Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

ارائه مدل ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره راف برای طراحی شبکه‌های توزیع

مقصود امیری[1]، سید علی ایازی[2]، فرزانه خسروانی[3]، جواد سیاهکالی مرادی[4]

1. استاد دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی (mg_amiri@yahoo.com)
2. دانشجوی دکتری مدیریت تحقیق در عملیات، دانشگاه علامه طباطبایی (ali.ayazi@yahoo.com)
3. دکترای مدیریت تولید و عملیات، دانشگاه تربیت مدرس (farzane.khosravani@yahoo.com)
4. دانشجوی دکتری مدیریت دولتی، گرایش مدیریت تطبیق و توسعه، پردیس فارابی دانشگاه تهران (syahkaly@gmail.com)

چکیده

در این پژوهش با استفاده از تئوری اعداد راف، به ارائه یک مدل ترکیبی تصمیم گیری چندهدفه و چندمعیاره پرداخته شده است. به همین منظور ابتدا مدل تحلیل سلسله مراتبی راف و مدل چندهدفه راف شرح داده شد. سپس به منظور عملیاتی شدن مدل و نشان دادن کاربردی بودن آن، یک مساله شبکه توزیع کالا مدلسازی و حل گردید. این مساله مربوط به یک شرکت رکن سوم (3PL) می باشد که در آن شرکت قصد دارد توزیع کالا به انبارهای خود را بر اساس نیاز خریداران و مشتریان خود بهینه کند. بر همین اساس دو گروه از معیارهای هزینه ای و خدماتی بر اساس پژوهش های صورت گرفته و از ادبیات موضوعی، استخراج شده است. سپس 4 انبار با ویژگی های مختلف، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی راف ارزیابی و رتبه بندی شدند. سپس میزان بهینه محصولی که باید برای هر یک از انبارها توزیع شود، با استفاده از مدل چند هدفه راف مشخص گردید.

واژگان کلیدی

شبکه توزیع، زنجیره تامین، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی راف، تصمیم گیری چند هدفه راف، تئوری مجموعه های راف

1. مقدمه

مسائل طراحی شبکه توزیع شامل تصمیم های استراتژیک می شود که تصمیمات عملیاتی را تحت تاثیر قرار می دهد. به طور کلی، برخی از فرض های ساده سازی مسائل، در پیشینه نظری وجود دارد و تنها بعضی از ابعاد تصمیم های شبکه پیچیده را در نظر می گیرد و مدلسازی شده است. برای مثال، برخی از محققین تنها مساله جایابی تسهیلات را در نظر می گیرند و مابقی تصمیمات استراتژیک را شامل نمی شود.

مسائل طراحی شبکه های توزیع شامل تحلیل های گوناگون است. این مسائل در برگیرنده تعیین بهترین مسیر انتقال کالا از تامین کنندگان تا نقاط تقاضا است که با انتخاب ساختار شبکه این مسیر مشخص می گردد. و از سوی دیگر این مسائل به دنبال کمینه سازی هزینه های کل شبکه است (Ambrosina & Scutella, 2005). انتخاب شبکه شامل لایه ها، انواع مختلف عملیات سازی تسهیلات در لایه ها و تعداد مکان های تسهیلات می شود.

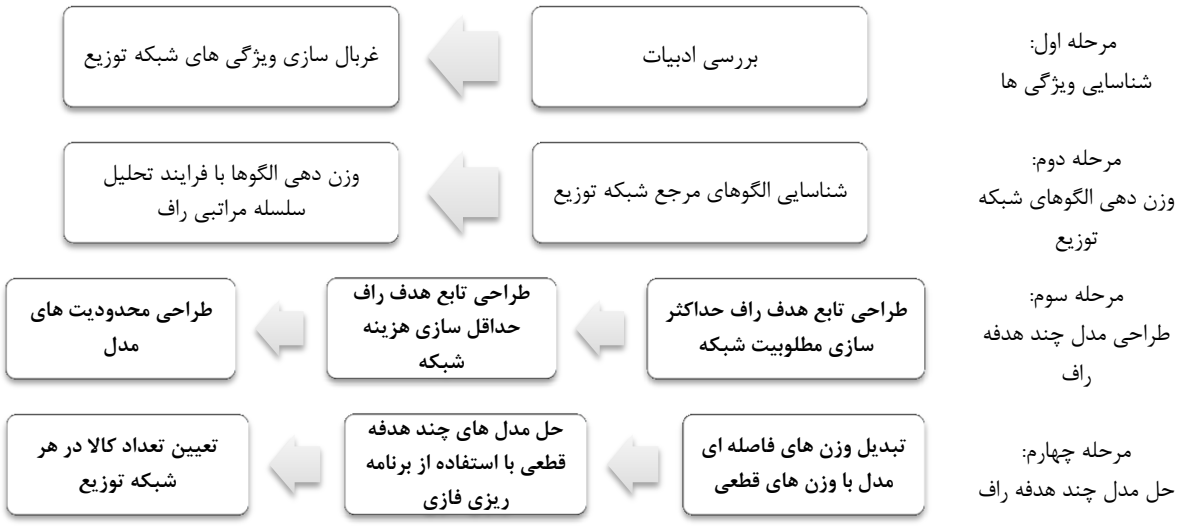
www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات گسترده ای در زمینه مسائل شبکه توزیع زنجیره تامین و لجستیک شده است. Chopra (2003) چهارچوب بسیار خوبی ار برای طراحی شبکه های توزیع در زنجیره تامین ارائه داده است. همچنین مسائل شبکه توزیع زنجیره تامین با استفاده از مدل های ریاضی مورد بررسی قرار گرفتند. غالب مدل های ریاضی تک هدفه بوده اند و به دنبال بهینه سازی میزان هزینه توزیع بوده اند. همچنین در این مدل ها، متغیرها و داده ها، به صورت قطعی در نظر گرفته شده اند.

Miranada و Garrido (2004) مدلی را برای میزان موجودی شبکه توزیع ارائه کردند. Ambrosina و Scutella (2005) مدل های مرتبط با مسائل جدید در طراحی شبکه توزیع را بررسی کردند. مدل ارائه شده توسط این دو، جایابی تسهیلات، انبارها، حمل و نقل و تصمیم گیری میزان موجودی را شامل می شود. این مدل شامل یک تابع هدف است که به دنبال کمینه سازی هزینه ها شبکه توزیع است. Amiri (2006) روشی برای مدلسازی و حل کارای طراحی شبکه توزیع در زنجیره تامین را ارائه کرده است. این پژوهش به دنبال انتخاب تعداد تسهیلات و انبارهای بهینه برای یک شبکه توزیع است که علاوه بر برآورد تقاضای تمامی مشتریان، هزینه های بکه توزیع حداقل گردد. Subulan و همکاران (2015) روشی را برای مدلسازی شبکه توزیع زنجیره تامین با استفاده از برنامه ریزی آرمانی ارائه داده اند. Talaei و همکاران (2015) مدل برنامه ریزی ریاضی برای بهینه سازی طراحی شبکه زنجیره تامین مورد بررسی قرار دادند. Baykasogul و Subulan (2015) از برنامه ریزی خطی برای مساله توزیع شبکه لجستیک استفاده کردند که در این مدل از متغیرهای تصمیم فازی استفاده کردند.

انتخاب نوع استراتژی در شکل عملیاتی سازی شبکه توزیع زنجیره تامین بسیار اهیمت دارد. شیوه های مختلفی برای توزیع وجود دارد. با توسعه فناوری اطلاعات و تجارت الکترونیک و شیوه های متنوع فروش، استفاده از بیش از یک نوع شبکه توزیع را توجیه پذیر می کند. این شبکه ها دارای اهمیت های متفاوتی هستند. در این مقاله روشی برای انتخاب و اولویت بندی شبکه های توزیع و همچنین میزان کالای توزیع شده در هر یک از شبکه ها ارائه می دهد. شکل 1 شیوه شکل دهی و مدلسازی ریاضی در قالب چهارچوب تحقیق ارائه شده است.



شکل 1. چهارچوب تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش ابتدا با بررسی ادبیات پژوهش، ویژگی های هر یک از شبکه های توزیع در مورد مطالعاتی شناسایی می شوند و سپس شبکه های توزیع مورد استفاده با استفاده از این ویژگی ها توسط خبرگان مورد ارزیابی قرار می گیرند. سپس با استفاده از وزن بدست آمده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی راف، تابع مطلوبیت استفاده از شبکه های توزیع بدست می آید. این تابع به صورت ماکزیمم سازی می باشد. همچنین یک تابع هدف برای هزینه استفاده از شبکه مدلسازی می شود که به صورت مینیمم سازی است. این دو تابع هدف تشکیل یک مدل چند هدفه با اعدا راف می دهد که محدودیت های آن مربوط به تقاضای پیش فرض هر شبکه و محدودیت های انتقال در هر شبکه می باشد. در نهایت با حل مدل چند هدفه با استفاده از برنامه ریزی فازی، میزان کالایی که می بایست در هر شبکه انتقال یابد به صورت عدد فاصله ای بدست می آید.

2) الگوهای شبکه توزیع

توزیع یکی از اجزای آمیخته بازاریابی است که در ساده‌ترین حالت، وظیفه انتقال محصول از محل تولید به محل خرید مشتری را به عهده دارد. به عبارت دیگر مهمترین وظیفه مدیریت توزیع این است که کالا را در زمان و مکان مناسب در دسترس مشتریان بالقوه قرار دهد. کانال توزیع مجموعه‌ای از سازمان‌ها و افراد وابسته است که کالا یا خدمت مورد نظر را در دسترس مشتریان نهایی قرار می‌دهد. درواقع کانال توزیع، تولیدکننده و مشتریان کالا را به یکدیگر متصل می‌کند (Knuutila et al., 2007).

براساس تعریف انجمن بازاریابان آمریکا، یک کانال توزیع، ساختاری از واحدهای سازمانی درون شرکت و واسطه‌های بیرون شرکت، عمده‌فروش‌ها و خرده‌فروش‌هایی هستند که کالا یا خدماتی را بازاریابی می‌کنند. تعریف کانال توزیع عمدتاً از بازاریابی داخلی سازمان شرکت و نیز سازمان‌های مستقل خارج از شرکت نام برده می‌شود، زیرا مدیر بازاریابی بایستی برای رسیدن به توزیع محصول از ترکیب هر دو بهره ببرد. به عبارت دیگر توزیع؛ انتقال فیزیکی کالاها از طریق کانال‌ها می‌باشد و کانال‌های ساخته شده از واحدهای ساختاری داخلی و خارجی هستند که عملیات رساندن کالا یا خدمات را انجام می‌دهند (ساوجی، 1387).

انتخاب کانال‌های توزیع بستگی به عوامل متعددی مانند نوع بازار، نوع محصول، مقیاس و تعداد تولیدکنندگان و ساختار بازار کشور دارد و هیچ قاعده از پیش تعیین شده‌ای بدون توجه به عوامل فوق نمی‌تواند تعداد کانال‌های توزیع را تعیین کند (فرزین، 1386).

سیستم توریع کالا به عنوان بخش مهمی از فرایند بازاریابی داخلی و بین‌المللی را می‌توان به عنوان نرم‌افزار در کنار و در خدمت تجارت و صنعت حمل و نقل کالای دنیا در نظر گرفت. در واقع اگر جاده‌ها، خطوط هوایی، سیستم ریلی، وسایل نقلیه موتوری، قطارها، هواپیماها و مسیر حمل و نقل دریایی و ... به عنوان سخت‌افزار صنعت حمل و نقل در نظر گرفته شوند، عواملی مانند برنامه‌ریزی توزیع، واسطه‌های توزیع، عمده‌فروشان، خرده‌فروشان، کارگزاران حمل و نقل و توزیع‌کنندگان صنعتی نیز نرم‌افزار سیستم توزیع خواهند بود. سیستم توزیع از نظر مکانی، فاصله بین کالا یا خدمات و مصرف‌کننده را از بین برده و از نظر زمانی نیز به هر دو طرف کمک شایانی می‌کند (شفقی، 1386).

www.SID.ir

Archive of SID

کارایی شبکه توزیع در یک جامعه نه تنها سبب می‌شود که کالا و خدمات با نرخی واقعی و معقول به خریداران منتقل شود، بلکه تعادل اقتصادی و بهبود وضعیت دو بخش تولید و مصرف نیز در گرو اصلاح و تنظیم آن است (عبادی، 1379).

شبکه‌های توزیع و زنجیره‌های تامین کالا و خدمات یکی از حساس‌ترین فرآیندها و چرخه‌های مهم مرتبط با ارتقای معیشت و رفاه عمومی در هر کشوری است. زنجیره تامین، شبکه‌ای است شامل تامین‌کنندگان، کارخانجات، انبارهای کالا، مراکز توزیع و خرده‌فروشان که مواد خام را تهیه کرده، تغییر شکل داده، محصول را تهیه کرده و تحویل مشتری می‌دهد (Mallen, 2013).

باشکوه اجیرلو و علی‌پور (1392) در مقاله‌ای به بررسی هماهنگی کانال توزیع چندگانه و تاثیر آن بر عملکرد عرضه‌کننده با رویکرد مبادله اجتماعی پرداخته‌اند. جامعه آماری این پژوهش آنها، عرضه‌کنندگان قطعات الکترونیکی تهران است که داده‌های پژوهش خود را با استفاده از پرسشنامه گردآوری داده‌ها را با کمک روش مدلسازی معادلات ساختاری تحلیل کرده‌اند. یافته‌های این مقاله، نشان می‌دهد مولفه‌های اجتماعی، مانند اعتماد و تعهد، موجب هماهنگی کانال توزیع چندگانه و ارتقای عملکرد عرضه‌کننده می‌شود و با افزایش عدم اطمینان محیطی، اثرگذاری مولفه‌های اعتماد و تعهد در افزایش عملکرد عرضه‌کنندگان بیشتر می‌شود (باشکوه اجیرلو و علی‌پور، 1392).

شریفی و همکاران (1391) در پژوهشی مدل شبکه‌ای مناسب جهت تهیه و توزیع کالا در کشور را طراحی نموده‌اند. تمرکز این مدل، بر دستیابی به کارایی، بهره‌وری، صرفه‌جویی نسبت به مقیاس و کاهش هزینه توزیع کالا در کشور است. برای گردآوری داده‌های مورد نیاز جهت انجام تحقیق از مطالعات میدانی و روش پرسشنامه استفاده شده است. جامعه آماری تحقیق شامل کارشناسان و مدیران تعاونی‌های مصرف وزارت تعاون، اتاق تعاون، معاونت بازرگانی داخلی وزارت بازرگانی، مدیران شرکت‌ها و اتحادیه‌های تعاونی توزیع، مدیران و کارشناسان شرکت‌های پخش کالا، فروشگاه‌های زنجیره‌ای، شرکت‌های حمل ونقل کالا به ویژه حمل و نقل جاده‌ای و سایر افراد آگاه و باتجربه در زمینه توزیع کالا است. نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که سیستم توزیع کالا در کشور از لحاظ زیرساخت‌ها و عملکرد از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. سنتی و جزیره‌ای بودن ساختار توزیع کالا در کشور باعث افزایش هزینه‌های توزیع کالا به بالاتر از 50٪ قیمت نهایی کالاها شده است. سیستم توزیع کالا در کشور نیازمند نهاد جدیدی با عنوان مرکز ملی بازاریابی جهت برندسازی، تبلیغات هدفمند، انسجام در شبکه توزیع، خوشه‌سازی و ... است. مرکز ملی بازاریابی با مدیریت و نظارت بر شبکه نوین تهیه و توزیع کالا با مشارکت 6 وزارتخانه دولتی و نهادهای توزیعی بخش خصوصی و تعاونی مانند شرکت‌های پخش کالا، فروشگاه‌های زنجیره‌ای، اصناف، عمده‌فروشان و ... می‌تواند باعث کوتاه شدن کانال‌های توزیع، کاهش قیمت کالاها و ... شود. در انتهای مقاله مدل شبکه‌ای تهیه و توزیع کالاها، جایگاه، نقش و ارتباطات بازیگران مختلف شبکه توزیع کالا در کشور را نشان می‌دهد (شریفی و همکاران، 1391).

رمضانیان و همکاران (1391) نیز در مقاله‌ای دیگر، تغییرات عملکرد کانال‌های توزیع شرکت پارس خزر را در طی زمان با استفاده از تحلیل پنجره بررسی نموده‌اند. تکنیک تحلیل پنجره فرض می‌کند که هیچ تغییر تکنیکی در بین دوره‌های تحت بررسی اتفاق نیفتاده است. این فرض اساسی در بسیاری از تحقیقات مورد توجه قرار نگرفته است. محققان در این پژوهش، با به کارگیری آزمون آماری ناپارامتریک ویل کاکسون در بین دو دوره زمانی و

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون فریدمن در بیش از دو دوره زمانی، انتقال مرز در بین دوره‌های مورد مطالعه را بررسی و تعیین کرده‌اند. بنابراین طول پنجره‌ها به گونه‌ای انتخاب شدند که فرض اساسی تحلیل پنجره در آنها، رعایت شده است. در این پژوهش داده‌های 7 کانال توزیع شرکت پارس خزر در سطح کشور و در دوره‌های زمانی یکساله و در بازه (1384-1390) جمع‌آوری گردیده است. پس از اجرای آزمون‌های آماری در بین دوره‌های (1386 و 1387)، (1387 و 1388) و (1389 و 1390) انتقال مرز رخ داده است. بنابراین چهار تحلیل با طول‌های 3، 1، 2 و 1 انجام گردید که در این چهار تحلیل میانگین کارایی واحدها به ترتیب 0.832، 0.987، 0.906 و 0.935 بدست آمده است (رمضانیان و همکاران، 1391).

3) تئوری مجموعه های راف

تئوری مجموعه های راف[1]، که اولین بار توسط پاولاک[2] در سال 1982 معرفی شد، یک ابزار ریاضی با ارزش است که با ابهام و عدم اطمینان مرتبط است (پاولاک، 1997). راف رویکردی در حوزه هوش مصنوعی است که شامل علوم شناختی، یادگیری ماشینی، کسب دانش، تجزیه و تحلیل تصمیم، کشف دانش، سیستم های پشتیبانی تصمیم، استدلال استنتاجی، و تشخیص الگو می شود (پاولاک، 1982؛ تی و شن، 2002). نقطه آغازین نظریه مجموعه راف (RST) فرض این موضوع است که با هر هدف سود، برخی از اطلاعات را مرتبط می سازیم و اهداف یا مشابه هستند یا غیر قابل تشخیص که از طریق ویژگی های شان به وسیله برخی اطلاعات شناخته می شوند. این نوع از رابطه عدم تمایز، مبنای ریاضی نظریه مجموعه راف (RST) می باشد.

مفهوم کلیدی RST، تقریب زدن مجموعه هایی در یک فضای تقریب معین است (پاولاک، 1982). بر اساس مطالعات پاولاک (1984)، یک فضای تقریب A یک زوج مرتب (U, R) را تشکیل می دهد که U مجموعه مرجع می باشد و R برابر است با رابطه ای هم ارزی در ضرب دکارتی U ($R \subset U \times U$) که رابطه ای باینری است و رابطه غیر قابل تشخیص نامیده می شود. بدین صورت، اگر $x, y \in U$ و $(x, y) \in R$، این بدین معنا است که x و y غیر قابل تشخیص در A می باشند. کلاس های هم ارزی رابطه R مجموعه های ابتدایی (اتم ها) در A نامیده می شوند (مجموعه تهی نیز یک ابتدایی است) و مجموعه تمام اتم ها در A با U/R نشان داده می شود.

در رویکرد مجموعه راف، هر مفهوم مبهم به وسیله یک زوج قطعی مشخص می شود که تقریب بالا و پایین مفهوم مبهم است (پاولاک 199). اگر $X \subseteq U$ یک زیر مجموعه از U باشد، آنگاه تقریب بالا و پایین X در A به صورت روابط 1 و 2 نشان داده می شود:

$$\underline{A}(X) = \{x \in U | [x]_R \subset X\} \quad (1)$$

$$\overline{A}(X) = \{x \in U | [x]_R \cap X \neq \emptyset\} \quad (2)$$

که $[x]_R$ کلاس هم ارز از رابطه R با عنصر X را نشان می دهد. علاوه بر این رابطه 3، مجموعه ناحیه مرزی X در A نامیده می شود.

$$BN_A(X) = \overline{A}(X) - \underline{A}(X) \quad (3)$$

3-1) اعداد راف

1 Rough Sets Theory
2 Pawlak

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس تئوری مجموعه راف ، اعداد راف به وسیله Zhai و همکاران (2008) مطرح شد. یک عدد راف معمولا شامل حد پایین و بالا و فاصله مرزی راف[1] می شود. که فقط وابسته به داده های اصلی است. بنابراین نیازی به هیچ اطلاعات کمکی[2] نیست و می تواند مفاهیم مورد نظر خبرگان را بهتر دریافت کند و عینیت تصمیم گیری را بهبود بخشد. به خصوص زمانی که داده های تاریخی در ارتباط با موضوعی مربوط به چندین دوره زمانی وجود داشته باشد، می توان از اعداد راف برای تقریب وضعیت گذشته استفاده کرد (Zhai et al, 2009).

فرض کنید U یک مجموعه مرجع (جهانی) است که شامل تمامی اعضا است، Y یک عضو دلخواه از مجموعه U است. R طبق رابطه 4 ، یک مجموعه از t کلاس $(G_1, G_2, \dots, G_t)$ است که تمامی اعضا از U را پوشش می دهد (Zhu et al 2015).

$$R = \{G_1, G_2, \dots, G_t\} \quad (4)$$

اگر این کلاس ها به صورت ترتیبی باشند: $G_1 < G_2 < \cdots < G_t$ آنگاه رابطه 5 را خواهیم داشت:

$$\forall Y \in U, G_q \in R, 1 \le q \le t \quad (5)$$

تقریب پایین ($\underline{Apr}(G_q)$) و تقریب بالا ($\overline{Apr}(G_q)$) و ناحیه مرزی ($Bnd(G_q)$) از کلاس G_q به صورت روابط 6 تا 8 تعریف می شود:

$$\underline{Apr}(G_q) = \bigcup \{Y \in U | R(Y) \le G_q\} \quad (6)$$

$$\overline{Apr}(G_q) = \bigcup \{Y \in U | R(Y) \ge G_q\} \quad (7)$$

$$Bnd(G_q) = \bigcup \{Y \in U | R(Y) \ne G_q\} = \{Y \in U | R(Y) > G_q\} \cup \{Y \in U | R(Y) < G_q\} \quad (8)$$

سپس G_q می تواند به وسیله یک عدد راف $RN(G_q)$ ارائه شود که به وسیله حد پایین و حد بالای متناظر آن ارائه می شود (روابط 9 تا 11).

$$\underline{Lim}(G_q) = \frac{1}{M_L} \sum R(y) \Big| Y \in \underline{Apr}(G_q) \quad (9)$$

$$\overline{Lim}(G_q) = \frac{1}{M_U} \sum R(y) \Big| Y \in \overline{Apr}(G_q) \quad (10)$$

$$RN(G_q) = \left[\underline{Lim}(G_q), \overline{Lim}(G_q)\right] \quad (11)$$

که M_L و M_U، به ترتیب مقادیر اعضا $\underline{Apr}(G_q)$ و $\overline{Apr}(G_q)$ می شوند. واضح است که حد پایین و حد بالا، مقدار میانگین عناصری را که در ارتباط با تقریب بالا و پایین است را به ترتیب مشخص می کند. تفاوت آنها به عنوان فاصله مرزی راف تعریف می شود(رابطه 12).

$$IRBnd(G_q) = \overline{Lim}(G_q) - \underline{Lim}(G_q) \quad (12)$$

فاصله مرزی راف، ابهام G_q را بیان می کند، به صورتی که عدد بزرگتر آن، به معنای ابهام بیشتر است، در حالی که عدد کوچکتر آن دقت بیشتری دارد. اطلاعات ذهنی می تواند با اعداد راف بیان شود.

1 Rough Boundary Interval
2 Auxiliary information

www.SID.ir

Archive of SID

3-2) عملگرهای راف

اگر $RN_A = [\underline{a}, \overline{a}]$ و $RN_B = [\underline{b}, \overline{b}]$ دو عدد راف باشند، عملگرهای اعداد راف به صورت روابط 13 تا 16 تعریف می شود:

$$RN_A + RN_B = [\underline{a} + \underline{b}, \overline{a} + \overline{b}] \quad 13$$

$$RN_A - RN_B = [\underline{a} - \overline{b}, \overline{a} - \underline{b}] \quad 14$$

$$RN_A \times RN_B = [\min(\underline{a}.\underline{b}, \underline{a}.\overline{b}, \overline{a}.\underline{b}, \overline{a}.\overline{b}) \ \ \max(\underline{a}.\underline{b}, \underline{a}.\overline{b}, \overline{a}.\underline{b}, \overline{a}.\overline{b})] \quad 15$$

$$\frac{1}{RN_A} = [\frac{1}{\overline{a}} \ \ \frac{1}{\underline{a}}] \quad 16$$

4) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی راف

فرایند تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از تئوری راف بر اساس روش زیر مدل می شود:

تقریب پایین: $$\underline{PX}(GM_{ij}) = \bigcup_{d=1}^{D}\{Y \in U_{ij} | R(Y) \leqslant GM_{ij}) \quad 17$$

تقریب بالا: $$PX(GM_{ij}) = \bigcup_{d=1}^{D}\{Y \in U_{ij} | R(Y) \geqslant GM_{ij}) \quad 18$$

حد پایین: $$\underline{Lim}(GM_{ij})) = \left(\prod_{m=1}^{M_{ij}} x_{ij}\right)^{1/M_{ij}} \quad 19$$

حد بالا: $$Lim(GM_{ij}) = \left(\prod_{n=1}^{N_{ij}} y_{ij}\right)^{1/N_{ij}} \quad 20$$

عدد راف: $$RN(GM_{ij}) = (\underline{Lim}(GM_{ij}), Lim(GM_{ij})) \quad 21$$

در فرمول 17 و 18، نماد D به تعداد خبرگان و GM در فرمول های 17 تا 20 به میانگین هندسی نظرات خبرگان در مورد iامین شاخص در مقایسه با jامین شاخص اشاره دارد.

در نهایت میزان رضایت بخش شاخص ها از طریق فرمول زیر به دست می آید:

$$= \mu Lim(GM_{ij}) + (1 - \mu)\underline{Lim}(GM_{ij}), \quad \text{where } 0 \leqslant \mu \leqslant 1 \quad 22$$

در نهایت با استفاده از اصول هورویکز[1] به محاسبه بهترین گزینه از بین گزینه های موجود پرداخته می شود:

$$\alpha(Lim(result)) + (1 - \alpha)(\underline{Lim}(result)) \times \text{where } 0 \leqslant \alpha \leqslant 1 \quad 23$$

5) مدل چند هدفه راف

رابطه زیر یک مدل چندهدفه با داده های راف دارد.

$$Max\ Z_1^R = \sum [\underline{w}_m, \overline{w}_m].x_m$$
$$Min\ Z_2^R = \sum [\underline{p}_m, \overline{p}_m].x_m \quad 24$$
$$Subject\ to:$$

1. Hurwicz principle

www.SID.ir

Archive of SID

$$x_m = \{x | g(x) \le b\} \quad x \epsilon x_m$$

مدل 24 را می توان براساس شرایط کان تاکر و در نظر گرفتن حد پایین و بالا به صورت جداگانه حل نمود. بنابراین، رابطه 24 را می توان به دو مدل زیر تبدیل نمود (Chen & Wang 2009).

$$\begin{aligned} Max\ Z_{11}^R &= \sum [\underline{w}_m].x_m \\ Min\ Z_{21}^R &= \sum [\overline{p}_m].x_m \\ Subject\ to: & \\ x_m &= \{x | g(x) \le b\} \quad x \epsilon x_m \end{aligned} \qquad 25$$

$$\begin{aligned} Max\ Z_{12}^R &= \sum [\overline{w}_m].x_m \\ Min\ Z_{22}^R &= \sum [\underline{p}_m].x_m \\ Subject\ to: & \\ x_m &= \{x | g(x) \le b\} \quad x \epsilon x_m \end{aligned} \qquad 26$$

رابطه 25 با فرض حد پایین تابع هدف حداکثر سازی و حد بالای تابع هدف حداقل سازی بدست آمده است و به همین صورت رابطه 26 بر اساس حد بالای تابع هدف حداکثر سازی و حد پایین تابع هدف حداقل سازی نگارش یافته است. بر این اساس رابطه 25 حدپایین جواب مدل و رابطه 26 حد بالای جواب مدل را نتیجه می دهد.

هر کدام از مدل های 25 و 26 یک مدل چند هدفه هستند. برای حل این مدل ها می توان از روش برنامه ریزی فازی استفاده کرد. زیمرمن (1978) توانایی روش برنامه ریزی فازی را در حل مسائل چند هدفه نشان داد. از نظر وی، توابع هدف فازی که توابع عضویت آن به صورت خطی افزایش می یابد، می توان با مجموعه های فازی حل نمود. در این رویکرد، تابع عضویت اهداف با حدود بالایی و پایینی فرموله می شود. برای روشن شدن الگوریتم حل این روش رابطه 27 را در نظر بگیرید.

$$\begin{aligned} Min\ Z(x) &= [z_1(x), z_2(x), \dots, z_k(x)] \\ Subject\ to: & \ g_i(x) \le b_j \ ; \quad j = 1,2,\dots,m \\ & \ x \ge 0 \end{aligned} \qquad 27$$

گام اول: به یک مسئله چند هدفه به عنوان چند مسئله تک هدفه نگاه کنید. به این معنی که هر یک از اهداف را در نظر گرفته و با محدودیت های مسئله، مسئله جدید بسازید. با حل هر یک از مسائل تک هدفه جواب هایی به دست می آید که آن ها را جواب ایده آل می نامیم.

گام دوم: مقادیر سایر توابع هدف را برای جواب های به دست آمده از گام 1 به دست می آوریم. برای مثال در یک مسئله سه هدفه، سه مسئله تک هدفه باید حل شود. در مسئله اول تابع هدف اول بهینه می گردد. برای انجام این گام باید مقادیر توابع هدف دوم و سوم نیز به ازای متغیرهای تصمیمی که مسئله اول را بهینه کرده اند تشکیل شود. در پایان این گام جدولی مانند جدول 2 را تشکیل می شود. این جدول به جدول تبادل شهرت دارد.

جدول 2. جدول تبادل برای هر متغیر

	$z_1(x)$	$z_2(x)$	...	$z_k(x)$
x^1	$z_1^*(x^1)$	$z_2(x^1)$	...	$z_k(x^1)$

www.SID.ir

Archive of SID

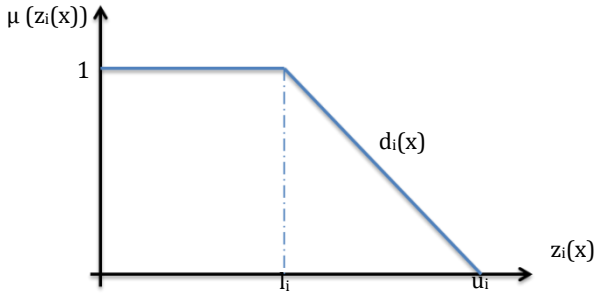
x^2	$z_1(x^2)$	$z_2^*(x^2)$	...	$z_k(x^2)$
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮
x^k	$z_1(x^k)$	$z_2(x^k)$	...	$z_k^*(x^k)$

در جدول فوق $x^1, x^2, \dots, x^k$ جواب های ایده آل یک مساله k هدفه هستند. اکنون u_i و l_i را طبق رابطه 28 و 29 بدست می آید:

$$u_i = max\{Z_i(x^1), Z_i(x^2), \dots, Z_i(x^k)\} \quad 28$$
$$l_i = min\{Z_i(x^1), Z_i(x^2), \dots, Z_i(x^k)\} \quad 29$$

رابطه های فوق حدود بالا و پایین هر یک از توابع هدف را محاسبه می کنند.

گام سوم: تابعی را به عنوان عضویت هر یک از توابع هدف تعریف می کنیم. این تابع عضویت بسته به نوع هر تابع هدف تعیین می شود. برای مثال یک تابع هدف خطی که به فرم مینیمم سازی است، تابع عضویت آن می تواند به صورت شکل 2 ترسیم شود:



شکل 2. تابع عضویت

تابع عضویت توابع هدف را به مانند رابطه 30 تعریف می شود.

$$\mu(z_i(x)) = \begin{Bmatrix} 0 & if \quad z_i(x) \geq u_i \\ d_i(x) & if\ l_i \leq z_i(x) \leq u_i \\ 1 & if\ z_i(x) \leq l_i \end{Bmatrix} \quad 30$$

برای تابع هدفی که برای نمونه تابع عضویت آن در شکل 2 نشان داده شده است می توان رابطه 31 را نوشت:

$$d_i(x) = \frac{u_i - z_i}{u_i - l_i} \quad 31$$

گام چهارم: β_i را در محاسبات آورده و رابطه فوق با β_i بازنویسی می شود. β_i: درصدی است که تابع هدف i ام به مقدار بهینه خود نزدیک شده است. برای β_i رابطه 32 صادق است:

$$\beta_i = min(\mu(Z_1), \mu(Z_2), \dots, \mu(Z_k)) \quad 32$$
$$\beta_i \leq \mu(Z_i)$$

همانطور که در رابطه 33 مشخص است β_i کمترین تابع عضویت است. مساله جدیدی که تعریف می شود حداکثر کردن سطح β_i است. بدین منظور که توابع هدف هر چه بیشتر به سطح بهینه خود نزدیک شوند.

$$Maximize: \gamma = \sum_{i=1}^{2} V_i.\beta_i \quad 33$$
$$subject\ to: \beta_i \leq d_i\ ;\ i = 1,2$$
$$g_j(x) \leq b_j \quad ; \quad j = 1,2,\dots,m$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$x_i \geq 0, 0 \leq \beta_i \leq 1$$

در رابطه 33، γ درصدی است که توابع هدف مجموعا به مقدار بهینه خود دست یافته اند. $\gamma = 1$ بدین معنی است که تمامی اهداف به مقدار بهینه خود رسیده اند و می توان گفت جواب بهینه کامل به دست آمده است. هم چنین در رابطه فوق V_i وزن تابع i ام می باشد. مجموع وزن های توابع هدف برابر با یک است. در رابطه تابع عضویت باید به جای d_i تابع هدف i ام جایگزین شود (در این پژوهش دو تابع هدف وجود دارد). در مورد تابع عضویت تعریف شده این جایگزینی باید به صورت رابطه 34 نوشته شود:

$$\beta_i = \frac{u_i - Z_i}{u_i - l_i} \qquad 34$$

6) مورد مطالعاتی

به منظور عملیاتی شدن مدل ترکیبی پیشنهادی در این پژوهش، مساله توزیع کالا در یک شرکت 3PL در تهران مورد بررسی قرار می گیرد. این شرکت که در زمینه پشتیبانی و فرایندهای خرید، انبارداری و توزیع کالا فعالیت می کند، با مساله توزیع بهینه محصولات خریداری شده بین انبارهای خود مواجه است. این شرکت برای بهینه سازی مساله توزیع، اقدام به مدلسازی مساله نموده است. بر همین اساس، 4 انبار عمده شرکت که شرایط متفاوتی در نگهداری و دسترسی دارد به عنوان 4 گزینه در مساله شناخته می شود. سپس شرکت اقدام به تعریف معیارهای خود برای ایجاد اولویت نموده است. این معیارها در دو دسته زیر تعریف شده اند:

1- معیارهای مبتنی بر هزینه که این معیار خود شامل 4 زیرمعیار می باشد:

موجودی، حمل و نقل، تسهیلات و سیستم های اطلاعاتی

2- معیارهای مبتنی بر خدمات که این معیار نیز خود شامل 4 زیرمعیار می باشد:

- زمان پاسخگویی به مشتری نهایی از هر انبار
- تنوع محصول برای مشتری نهایی در هر انبار
- دسترسی به محصول برای مشتری نهایی در هر انبار
- ردیابی و مرجوع کردن سفارش برای مشتری نهایی از هر انبار

در شکل 3 مدل مساله طراحی شده است. همچنین بر اساس مدل شکل گرفته، مقایسات زوجی در AHP بر اساس تئوری راف انجام شد و نتایج زیر به دست آمد:

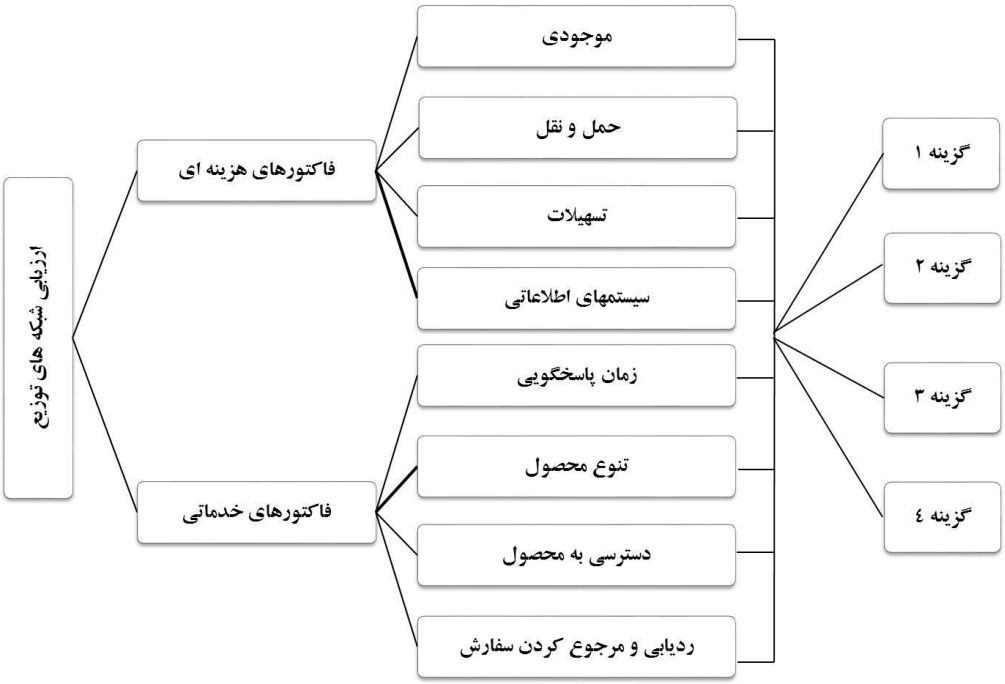
جدول 3. وزن و رتبه هر معیار با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و تئوری راف

	معیارها	L	U	زیر معیارها	L	U	L	U
هدف پژوهش	فاکتورهای هزینه ای	0.719623	1	موجودی	0.819593	1	0.58979797	1
				حمل و نقل	0.520686	0.635298	0.37469762	0.635298
				تسهیلات	0.358638	0.445107	0.25808415	0.445107
				سیستم های اطلاعاتی	0.255388	0.316963	0.18378308	0.316963
	فاکتورهای خدماتی	0.642857	0.893325	زمان پاسخگویی	0.881719	1	0.56681923	0.893325
				تنوع محصول	0.663898	0.819036	0.42679148	0.73166533
				دسترسی به	0.476743	0.554553	0.30647757	0.49539606

www.SID.ir

Archive of SID

				محصول				
0.30101122	0.18633146	0.336956	0.289849	ردیابی و مرجوع کردن سفارش				



شکل 3. مدل مساله

جدول 4. وزن نهایی به دست آمده برای هر انبار بر اساس هر معیار

	1		2		3		4		5		6		7		8		وزن نهایی	
	0.589798	1	0.374698	0.635298	0.258084	0.445107	0.183783	0.316963	0.566819	0.893325	0.426791	0.731665	0.306478	0.495396	0.186331	0.301011	L	U
گزینه 1	0.896883	1	0.43487	0.527419	0.819593	1	0.289855	0.344821	0.276121	0.322929	0.891518	1	0.835566	1	0.317765	0.356431	1.809014	3.512302
گزینه 2	0.572998	0.666518	0.663898	0.819036	0.540123	0.655072	0.623913	0.7439	0.414274	0.505464	0.590833	0.687263	0.653879	0.760599	0.434879	0.530604	1.609188	3.205121
گزینه 3	0.454155	0.528278	0.881719	1	0.358638	0.445107	0.369592	0.450946	0.584304	0.708655	0.468291	0.544721	0.387974	0.473374	0.612366	0.724562	1.522787	2.988851

www.SID.ir

Archive of SID

گزینه 4	0.302703	0.337505	0.317758	0.354291	0.247679	0.305556	0.849936	1	0.849936	1	0.321839	0.361002	0.333569	0.380593	0.835566	1	1.851438	2.662566

در نهایت وزن هر انبار بصورت نرمال شده محاسبه گردید که در جدول 5 ارائه شده است:

جدول 5. وزن گزینه ها بصورت نرمالایز شده

گزینه 1	0.283964	0.266328
گزینه 2	0.259129	0.236909
گزینه 3	0.241644	0.224189
گزینه 4	0.275264	0.212574
مجموع وزن	1	1

در ادامه با توجه به وزن به دست آمده برای هر معیار، مدل دو هدفه پژوهش بر اساس معیارهای اصلی شکل می گیرد. یک هدف کمینه کردن معیارهای هزینه ای و هدف دوم بیشینه کردن معیارهای خدماتی است. جدول 6 نشان دهنده مقدار فاصله‌ای قابل توزیع در هر یک از شبکه‌ها می‌باشد.

جدول 6. مقدار قابل توزیع در هر شبکه

گزینه 1	843514	753286
گزینه 2	455184	337938
گزینه 3	641771	524145
گزینه 4	614243	487294

7) نتیجه گیری

در این پژوهش با توجه به اهمیت مساله توزیع در زنجیره تامین و فعالیت های مربوط به پشتیبانی مواد اولیه و محصول، به ارائه یک مدل ترکیبی پرداخته شد. در این مدل ترکیبی از روش تحلیل سلسله مراتبی برای رتبه بندی و وزن دهی، مدل سازی چند هدفه برای بهینه کردن شرایط مسائلی که مدل آنها بیشتر از یک هدف دارد و تئوری اعداد راف برای در نظر گرفتن ابهام و عدم اطمینان شرایط حاکم بر مساله است. ترکیب این سه مفهوم موجب شکل گیری مدلی شد که برای آن یک مساله کاربردی نیز تعریف و حل گردید. حل این مساله و مسائلی از این دست که در حوزه تولید و خدمات بصورت فراوان وجود دارند، به مدیران کمک می کند تا بتوانند تصمیمات خود را منطبق بر عقلانیت روش های اثبات گرایانه نمایند. روش هایی که به مدیر کمک می کنند علاوه بر کاهش تنش های موجود در شرایط پیچیده تصمیم گیری، بتوانند روی یک بازه خاص تصمیم گیری نمایند.

منابع

باشکوه، محمد و علی‌پور، وحیده (1392). هماهنگی کانال توزیع چندگانه و تأثیر آن بر عملکرد عرضه‌کنندگان در صنعت الکترونیک با رویکرد نظریه مبادله اجتماعی. مجله مدیریت دولتی، دوره 5، شماره 3، صص 22-1.

رمضانیان، محمدرحیم؛ اسماعیل‌پور، رضا؛ یاکیده، کیخسرو؛ اویسی عمران، اکرم و مجلسی، سحر (1391). بررسی تغییرات عملکرد کانال‌های توزیع شرکت پارس خزر در طی زمان با استفاده از تحلیل پنجره. مجله چشم‌انداز مدیریت صنعتی، شماره8، صص 183-167.

ساوجی، پریسا (1387). مبانی و مفاهیم طراحی کانال‌های توزیع، ماهنامه صنعت بسته‌بندی، شماره 127.

www.SID.ir

Archive of SID

شریفی، کیومرث؛ مسعودی، مصطفی و سید جوادین، سید رضا (1391). طراحی مدل شبکه تهیه و توزیع کالا در ایران. فصلنامه علمی کاوش‌های مدیریت بازرگانی، سال چهارم، شماره 7، صص 121-105.

شفقی، امیر (1386). سیستم توزیع، نرم‌افزار صنعت حمل و نقل. مجله صنعت حمل و نقل، مرداد ماه 1386.

عبادی، مجتبی (1379). نقش عوامل موثر بر بهینه شدن سیستم توزیع شرکت‌های پخش کالا در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

فرزین، محمدرضا (1386). آسیب‌شناسی شبکه توزیع شیر در ایران، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال 15، شماره 59.

Aissaoui, N., Haouari, M., & Hassini, E. (2007). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers & operations research*, *34*(12), 3516-3540.

Amid, A., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (2006). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of production economics*, *104*(2), 394-407.

Amiri, M., Ayazi, S. A., Olfat, L., & Siahkali Moradi, J. (2011). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy circumstance case study: an Iranian car parts supplier. *International Bulletin of Business Administration*, *10*(6), 66-75.

Ayazi, S. A., Siahkali Moradi, J., & Paksoy, T. (2014). Supplier Selection and Order Size Determination in a Supply Chain by Using Fuzzy Multiple Objective Models. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, *23*(1).

Bazzazi, A. A., Osanloo, M., & Karimi, B. (2011). Deriving preference order of open pit mines equipment through MADM methods: Application of modified VIKOR method. *Expert Systems with Applications*, *38*(3), 2550-2556.

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.

Chou, S. Y., & Chang, Y. H. (2008). A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach. Expert Systems with Applications, 34(4), 2241–2253.

Chu, M. T., Shyu, J., Tzeng, G. H., & Khosla, R. (2007). Comparison among three analytical methods for knowledge communities' group-decision analysis. *Expert systems with applications*, *33*(4), 1011-1024.

Cravens, K., Piercy, N., & Cravens, D. (2000). Assessing the performance of strategic alliances: Matching metrics to strategies. European Management Journal, 18(5), 529–541.

Dacin, M. T., & Hitt, M. A. (1997). Selecting partners for successful international alliances: Examination of US and Korean firms. Journal of World Business, 32(1), 3–16.

Duckstein L, Opricovic S. (1980). Multiobjective optimization in river basin development. Water Resour Res 16(1):14–20. doi:10.1029/WR016i001p00014

Geringer, J.M. (1988). Joint venture partner selection: Strategies for develop countries. Westport: Quorum Books.

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

Guneri A.F. & Seker C.S. (2008). A fuzzy ANP approach to shipyard location selection. *Expert Systems with Applications*, *36*(4), 7992-7999.

Kannan, V. R., & Choon Tan, K. (2003). Attitudes of US and European managers to supplier selection and assessment and implications for business performance. *Benchmarking: An International Journal*, *10*(5), 472-489.

Kaslingam, R., & Lee, C. (1996). Selection of vendors – a mixed integer programming approach. Computers and Industrial Engineering, 31, 347–350.

www.SID.ir

Archive of SID

Kingsman, B. G. (1986). Purchasing raw materials with uncertain fluctuating prices. European Journal of Operational Research, 25(2), 358–372.

Knuutila, M., Puttonen, V., & Smythe, T. (2007). The effect of distribution channels on mutual fund flows. Journal of Financial Services Marketing, 12(1), 88-96.

Lasch Rainer, Yanker Christian G. (2004). Supplier selection and controlling using multi vitiate analysis. International journal of physical distribution & logistic management. Vol. 35 No. 6, 2005 pp. 409-425

Lee, Amy H I. (2009). A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks Expert Systems with Applications 36 (2009) 2879–2893

Lewis, J. D. (1990). Partnership for profit-structuring and management strategic alliance. New York: The Free Press.

Li, G. D., Yamaguchi, D., & Nagai, M. (2008). A grey-based rough decision-making approach to supplier selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *36*(9), 1032-1040.

Lin, C.-W. R., & Chen, H.-Y. S. (2004). A fuzzy strategic alliance selection framework for supply chain partnering under limited evaluation resources. Computers in Industry, 55, 159–179.

Lorange, P., Roos J. & Bronn P.S. (1992). Building successful strategic alliance. Long range planning. 25(6) 10-18.

Mallen, B. (2013). Selecting channels of distribution: a multi-stage process. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.

Marvin, E, Quesada G, Mora Monge C A(2004). Determining the importance of the supplier selection process in manufacturing: a case study. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. 34 No. 6, 2004 pp. 492-504

Mc Cutcheon, D. & Stuart F. I. (2000). Issues in the choice of supplier alliance partners. Journal of Operations Management, 18, 279–301.

Melo, M T, Nickel S, Saldanha-da-Gama F(2009). Facility location and supply chain management – A review. European Journal of Operational Research 196 (2009) 401–412

Mikhailov, L. (2002). Fuzzy analytical approach to partnership selection in formation of virtual enterprises. Omega: The International Journal of Management Science, 30, 393–401.

Moore, D. L., & Fearon, H. E. (1973). Computer-assisted decision-making in purchasing. Journal of Purchasing, 9(1), 5–25

Önüt, S.; Kara, S.S.; Isik, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. Expert Systems with Applications 36 (2009) 3887–3895

Opricovic S, Tzeng G. (2004). Compromise solution by MCDM method: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research 156 (2004) 445–455

Opricovic S, Tzeng G. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. European Journal of Operational Research 178 (2007) 514–529

Opricovic S. (1998). Multi-criteria Optimization of Civil Engineering Systems, Faculty of Civil Engineering, Belgrade.

Opricovic S. (2008). A compromise solution in water resources planning. Water resource management. 11269-008-9340-y

Pawlak, Z. (1982). Rough sets. International Journal of Computer and Information Science 11 (5): 341–56.

Todeva E., & Knoke D. (2005). Strategic alliances and models of collaboration. Management Decision, 43(1), 123–148.

Tong, L. I., Chen, C. C., & Wang, C. H. (2007). Optimization of multi-response processes using the VIKOR method. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *31*(11), 1049-1057.

www.SID.ir

Archive of SID

Tzeng, G. H., Lin, C. W., & Opricovic, S. (2005). Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. *Energy Policy*, *33*(11), 1373-1383.

Wagner S T, Hoegl M. (2006). Involving suppliers in product development: Insights from R&D directors and project managers. Industrial Marketing Management 35 (2006) 936–943

Wang G., Jiang Z., Li Z., Liu W. (2008). Supplier selection and order splitting in multiple sourcing inventory system. Front. Mech. Eng. China 2008, 3(1): 23-27

Wu, H. Y., Tzeng, G. H., & Chen, Y. H. (2009). A fuzzy MCDM approach for evaluating banking performance based on Balanced Scorecard. *Expert Systems with Applications*, *36*(6), 10135-10147.

Yang J.L., Chiu H.N., Tzeng G.H. & Yeh R.H. (2008). Vendor selection by integrated fuzzy MCDM techniques with independent and interdependent relationships. Information Sciences 178 (2008) 4166–4183

Zhai L. Y., Khoo L. P., Zhong Z. W. (2009). A rough set based QFD approach to the management of imprecise design information in product development. Advanced Engineering Informatics.23. pp 222-228.

Zhai, L. Y., Khoo, L. P., & Zhong, Z. W. (2008). A rough set enhanced fuzzy approach to quality function deployment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *37*(5), 613-624.

Zhu G. N., Hu J., Qi J., Gu C., Peng Y. H. (2015). An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number. Advanced Engineering Informatics. pp. 1-11.

www.SID.ir