزان عضویت گزینه i ام را در شاخص j ام طبق رابطه (۲) تشکیل می شود.

گام۲): محاسبه دنباله مرجع که بهترین مقدار I_{ij} را برای هر شاخص در نظر می‌گیرد و بصورت رابطه (۳) بیان می‌شود.

گام۳): محاسبه ماتریس تفاضل بین I_{ij} و R_0 (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۳):

$$\Delta d_{ij} = |R_0 - I_{ij}| \qquad \text{رابطه (۷)}$$

گام۴): محاسبه میانگین درجه نسبیت بین l_{ij} و R_0:

$$r_{ij} = \frac{min_{1\le i\le m}\Delta d_{ij} + \lambda max_{1\le i\le m}\Delta d_{ij}}{\Delta d_{ij} + \lambda max_{1\le i\le m}\Delta d_{ij}} \qquad \text{رابطه (۸)}$$

λ یا همان ضریب تمایز، یک عامل مهم تاثیر گذار بین تحلیل همبستگی و ارزش توزیع میانگین درجه نسبیت (r_{ij}) است. برای آنکه λ بتواند بصورت دقیق منعکس کننده درجه نسبیت بین l_{ij} و R_0 باشد، آن را $\lambda = 0.5$ در نظر می گیرند (تانگ[1]، ۲۰۱۵).

[1] Tang

www.SID.ir

Archive of SID

گام ۵): محاسبه درجه عدم اطمینان هر یک از شاخص‌ها:

$$DOI(C_j) = \frac{1}{m}\sqrt{\sum_{i=1}^{m}(r_{ij})^2} \qquad (j = 1,2,,\dots,n)$$ رابطه (۹)

گام ۶): محاسبه شاخص توالی ساختار با توجه به C_j که $l_j = (l_{1j}, l_{2j}, \dots, l_{mj})$ این در حالیست که $l_{ij} = l_{1j}/\sum_{i=1}^{m} l_{1j}$ ، سپس یک ماتریس شاخص توالی ساختار یا $l_j \quad (j = 1,2,\dots,n)$ بدست می‌آید.

گام ۷): محاسبه مقادیر تابع جرم هر گزینه l_j و θ با توجه هر شاخص C_j طبق رابطه زیر:

$$m_{c_j}(l_j) = l_{ij}\left(1 - Doi(C_j)\right) \quad (i = 1,\dots,m)(j = 1,\dots,n)$$ رابطه (۱۰)

$$m_{c_j}(\theta) = 1 - \sum_{i=1}^{m} m_j(i)$$ رابطه (۱۱)

در ماتریس تصمیم ترکیبی $m_{c_j}(l_j)$ و $m_{c_j}(\theta)$ به ترتیب با $m_j(i)$، $m_j(m+1)$ نشان داده می‌شود. $m_j(i)$میزان باور گزینه l_i باتوجه به شاخص C_j و $m_j(m+1)$ میزان باور کل عدم اطمینان باتوجه به شاخص C_j می‌باشد.

گام ۸): محاسبه میزان باورگزینه i ام طبق رابطه زیر دست می‌آید:

$$Bel(A) = \sum_{B \subseteq A} m(B)$$ رابطه (۱۲)

همچنین برای محاسبه تابع جرم شاخص jام از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$m_1 \oplus m_2 \dots \oplus m_n(A) = \frac{1}{1-K} \sum_{\cap_{I=1}^{n} A_i = \emptyset, A_i \subseteq \theta} m_1(A_1)m_2(A_2)\dots m_n(A_n)$$ رابطه

$$A \subseteq \theta, \ and \ k = \sum_{\cap_{I=1}^{n} A_i = \emptyset, A_i \subseteq \theta} m_1(A_1)m_2(A_2)\dots m_n(A_n) < 1$$ (۱۳)

گام ۹): گزینه i برحسب $\max bel\ (l_i)$ رتبه‌بندی می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

۴. کاربرد روش پیشنهادی در مسئله واقعی

در زنجیره‌تامین سخت افزار بدلیل وجود رقبای بسیار زیاد، انتخاب تامین‌کننده امری حیاتی برای بقا شرکت ها محسوب می‌شود. این تامین‌کنندگان باید بتوانند شاخص‌های مورد نظر خریدار و مصرف کننده نهایی را احصاء کنند. داده های تحقیق از یک شرکت سخت افزاری در ایران جمع‌آوری شده است که درصدد رتبه بندی ۱۲ تامین‌کننده یک کالای خاص هستند. درابتدا تامین‌کنندگانی را که حداقل شرایط احراز را نداشتند، کنار گذاشته و تامین‌کنندگان مناسب با توجه به شاخص‌های مد نظر ارزیابی می شوند.

انتخاب شاخص‌های ارزیابی و تعیین اوزان

در مرحله اول تحقیق، با کمک ۵ نفر از خبرگان صنعت سخت افزار، که از دانش کافی در حوزه خرید و تدارکات و سابقه حداقل ۱۰ ساله در این حوزه برخوردار بوده، مصاحبه صورت گرفت و در نهایت پس از بحث و توافق جمعی با تکیه بر شاخص‌های بیان شده در جدول ۱، از میان ۵۱ شاخص مربوط به توانمندی و ۹ شاخص مربوط به تمایل، به ترتیب ۵ (قیمت، تحویل، کیفیت، ظرفیت انبار و خدمات پس از فروش) و ۴ شاخص (صداقت و روابط باز، توافق متقابل، تمایل به اشتراک‌گذاری اطلاعات و روابط بلند مدت) انتخاب شدند. پس از تعیین شاخص ها و مبتنی بر روش BWM، مهم ترین و کم اهمیت ترین شاخص‌ها در هر یک از ابعاد از منظر هر خبره تعیین و سپس از آن ها خواسته شد میزان ارجحیت بهترین شاخص نسبت به بقیه شاخص‌ها (جدول ۳) و ارجحیت سایر شاخص‌ها به بدترین شاخص (جدول ۴) با اعداد ۱ تا ۹ پاسخ دهند. سپس مقادیر بهینه اوزان طبق مدل رابطه (۱) و نتایج آن در جدول ۵ آمده است. طبق نظر خبرگان میزان اهمیت دو بعد توانمندی و تمایل در انتخاب تامین کننده برابر بوده و اوزان بدست آمده هر شاخص در هر بعد در ۰,۵ ضرب شده تا وزن کلی هر شاخص در فرآیند ارزیابی و انتخاب تامین کننده بدست آید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: مقایسه بهترین شاخص نسبت به سایر شاخص ها

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	w_1	w_2	w_3	w_4
خبره ۱	۳	۴	۱	۶	۸	۳	۸	۱	۶
خبره ۲	۲	۵	۱	۷	۵	۴	۷	۱	۶
خبره ۳	۲	۴	۱	۶	۸	۱	۹	۲	۷
خبره ۴	۱	۵	۲	۸	۶	۳	۶	۱	۸
خبره ۵	۲	۳	۱	۸	۷	۵	۸	۱	۷

جدول ۴: مقایسه سایر شاخص ها با بدترین شاخص

	خبره ۱	خبره ۲	خبره ۳	خبره ۴	خبره ۵
c_1	۶	۵	۷	۸	۶
c_2	۵	۴	۴	۵	۴
c_3	۸	۷	۸	۶	۸
c_4	۲	۱	۲	۱	۱
c_5	۱	۲	۱	۲	۳
w_1	۵	۴	۹	۵	۶
w_2	۱	۱	۱	۲	۱
w_3	۸	۷	۷	۸	۸
w_4	۳	۲	۳	۱	۴

با توجه به مقایسات صورت گرفته بین شاخص‌ها مطابق با نظر خبرگان و تکنیک BWM شـــاخص کیفیـت بـا وزن ۰,۰۴۲۷۴ ظرفیـت انبـار با وزن ۰,۰۴۲۷ بترتیب با اهمیت ترین و کم اهمیت ترین شـاخص در بعد توانمندی بدسـت آمده است. همچنین شـاخص‌های توافق متقابل و تمایل به اشتراک گذاری اطلاعات بترتیب با وزن ۰,۰۵۷۶و ۰,۵۱۰۳ بااهمیت‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخص در بعد تمایل بدست آمده است.

جدول ۵ اوزان شاخص‌ها در دو بعد توانمندی و تمایل

شاخص‌های توانمندی	وزن محلی	وزن کلی	شاخص‌های تمایل	وزن محلی	وزن کلی
قیمت(c_1)	۰,۲۵۶۴	۰,۱۲۸۲	صداقت و روابط باز(w_1)	۰,۳۰۸۶	۰,۱۵۴۳
تحویل(c_2)	۰,۱۷۰۹	۰,۰۸۵۵	توافق متقابل(w_2)	۰,۰۵۷۶	۰,۰۲۸۸
کیفیت(c_3)	۰,۴۲۷۴	۰,۲۱۳۷	تمایل به اشتراک‌گذاری اطلاعات(w_3)	۰,۵۱۰۳	۰,۲۵۵۱
ظرفیت انبار(c_4)	۰,۰۴۲۷	۰,۰۲۱۴	روابط بلند مدت(w_4)	۰,۱۲۳۵	۰,۰۶۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

خدمات پس از فروش(c_5)	۰,۱۰۲۶	۰,۰۵۱۳			

رتبه بندی تامین‌کنندگان

بعد از تعیین وزن شاخص ها، امتیاز هر تامین‌کننده از منظر شاخص‌های هر بعد مشخص شد. سپس با استفاده از رابطه (۲) و تجمیع نظر خبرگان (میانگین حسابی) داده های اولیه بی مقیاس شدند و در نهایت امتیاز نرمالایز شده هر یک از تامین‌کنندگان در مقدار وزن هر یک از شاخص‌ها ضرب شده است. جدول ۶ نشان دهنده مقادیر نهایی موزون نرمالایز شده هر یک ازشاخص‌های تامین‌کنندگان در هر دو بعد است.

جدول ۶ ماتریس نرمالایز موزون دو بعد توانمندی و تمایل

	توانمندی					تمایل			
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	W_1	W_2	W_3	W_4
S_1	۰,۰۷۵	۰,۰۹۷	۰,۰۳۳۳	۰,۰۸۵	۰,۰۳۰۰	۰,۰۰۱۵	۰,۰۰۰۴	۰,۰۰۴۱	۰,۰۰۱۰
S_2	۰,۰۶۷۱	۰,۰۲۹۱	۰,۰۲۷۸	۰,۰۸۵	۰,۰۱۶۷	۰,۰۰۲۵	۰,۰۰۰۵	۰,۰۰۴۱	۰,۰۰۱۱
S_3	۰,۰۳۷۳	۰,۰۱۹۴	۰,۰۳۸۹	۰,۰۰۷۴	۰,۰۱۰۰	۰,۰۰۳۵	۰,۰۰۰۸	۰,۰۰۴۱	۰,۰۰۰۸
S_4	۰,۰۵۲۲	۰,۰۴۳۷	۰,۰۳۸۹	۰,۰۰۷۴	۰,۰۱۰۰	۰,۰۰۴۵	۰,۰۰۰۸	۰,۰۰۴۱	۰,۰۰۱۱
S_5	۰,۰۴۴۷	۰,۰۳۴۰	۰,۰۳۳۳	۰,۰۰۳۲	۰,۰۱۶۷	۰,۰۰۲۵	۰,۰۰۰۶	۰,۰۰۲۰	۰,۰۰۱۱
S_6	۰,۰۳۷۳	۰,۰۰۴۹	۰,۰۵۰۰	۰,۰۰۶۳	۰,۰۱۳۳	۰,۰۰۱۵	۰,۰۰۰۴	۰,۰۰۴۶	۰,۰۰۰۳
S_7	۰,۰۲۹۸	۰,۰۱۴۶	۰,۰۵۰۰	۰,۰۰۶۳	۰,۰۱۰۰	۰,۰۰۲۰	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۴۶	۰,۰۰۱۳
S_8	۰,۰۰۷۵	۰,۰۰۴۹	۰,۰۲۲۲	۰,۰۰۴۲	۰,۰۰۳۳	۰,۰۰۲۰	۰,۰۰۰۲	۰,۰۰۱۰	۰,۰۰۰۶
S_9	۰,۰۰۷۵	۰,۰۳۸۸	۰,۰۵۰۰	۰,۰۰۳۲	۰,۰۱۰۰	۰,۰۰۳۰	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۱۵	۰,۰۰۰۵
S_{10}	۰,۰۲۲۴	۰,۰۱۴۶	۰,۰۰۵۶	۰,۰۰۵۳	۰,۰۱۰۰	۰,۰۰۱۰	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۵	۰,۰۰۰۸
S_{11}	۰,۰۲۹۸	۰,۰۰۹۷	۰,۰۲۷۸	۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۳۳	۰,۰۰۲۵	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۲۶	۰,۰۰۰۸
S_{12}	۰,۰۴۴۷	۰,۰۲۹۱	۰,۰۲۲۲	۰,۰۰۷۴	۰,۰۱۳۳	۰,۰۰۲۰	۰,۰۰۰۵	۰,۰۰۲۶	۰,۰۰۱۰

مسئله ایی که وجود دارد این است که چگونه می توان تامین‌کننده ای انتخاب کرد هر دو بعد توانمندی و تمایل آن در سطح مطلوب قرار داشته باشند برای حل این مشکل، اولا هر یک از شاخص‌های بعد توانمندی و تمایل را دو به دو در نظر گرفته و آن را به صورت ماتریس زوجی (C_i, W_j) نشان داد و ثانیا برای بدست اوردن مقدار آن می توان متوسط هر یک از مقادیر را بدست آورد زیرا در اینصورت هر دو بعد را در نظر گرفته

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. در ادامه با گام های روش پیشنهادی تحقیق حاضر، می توان تامین‌کنندگان را از منظر دو بعد تمایل و توانمندی مورد ارزیابی قرار داده و رتبه بندی نمود.

گام۱: ماتریس انتخاب تامین‌کننده که ترکیب دو به دو (میانگین) هر یک از ابعاد درجدول ۷ آمده است.

گام۲: بردار تابع مرجع (R_0) که بهترین مقدار I_{ij} را برای هر شاخص طبق رابطه (۳) بدست و نتایج آن در سطر پایانی جدول ۷ آمده است.

گام۳: پس از بدست آوردن تابع مرجع مربوط به هر یک از شاخص‌ها نیاز است که اختلاف بین I_{ij} و R_0 را طبق رابطه (۷) محاسبه که ماتریس تفاضل آن در جدول ۸ مشاهده می‌شود.

گام۴ و ۵: در این قسمت با استفاده از ماتریس اختلاف و درجه رابطه ای بین I_{ij} و R_0 و رابطه (۸)، می توان r_{ij} را محاسبه کرد که نتایج آن در جدول ۹ آمده است. همچنین برای محاسبه تابع جرم ، نیاز است درجه عدم اطمینان هر گزینه $DOI\ (C_j)$ مطابق با رابطه (۹) بدست آید که در سطر پایانی جدول ۹ مشاهده می‌شود.

گام۶: ماتریس شاخص توالی ساختار مطابق با
جدول ۱۰ بدست می آید.

گام ۷: با استفاده از درجه عدم اطمینان بدست آمده طبق رابطه (۹)، می توان مقادیر تابع جرم هر گزینه را با روابط (۱۰) و (۱۱) محاسبه که نتایج آن در
جدول ۱۱ مشاهده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه میانگین خاکستری بین I_{ij} و R_0

(c4,w4)	(c4,w3)	(c4,w2)	(c4,w1)	(c3,w4)	(c3,w3)	(c3,w2)	(c3,w1)	(c2,w4)	(c2,w3)	(c2,w2)	(c2,w1)	(c1,w4)	(c1,w3)	(c1,w2)
.954	1.000	0.974	0.654	0.569	0.586	0.573	0.561	0.367	0.381	0.364	0.361	0.335	0.345	0.334
.000	1.000	1.000	0.797	0.501	0.516	0.503	0.505	0.576	0.590	0.569	0.558	1.000	1.000	1.000
.708	0.788	0.828	0.786	0.660	0.676	0.677	0.686	0.446	0.463	0.448	0.453	0.500	0.513	0.505
.759	0.788	0.828	1.000	0.666	0.676	0.677	0.707	1.000	1.000	1.000	1.000	0.669	0.678	0.673
.387	0.349	0.396	0.369	0.572	0.558	0.577	0.575	0.671	0.641	0.666	0.641	0.574	0.562	0.575
.534	0.711	0.603	0.474	0.959	1.000	1.000	0.940	0.333	0.353	0.334	0.333	0.496	0.517	0.501
.630	0.711	0.594	0.507	1.000	1.000	0.996	0.959	0.406	0.423	0.399	0.398	0.448	0.460	0.445
.414	0.350	0.427	0.391	0.441	0.436	0.444	0.447	0.335	0.333	0.333	0.336	0.334	0.333	0.334
.360	0.334	0.372	0.389	0.966	0.888	0.988	1.000	0.783	0.739	0.780	0.767	0.333	0.335	0.333
.488	0.368	0.487	0.394	0.333	0.333	0.333	0.333	0.402	0.390	0.398	0.391	0.401	0.394	0.400
.333	0.333	0.333	0.333	0.497	0.500	0.498	0.505	0.366	0.371	0.363	0.368	0.445	0.447	0.444
.732	0.603	0.776	0.594	0.444	0.449	0.448	0.447	0.574	0.566	0.571	0.551	0.572	0.567	0.574
.186	**0.190**	**0.195**	**0.171**	**0.193**	**0.193**	**0.196**	**0.194**	**0.161**	**0.160**	**0.160**	**0.159**	**0.156**	**0.157**	**0.156**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷ ابعاد ترکیبی ماتریس تصمیم

(c_5,w_4)	(c_5,w_3)	(c_5,w_2)	(c_5,w_1)	(c_4,w_4)	(c_4,w_3)	(c_4,w_2)	(c_4,w_1)	(c_3,w_4)	(c_3,w_3)	(c_3,w_2)	(c_3,w_1)	(c_2,w_4)	(c_2,w_3)	(c_2,w_2)	(c_2,w_1)	(c_1,w_4)	(c_1,w_3)	(c_1,w_2)	(c_1,w_1)	
0.015	0.017	0.015	0.016	0.005	0.006	0.004	0.005	0.017	0.019	0.017	0.017	0.005	0.007	0.005	0.006	0.004	0.006	0.004	0.004	**S1**
0.009	0.010	0.009	0.010	0.005	0.006	0.004	0.005	0.014	0.016	0.014	0.015	0.015	0.017	0.015	0.016	0.034	0.036	0.034	0.035	**S2**
0.005	0.007	0.005	0.007	0.004	0.006	0.004	0.005	0.020	0.021	0.020	0.021	0.010	0.012	0.010	0.011	0.019	0.021	0.019	0.020	**S3**
0.011	0.012	0.010	0.012	0.004	0.006	0.004	0.006	0.020	0.021	0.020	0.022	0.022	0.024	0.022	0.024	0.027	0.028	0.026	0.028	**S4**
0.009	0.009	0.009	0.010	0.002	0.003	0.002	0.003	0.017	0.018	0.017	0.018	0.018	0.018	0.017	0.018	0.023	0.023	0.023	0.024	**S5**
0.007	0.009	0.007	0.007	0.003	0.005	0.003	0.004	0.025	0.027	0.025	0.026	0.003	0.005	0.003	0.003	0.019	0.021	0.019	0.019	**S6**
0.006	0.007	0.005	0.006	0.004	0.005	0.003	0.004	0.026	0.027	0.025	0.026	0.008	0.010	0.007	0.008	0.016	0.017	0.015	0.016	**S7**
0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.011	0.012	0.011	0.012	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	**S8**
0.005	0.006	0.005	0.006	0.002	0.002	0.002	0.003	0.025	0.026	0.025	0.026	0.020	0.020	0.019	0.021	0.004	0.004	0.004	0.005	**S9**
0.005	0.005	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.008	0.008	0.007	0.008	0.012	0.011	0.011	0.012	**S10**
0.002	0.003	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.014	0.015	0.014	0.015	0.005	0.006	0.005	0.006	0.015	0.016	0.015	0.016	**S11**
0.007	0.008	0.007	0.008	0.004	0.005	0.004	0.005	0.012	0.012	0.011	0.012	0.015	0.016	0.015	0.016	0.023	0.024	0.023	0.023	**S12**
0.015	**0.017**	**0.015**	**0.016**	**0.005**	**0.006**	**0.004**	**0.006**	**0.026**	**0.027**	**0.025**	**0.026**	**0.022**	**0.024**	**0.022**	**0.024**	**0.034**	**0.036**	**0.034**	**0.035**	R_0

جدول ۸ ماتریس تفاوت I_{ij} و R_0

(c_5,w_4)	(c_5,w_3)	(c_5,w_2)	(c_5,w_1)	(c_4,w_4)	(c_4,w_3)	(c_4,w_2)	(c_4,w_1)	(c_3,w_4)	(c_3,w_3)	(c_3,w_2)	(c_3,w_1)	(c_2,w_4)	(c_2,w_3)	(c_2,w_2)	(c_2,w_1)	(c_1,w_4)	(c_1,w_3)	(c_1,w_2)	(c_1,w_1)	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.009	0.008	0.009	0.017	0.017	0.017	0.018	0.030	0.030	0.030	0.030	**S1**
0.007	0.007	0.007	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.011	0.011	0.011	0.007	0.007	0.007	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	**S2**
0.010	0.010	0.010	0.009	0.001	0.001	0.000	0.000	0.006	0.006	0.005	0.005	0.012	0.012	0.012	0.013	0.015	0.015	0.015	0.014	**S3**
0.005	0.005	0.005	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	0.006	0.006	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.007	0.007	0.006	**S4**
0.007	0.008	0.007	0.006	0.003	0.004	0.003	0.003	0.008	0.010	0.008	0.009	0.005	0.006	0.005	0.006	0.011	0.012	0.011	0.011	**S5**
0.009	0.008	0.008	0.008	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.020	0.019	0.020	0.021	0.015	0.015	0.015	0.015	**S6**
0.010	0.010	0.010	0.010	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.014	0.015	0.016	0.019	0.018	0.019	0.019	**S7**
0.013	0.015	0.013	0.013	0.002	0.004	0.002	0.003	0.014	0.016	0.014	0.014	0.020	0.021	0.020	0.021	0.030	0.031	0.030	0.030	**S8**
0.010	0.011	0.010	0.009	0.003	0.004	0.003	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.003	0.004	0.003	0.003	0.030	0.031	0.030	0.030	**S9**
0.010	0.012	0.010	0.010	0.002	0.003	0.002	0.003	0.022	0.024	0.022	0.023	0.015	0.016	0.015	0.016	0.023	0.024	0.023	0.023	**S10**
0.013	0.014	0.013	0.013	0.003	0.004	0.003	0.004	0.011	0.012	0.011	0.011	0.017	0.018	0.017	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	**S11**
0.008	0.009	0.008	0.008	0.001	0.001	0.000	0.001	0.014	0.015	0.014	0.014	0.007	0.008	0.007	0.009	0.011	0.012	0.011	0.011	**S12**

جدول ۱۰: ماتریس شاخص توالی ساختار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹: درجه رابطه میانگین خاکستری بین I_{ij} و R_0

(c_5,w_4)	(c_5,w_3)	(c_5,w_2)	(c_5,w_1)	(c_4,w_4)	(c_4,w_3)	(c_4,w_2)	(c_4,w_1)	(c_3,w_4)	(c_3,w_3)	(c_3,w_2)	(c_3,w_1)	(c_2,w_4)	(c_2,w_3)	(c_2,w_2)	(c_2,w_1)	(c_1,w_4)	(c_1,w_3)	(c_1,w_2)	(c_1,w_1)	
1.000	1.000	1.000	1.000	0.954	1.000	0.974	0.654	0.569	0.586	0.573	0.561	0.367	0.381	0.364	0.361	0.335	0.345	0.334	0.333	**S1**
0.506	0.527	0.504	0.515	1.000	1.000	1.000	0.797	0.501	0.516	0.503	0.505	0.576	0.590	0.569	0.558	1.000	1.000	1.000	1.000	**S2**
0.401	0.426	0.408	0.421	0.708	0.788	0.828	0.786	0.660	0.676	0.677	0.686	0.446	0.463	0.448	0.453	0.500	0.513	0.505	0.731	**S3**
0.578	0.598	0.585	0.651	0.759	0.788	0.828	1.000	0.666	0.676	0.677	0.707	1.000	1.000	1.000	1.000	0.669	0.678	0.673	1.000	**S4**
0.506	0.492	0.508	0.515	0.387	0.349	0.396	0.369	0.572	0.558	0.577	0.575	0.671	0.641	0.666	0.641	0.574	0.562	0.575	1.000	**S5**
0.438	0.479	0.447	0.440	0.534	0.711	0.603	0.474	0.959	1.000	1.000	0.940	0.333	0.353	0.334	0.333	0.496	0.517	0.501	0.870	**S6**
0.407	0.433	0.401	0.402	0.630	0.711	0.594	0.507	1.000	1.000	0.996	0.959	0.406	0.423	0.399	0.398	0.448	0.460	0.445	0.781	**S7**
0.333	0.333	0.334	0.333	0.414	0.350	0.427	0.391	0.441	0.436	0.444	0.447	0.335	0.333	0.333	0.336	0.334	0.333	0.334	0.588	**S8**
0.397	0.397	0.399	0.414	0.360	0.334	0.372	0.389	0.966	0.888	0.988	1.000	0.783	0.739	0.780	0.767	0.333	0.335	0.333	0.594	**S9**
0.401	0.387	0.399	0.390	0.488	0.368	0.487	0.394	0.333	0.333	0.333	0.333	0.402	0.390	0.398	0.391	0.401	0.394	0.400	0.695	**S10**
0.335	0.345	0.333	0.338	0.333	0.333	0.333	0.333	0.497	0.500	0.498	0.505	0.366	0.371	0.363	0.368	0.445	0.447	0.444	0.787	**S11**
0.447	0.450	0.450	0.447	0.732	0.603	0.776	0.594	0.444	0.449	0.448	0.447	0.574	0.566	0.571	0.551	0.572	0.567	0.574	0.570	**S12**
0.147	**0.149**	**0.147**	**0.150**	**0.186**	**0.190**	**0.195**	**0.171**	**0.193**	**0.193**	**0.196**	**0.194**	**0.161**	**0.160**	**0.160**	**0.159**	**0.156**	**0.157**	**0.156**	**0.223**	DOI

(c_5,w_4)	(c_5,w_3)	(c_5,w_2)	(c_5,w_1)	(c_4,w_4)	(c_4,w_3)	(c_4,w_2)	(c_4,w_1)	(c_3,w_4)	(c_3,w_3)	(c_3,w_2)	(c_3,w_1)	(c_2,w_4)	(c_2,w_3)	(c_2,w_2)	(c_2,w_1)	(c_1,w_4)	(c_1,w_3)	(c_1,w_2)	(c_1,w_1)	
0.185	0.177	0.188	0.170	0.117	0.119	0.118	0.101	0.084	0.086	0.083	0.081	0.041	0.048	0.039	0.040	0.021	0.027	0.020	0.022	**S1**
0.106	0.108	0.106	0.104	0.119	0.119	0.120	0.112	0.070	0.073	0.070	0.071	0.115	0.115	0.115	0.113	0.171	0.168	0.172	0.167	**S2**
0.065	0.073	0.067	0.073	0.102	0.109	0.110	0.111	0.097	0.099	0.098	0.099	0.077	0.082	0.079	0.082	0.096	0.098	0.097	0.098	**S3**
0.126	0.125	0.129	0.132	0.106	0.109	0.110	0.121	0.097	0.099	0.098	0.101	0.170	0.166	0.173	0.172	0.134	0.133	0.135	0.136	**S4**
0.106	0.097	0.107	0.104	0.054	0.049	0.051	0.058	0.084	0.081	0.084	0.084	0.134	0.125	0.135	0.130	0.115	0.110	0.116	0.114	**S5**
0.082	0.093	0.085	0.080	0.083	0.104	0.090	0.080	0.123	0.125	0.124	0.120	0.020	0.033	0.020	0.023	0.094	0.099	0.096	0.093	**S6**
0.068	0.076	0.064	0.065	0.095	0.104	0.089	0.085	0.125	0.125	0.124	0.121	0.060	0.067	0.058	0.059	0.078	0.081	0.077	0.076	**S7**
0.024	0.023	0.022	0.029	0.061	0.050	0.059	0.063	0.056	0.053	0.055	0.057	0.021	0.020	0.020	0.024	0.020	0.020	0.019	0.023	**S8**
0.063	0.060	0.063	0.070	0.046	0.045	0.044	0.063	0.123	0.118	0.124	0.124	0.150	0.140	0.151	0.149	0.020	0.021	0.019	0.025	**S9**
0.065	0.055	0.063	0.059	0.076	0.055	0.072	0.064	0.015	0.014	0.014	0.015	0.058	0.052	0.057	0.055	0.058	0.054	0.057	0.056	**S10**
0.025	0.031	0.021	0.031	0.036	0.044	0.030	0.047	0.070	0.070	0.069	0.071	0.040	0.043	0.038	0.043	0.077	0.076	0.076	0.078	**S11**
0.086	0.083	0.086	0.083	0.104	0.094	0.107	0.096	0.056	0.057	0.056	0.057	0.114	0.110	0.115	0.111	0.115	0.112	0.115	0.112	**S12**

جدول ۱۱: مقادیر تابع جرم

www.SID.ir

Archive of SID

(c_5,w_4)	(c_5,w_3)	(c_5,w_2)	(c_5,w_1)	(c_4,w_4)	(c_4,w_3)	(c_4,w_2)	(c_4,w_1)	(c_3,w_4)	(c_3,w_3)	(c_3,w_2)	(c_3,w_1)	(c_2,w_4)	(c_2,w_3)	(c_2,w_2)	(c_2,w_1)	(c_1,w_4)	(c_1,w_3)	(c_1,w_2)	(c_1,w_1)	
0.158	0.151	0.160	0.145	0.096	0.096	0.095	0.084	0.067	0.069	0.067	0.066	0.034	0.040	0.033	0.034	0.018	0.023	0.017	0.017	**S1**
0.091	0.092	0.090	0.088	0.097	0.096	0.096	0.092	0.057	0.059	0.056	0.057	0.097	0.097	0.097	0.095	0.145	0.142	0.145	0.130	**S2**
0.055	0.062	0.057	0.062	0.083	0.088	0.089	0.092	0.078	0.080	0.079	0.080	0.065	0.069	0.066	0.069	0.081	0.082	0.082	0.076	**S3**
0.108	0.106	0.110	0.112	0.086	0.088	0.089	0.100	0.079	0.080	0.079	0.082	0.143	0.139	0.145	0.144	0.113	0.112	0.114	0.106	**S4**
0.091	0.083	0.091	0.088	0.044	0.040	0.041	0.048	0.068	0.065	0.067	0.067	0.112	0.105	0.113	0.109	0.097	0.093	0.098	0.088	**S5**
0.070	0.079	0.072	0.068	0.068	0.084	0.072	0.066	0.099	0.101	0.100	0.097	0.017	0.028	0.017	0.019	0.080	0.083	0.081	0.072	**S6**
0.058	0.065	0.054	0.055	0.077	0.084	0.072	0.070	0.101	0.101	0.100	0.098	0.051	0.056	0.048	0.050	0.066	0.069	0.065	0.059	**S7**
0.020	0.019	0.019	0.024	0.049	0.040	0.048	0.053	0.045	0.043	0.044	0.046	0.018	0.017	0.016	0.020	0.017	0.017	0.016	0.018	**S8**
0.054	0.051	0.053	0.060	0.037	0.036	0.035	0.052	0.099	0.095	0.099	0.100	0.125	0.118	0.127	0.125	0.017	0.018	0.016	0.019	**S9**
0.055	0.046	0.053	0.051	0.062	0.044	0.058	0.053	0.012	0.011	0.011	0.012	0.049	0.044	0.048	0.047	0.049	0.046	0.048	0.044	**S10**
0.021	0.026	0.018	0.027	0.030	0.036	0.024	0.039	0.056	0.056	0.055	0.057	0.034	0.036	0.032	0.037	0.065	0.064	0.064	0.060	**S11**
0.073	0.070	0.073	0.070	0.085	0.076	0.086	0.079	0.046	0.046	0.045	0.046	0.096	0.092	0.097	0.099	0.102	0.099	0.102	0.087	**S12**
0.147	**0.149**	**0.147**	**0.150**	**0.186**	**0.190**	**0.195**	**0.171**	**0.193**	**0.193**	**0.196**	**0.194**	**0.161**	**0.160**	**0.160**	**0.153**	**0.151**	**0.152**	**0.151**	**0.223**	m_j

www.SID.ir

Archive of SID

گام ۸ و ۹: در این گام تابع باور هر گزینه طبق رابطه (۱۳) بدست آمده و رتبه هر یک از تامین‌کنندگان براساس $\max bel\ (l_i)$ مطابق جدول ۱۲ انجام می‌شود.

جدول ۱۲ رتبه‌بندی نهایی تامین‌کنندگان مبتنی بر تابع باور

تامین کننده	ارزش تابع باور	رتبه
S1	$Bel\left(\{s_1\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_1\}\right)=0.2473$	6
S2	$Bel\left(\{s_2\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_2\}\right)=0.3244$	2
S3	$Bel\left(\{s_3\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_3\}\right)=0.2584$	5
S4	$Bel\left(\{s_4\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_4\}\right)=0.3598$	1
S5	$Bel\left(\{s_5\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_5\}\right)=0.2693$	3
S6	$Bel\left(\{s_6\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_6\}\right)=0.2399$	8
S7	$Bel\left(\{s_7\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_7\}\right)=0.2442$	7
S8	$Bel\left(\{s_8\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_8\}\right)=0.1049$	12
S9	$Bel\left(\{s_9\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_9\}\right)=0.2291$	9
S10	$Bel\left(\{s_{10}\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_{10}\}\right)=0.1412$	11
S11	$Bel\left(\{s_{11}\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_{11}\}\right)=0.1456$	10
S12	$Bel\left(\{s_{12}\}\right)=m_1\oplus m_2\oplus m_3\cdots\oplus m_{20}\left(\{s_{12}\}\right)=0.2648$	4

نتایج حاکی از رتبه بندی به این صورت است که اولویت انتخاب تامین کنندگان به صورت زیر می باشد:

$$S_4 \succcurlyeq S_2 \succcurlyeq S_5 \succcurlyeq S_{12} \succcurlyeq S_3 \succcurlyeq S_1 \succcurlyeq S_7 \succcurlyeq S_6 \succcurlyeq S_9 \succcurlyeq S_{11} \succcurlyeq S_{10} \succcurlyeq S_8$$

۵. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق، یک چارچوب برای کاهش عدم اطمینان در زنجیره‌تامین از طریق انتخاب تامین‌کننده مناسب با بکارگیری تحلیل رابطه ای خاکستری و تئوری دمپستر شافر ارائه شده است. نتایج بدست آمده حاصل از رویکرد ترکیب ارائه شده مورد تایید مدیران قرار گرفته و تا حدود زیادی منطبق بر نتایج دنیای واقعی بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج این تحقیق در چند بخش ارائه شده است. در بخش اول، با استفاده از نظر خبرگان و BWM اوزان شاخص‌ها بدست آمد. در بعد توانمندی، شاخص‌های کیفیت و ظرفیت انبار به ترتیب مهمترین و کم اهمیت ترین شاخص می‌باشند. در هر صنعت و شرکتی، کیفیت به عنوان مزیت رقابتی محسوب می‌شود و نیز می‌توان در نتایج تحققیات هاله و حمیدی[1] (۲۰۱۱)، موخرجی و کار[2] (۲۰۱۳) و کانان و تان[3] (۲۰۰۲) دیده می‌شود. در صنعت سخت‌افزار، بدلیل سرعت پیشرفت تکنولوژی، ذخیره‌سازی در انبار جزء برای کالاهای استراتزیک نیاز نیست ودر عصر رقابت کنونی به عنوان اتلاف محسوب می‌شود که در مطالعه کانان و تان(۲۰۰۲) می‌توان مشاهده کرد. در بعد تمایل، شاخص‌های تمایل به نشر اطلاعات وتوافق متقابل مهم‌ترین وکم‌اهمیت ترین شاخص می باشند. با پیشرفت و گسترش ابزارهای اطلاعاتی، انتشار و به اشتراک‌گذاری اطلاعات از عوامل کلیدی هر زنجیره محسوب می‌شود که نمود آن در کو و لین[4] (۲۰۱۲) دیده می‌شود. همچنین به دلیل وجود تعداد تامین‌کنندگان زیاد، شاید شاخص توافق متقابل اهمیت کمتری در تعامل خریدار و فروشنده دارد.

در ادامه تحقیق، شاخص‌های دوبعد تمایل و توانمندی طبق روابط حاکم بر تحلیل رابطه ای خاکستری و دمپستر شافر ترکیب شدند که نتایج آن در جداول ۷-۱۱ دیده می‌شود. در فاز نهایی تحقیق، گزینه‌های مدنظر با استفاده از تابع باور رتبه‌بندی نهایی تامین‌کنندگان در جدول ۱۲ آمده است. تامین‌کنندگان شماره ۴ و ۲ به ترتیب رتبه های اول و دوم و تامین‌کننده شماره ۸ رتبه آخر را کسب کردند. تامین‌کننده شماره ۴ در همه شاخص‌ها امتیاز بالاتر از میانگین را به خود اختصاص داد به ویژه در شاخص‌هایی مانند کیفیت و تمایل به نشر اطلاعات که از وزن بالایی برخوردار هستند. همچنین تامین‌کننده شماره ۲، عملکرد ضعیف‌تری نسبت به تامین‌کننده شماره ۴ دارد اما جزء در دو شاخص،

[1] Haleh & Hamidi
[2] Mukherjee & Kar
[3] Kannan & Tan
[4] Kuo & Lin

www.SID.ir

Archive of SID

در سایر شاخص‌ها امتیاز بالاتر از میانگین را دارد. در نهایت به منظور اعتبار بخشیدن به الگوریتم پیشنهادی برای ارزیابی تامین کنندگان، مجدد جلسه ای با خبرگان تحقیق و مدیران شرکت برگزار شد و آنها پس از بررسی عملکرد هر یک از تامین کنندگان و رتبه بندی ارائه شده، نتایج این الگوریتم را معتبر دانستند. شرکت باید با برنامه های مختلف برای حفظ و رابطه با این تامین‌کنندگان تلاش کند، چرا که همکاری با این تامین‌کنندگان می‌تواند به افزایش رضایت مشتری و سود آوری منتهی شود. قابل تأمل است که دو شاخص کیفیت و تمایل به نشر اطلاعات نقش به سزایی در رتبه بندی عملکرد تامین‌کنندگان دارد و تامین‌کنندگان باید با شناخت نیازهای مشتریان خود نسبت به توسعه خود در بهبود این دو شاخص عملکردی نمایند. تامین‌کننده شماره ۸ نیز به دلیل ضعف در عملکرد خود در همه شاخص‌ها که امتیازات پایین تر از میانگین را دارد، رتبه آخر را کسب کرده است. این تامین‌کننده و تامین‌کنندگانی که در هر دو بعد تمایل و توانمندی ضعیف هستند نباید به عنوان تامین‌کننده اصلی در نظر گرفته شوند، بلکه می توان برای خرید کالاهای غیر استراتژیک استفاده نمود که منافع شرکت را به خطر نمی اندازد. البته برای همکاری در زنجیره‌تامین و کمک به ارتقاء این تامین‌کنندگان، می توان با برنامه های آموزشی و انگیزشی آنهارا توسعه داد. این تحقیق برای انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره‌تامین کلی بوده است، این در حالیست که در مطالعات اخیر توجه زیادی به انتخاب تامین‌کنندگان در پارادایم‌های زنجیره‌تامین (چابک، سبز، تاب آور و ...) می‌شود. لذا می‌توان از رویکرد ترکیبی ارائه شده در پارادایم‌های مختلف زنجیره‌تامین ارائه شود و در پایان می‌توان از سایر روش‌ها وزن‌دهی به جای BWM در این رویکرد ترکیبی استفاده شود.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

Aggarwal, P., Bhatt, D., Devabhaktuni, V., & Bhattacharya, P. (2013). Dempster Shafer neural network algorithm for land vehicle navigation application. *Information Sciences*, *253*, 26-33.

Amin, S. H., Razmi, J., & Zhang, G. (2011). Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear programming. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 334–342

Azadeh, A., & Alem, S. M. (2010). A flexible deterministic, stochastic and fuzzy Data Envelopment Analysis approach for supply chain risk and vendor selection problem: Simulation analysis. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7438–7448.

Badri Ahmadi, H., Kusi-Sarpong, S., & Rezaei, J. (2017). Assessing the social sustainability of supply chains using Best Worst Method. *Resources, Conservation and Recycling*, 126(July), 99–106.

Bai, C., Rezaei, J., & Sarkis, J. (2017). Multicriteria Green Supplier Segmentation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–14.

Baraldi, P., Compare, M., & Zio, E. (2013). Maintenance policy performance assessment in presence of imprecision based on Dempster–Shafer Theory of Evidence. *Information Sciences*, *245*, 112-131.

Büyüközkan, G., & Ifi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000–3011.

Chai, J., Liu, J. N. K., & Ngai, E. W. T. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, 40(10), 3872–3885.

Chen, L. Y., & Wang, T. C. (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233–242.

www.SID.ir

Archive of SID

Chitsaz, N., & Azarnivand, A. (2017). Water Scarcity Management in Arid Regions Based on an Extended Multiple Criteria Technique. *Water Resources Management*, 31(1), 233–250.

De Oliveira Silva, L. G., & de Almeida-Filho, A. T. (2016). A multicriteria approach for analysis of conflicts in evidence theory. *Information Sciences, 346*, 275-285.

Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2014). Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 156–167.

Fallah Lajimi, H., Mohammadi Kani, Z., and Rasooli Khatir, Z. (2019). Applying of Piecewise Linear Value Functions in LARG Suppliers Ranking: Multi-Criteria Decision Making Mixed Approach. *Industrial management vision Quarterly*, 33, 115-140. (In Persian).

Galankashi, M. R., Helmi, S. A., & Hashemzahi, P. (2016). Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard-fuzzy AHP approach. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 93–100.

Guo, C., Liu, X., Jin, M., & Lv, Z. (2016). The research on optimization of auto supply chain network robust model under macroeconomic fluctuations. *Chaos, Solitons & Fractals*, 89, 105–114.

Gupta, H., & Barua, M. K. (2017). Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS. *Journal of Cleaner Production*, 152, 242–258.

Haleh, H., & Hamidi, A. (2011). A fuzzy MCDM model for allocating orders to suppliers in a supply chain under uncertainty over a multi-period time horizon. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9076–9083.

Julong, D. (1989). Introduction to grey system theory. The Journal of Grey System.

Kannan, D., Jabbour, A. B. L. de S., & Jabbour, C. J. C. (2014). Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. European *Journal of Operational Research*, 233(2), 432–447.

www.SID.ir

Archive of SID

Kannan, V. R., & Tan, K. C. (2002). Supplier selection and assessment: Their impact on business performance. *Journal of supply chain management*, *38*(3), 11-21.

Kar, A. K. (2015). A hybrid group decision support system for supplier selection using analytic hierarchy process, fuzzy set theory and neural network. *Journal of Computational Science*, 6, 23–33.

Kellner, F., Lienland, B., & Utz, S. (2019). An a posteriori decision support methodology for solving the multi-criteria supplier selection problem. *European Journal of Operational Research*, *272*(2), 505-522.

Kuo, R. J., & Lin, Y. J. (2012). Supplier selection using analytic network process and data envelopment analysis. *International Journal of Production Research*, 50(11), 2852–2863.

Lee, C. C., & Ou-Yang, C. (2009). A neural networks approach for forecasting the supplier's bid prices in supplier selection negotiation process. *Expert Systems with Applications*, 36(2 PART 2), 2961–2970.

Li, G.D., Yamaguchi, D. and Nagai, M., 2007. A grey-based decision-making approach to the supplier selection problem. Mathematical and computer modelling, 46(3), pp.573-581.

Lima Junior, F. R., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21, 194–209.

Lima-Junior, F. R., & Carpinetti, L. C. R. (2016). Combining SCOR model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management. *International Journal of Production Economics*, 174, 128–141.

Lin, T. C. (2010). Switching-based filter based on Dempster's combination rule for image processing. *Information Sciences*, *180*(24), 4892-4908.

Mızrak Özfirat, P., Tuna Taşoglu, G., & Tunçel Memiş, G. (2014). A fuzzy analytic hierarchy process methodology for the supplier selection problem. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(3), 292–301.

www.SID.ir

Archive of SID

Mukherjee, S., & Kar, S. (2013). A three phase supplier selection method based on fuzzy preference degree. Journal of King Saud University. *Computer and Information Sciences*, 25(2), 173–185.

Nazari-Shirkouhi, S., Shakouri, H., Javadi, B., & Keramati, A. (2013). Supplier selection and order allocation problem using a two-phase fuzzy multi-objective linear programming. *Applied Mathematical Modelling*, 37(22), 9308–9323.

Qin, J., Liu, X., & Pedrycz, W. (2017). An extended TODIM multi-criteria group decision making method for green supplier selection in interval type-2 fuzzy environment. *European Journal of Operational Research*, 258(2), 626–638.

Rezaeenour, J., Gazanfarinasrabad, M., Doroudi, A. (2017). Bulls-eye -Bulls-eye, developed method for MCDM with gray numbers for selecting the equipment supplier (case study selection and purchase of hospital equipment. *Industrial Management Journal*, 8(4), 601-624 (in Persian).

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, 64, 126–130.

Rezaei, J., & Ortt, J. R. (2011, September). Two multi-criteria approaches to supplier segmentation. In *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* (pp. 317-325). Springer, Berlin, Heidelberg.

Rezaei, J., & Ortt, R. (2013). Multi-criteria supplier segmentation using a fuzzy preference relations based AHP. *European Journal of Operational Research*. *225*(1), 75-84.

Rezaei, J., & Ortt, R. (2013). Supplier segmentation using fuzzy logic. *Industrial Marketing Management*, 42(4), 507–517.

Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J., & Tavasszy, L. (2016). A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method. *Journal of Cleaner Production*, 135, 577–588.

Rezaei, J., Wang, J., & Tavasszy, L. (2015). Linking supplier development to supplier segmentation using Best Worst Method. *Expert Systems with Applications*. *42*(23), 9152-9164.

www.SID.ir

Archive of SID

Safaei Ghadikolaei, A., Madhoshi, M., Jamalian, A. (2015). Presenting a Conceptual Model for Sustainable Supplier Selection (A case study in SAIPA supply chain). *Industrial Management Journal*, 7(4), 767-784 (*in Persian*).

Salimi, N. (2017). Quality assessment of scientific outputs using the BWM. *Scientometrics*, 112(1), 195–213.

Salimi, N., & Rezaei, J. (2018). Evaluating firms' R&D performance using best worst method. *Evaluation and Program Planning*, 66, 147–155.

Scott, J., Ho, W., Dey, P. K., & Talluri, S. (2015). A decision support system for supplier selection and order allocation in stochastic, multi-stakeholder and multi-criteria environments. *International Journal of Production Economics*, 166, 226–237.

Sevastjanov, P., & Dymova, L. (2015). Generalised operations on hesitant fuzzy values in the framework of Dempster–Shafer theory. *Information Sciences, 311*, 39-58.

Simić, D., Kovačević, I., Svirčević, V., & Simić, S. (2016). 50 years of fuzzy set theory and models for supplier assessment and selection: A literature review. *Journal of Applied Logic*. 24, 85-96.

Tang, H. (2015). A novel fuzzy soft set approach in decision making based on grey relational analysis and Dempster–Shafer theory of evidence. *Applied Soft Computing, 31*, 317-325.

Torabi, S. A., Giahi, R., & Sahebjamnia, N. (2016). An enhanced risk assessment framework for business continuity management systems. *Safety Science*, 89, 201–218.

Valipour Parkouhi, S., & Safaei Ghadikolaei, A. (2017). A resilience approach for supplier selection: Using Fuzzy Analytic Network Process and grey VIKOR techniques. *Journal of Cleaner Production*, 161, 431–451.

Wang, J. W., Cheng, C. H., & Huang, K. C. (2009). Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection. *Applied Soft Computing Journal*, 9(1), 377–386.

www.SID.ir

Archive of SID

Wood, D. A. (2016). Supplier selection for development of petroleum industry facilities, applying multi-criteria decision making techniques including fuzzy and intuitionistic fuzzy TOPSIS with flexible entropy weighting. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 28, 594–612.

Wu, Y., Chen, K., Zeng, B., Xu, H., & Yang, Y. (2016). Supplier selection in nuclear power industry with extended VIKOR method under linguistic information. *Applied Soft Computing*, 48, 444–457.

Zakeri, S., & Keramati, M. A. (2015). Systematic combination of fuzzy and grey numbers for supplier selection problem. Grey Systems: *Theory and Application*, 5(3), 313–343.

Zhang, J., & Tu, G. (2004). A new method to deal with the conflicts in the DS evidence theory. Statistics and Decision, 7, 21-22.

Zhang, X., Jin, F., & Liu, P. (2013). A grey relational projection method for multi-attribute decision making based on intuitionistic trapezoidal fuzzy number. *Applied Mathematical Modelling*, 37(5), 3467–3477.

www.SID.ir