

انتخاب تامین کننده توسط آنترופی و تیرگی TOPSIS شانون در زمینه مدیریت

ریسک زنجیره تامین

چکیده

انتخاب تامین کننده فرایند یافتن تامین کنندگان مناسب، با قیمت مناسب، در زمان مناسب، با مقدار و کیفیت مناسب می باشد. هدف از این مقاله، انتخاب تامین کننده در زمینه تامین مدیریت ریسک زنجیره تامین می باشد. بنابراین 9 معیار کیفیت، تحویل به موقع، تاریخچه عملکرد و 6 ریسک در زنجیره تامین شامل خطر تامین، خطر تقاضا، خطر تولید، خطر تدارکات، خطر اطلاعات، و خطر زیست محیطی برای ارزیابی تامین کننده در نظر گرفته شده است. آنترופی شانون به منظور اندازه گیری معیار و تیرگی TOPSIS به منظور رتبه بندی تامین کنندگان مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که در بخش های جداگانه، مشکلات انتخاب تامین کنندگان، ریسک لازم مهمترین عامل می باشد.

کلمات کلیدی: مدیریت زنجیره تامین، ریسک (خطر) زنجیره تامین، تیرگی TOPSIS، آنترופی شانون.

1. مقدمه

مدیریت زنجیره تامین به عنوان مدیریت شبکه ای از سازمان های پیوسته درگیر در آماده سازی محصول و خدمات مورد نیاز مشتریان نهایی در زنجیره تامین توصیف شده است. (Harland 1996) مدیریت زنجیره تامین تمامی جابجایی ها و ذخیره کردن های مواد خام، فرآیند عملیاتی، و کالاهای نهایی از نقطه مبدا تا نقطه مصرف را پوشش

می دهد. (Heidarzade et al., 2015). زنجیره مدیریت تامین یک رویکرد جامع و استراتژیک تا تقاضا، عملیات ها، تدارکات و مدیریت فرآیندهای تامین کننده می باشد. Ogulin (2003) سه موج متمایز از زنجیره تامین را در اقتصاد جدید پیشنهاد نمود: برتری عملیاتی، یکپارچه سازی زنجیره تامین و همکاری، و زنجیره تامین مجازی. شرکت ها در مسیر زنجیره تامین نیازمند توسعه توانایی های سازمانی، رویه ای، تکنیکی و استراتژیک به منظور پاسخ به 4 نیازمندی آشکار شده می باشند: تمرکز مشتری، اتخاذ فناوری، مدیریت روابط، و شیوه رهبری. (Chow et al., 2008) رهبران کسب و کار، دانشگاهیان، و سیاست گذاران، متوجه شدند که مدیریت زنجیره تامین جهت به منظور یک محیط کسب و کار جهانی به شدت رقابتی ضروری بوده و مشخص شده است که زنجیره تامینی که به صورت مناسب مدیریت شده است مزایای استراتژیک و عملیاتی را برای سازمان ها، مناطق و کشورهای به همراه می آورد. (Silvestre, 2015) در محیط رقابتی امروز، شرکت ها باید روش های کسب و کار را بهینه کرده و عملکرد کل زنجیره تامین خود را ارتقاء ببخشند. عملیات موفق یک زنجیره تامین متکی به هر یک از کسب و کار منفرد بوده و یک زنجیره تامین بهینه و انعطاف پذیر به شرکت اجازه می دهد تا تامین کننده مناسب را در زمان مناسب و برای مواد مناسب انتخاب کرده، که نه تنها سبب کاهش هزینه های ساخت می شود بلکه به صورت قابل توجهی رقابت میان شرکت ها را نیز بهبود می بخشد (Xia and Wu, 2007). عوامل بسیاری مانند رقابت بین المللی، نیاز مشتریان، و تغییر سریع فناوری ها عمیقاً بر روی بازار تاثیر می گذارد. بنابراین، رقابت موفق در این محیط نیازمند کاهش هزینه های عملیاتی و افزایش میزان سود می شود. برای اکثریت شرکت های صنعتی، خرید مواد خام و اجزا از تامین کننده سبب هزینه های عمده می شود. از این رو، در میان استراتژی های متعدد درگیر در مدیریت زنجیره تامین، تصمیم خرید تاثیر عمیقی را بر روی سیستم کلی گذاشته است. (Guo and Li, 2014) علاوه بر این، برخی از شرکت ها شروع به بهبود توانایی های تامین کننده خود به صورت استراتژیک کرده اند. با وجود تعداد زیاد تامین کنندگان و منابع محدود در توسعه تامین کننده، هر مورد از تامین کنندگان امکان بهبود و توسعه را نخواهند داشت. بنابراین، برای یک برنامه توسعه تامین کننده استراتژیک، انتخاب تامین کننده بسیار مهم می باشد.

در زمینه مدیریت زنجیره تامین، تصمیم گیری در مورد انتخاب تامین کننده (منبع) به عنوان یکی از مسائل کلیدی که با مدیریت های خرید و عملیات های مواجه می شود تا رقابتی باقی بماند در نظر گرفته شده است (Bai & Sarkis, 2010). انتخاب تامین کننده مناسب می تواند بر روی هزینه های خرید کل تاثیر گذار باشد (هزینه مواد خام و اجزای تشکیل دهنده)، که مسئول درصد بالایی از هزینه های تولید نهایی می باشد (Pazhani et al., 2015). انتخاب تامین کننده (منبع) به این دلیل که معیارهای متعددی باید در در فرآیند تصمیم گیری در نظر گرفته شوند پیچیده می باشد (Karsak & Dursun, 2015). دیکسون اشاره کرد که کیفیت، تحویل به موقع، و تاریخچه عملکرد مهمترین معیارها در زمینه انتخاب تامین کننده می باشند. انتخاب منبع مناسب سبب کاهش هزینه های عملیاتی، افزایش سود دهی، و کیفیت محصولات می شود، که سبب افزایش میزان رقابت در بازار و پاسخ سریع به نیازهای مشتریان می گردد. (Abdollahi et al., 2015) علاوه بر این، رضایت مشتری با وجود بهترین تامین کننده افزایش می یابد.

مدیریت ریسک ها یک مسئله روزان در مدیریت تدارکات و منابع می باشد. توانایی پاسخ و کاهش این خطر به شرکت امکان این را می دهد تا از رقبای خود پیشی گرفته و آسیب مورد انتظار بلند مدت به کسب و کار خود را کاهش دهد. هدایت کنندگان اصلی سود زنجیره تامین مسئولیت پذیری، بازده، و قابل اعتماد بودن می باشند (Hendricks and Singhal, 2005) وقوع رویداد های دارای ریسک در مراحل مختلف زنجیره تامین سبب تاثیر منفی بر روی عملکرد زنجیره تامین می گردد. مدیریت رویداد های دارای ریسک در رابطه با مدیریت ریسک زنجیره ای (SCRM) به بخشی کلیدی در استراتژی کسب و کار تبدیل گشته است. SCRM با حرکت به سوی زنجیره تامین جهانی و افزایش رخدادهای ریسک دار داخلی و خارجی که سبب اختلال در عملیتهای زنجیره ای شده است، توجه بیشتری را به سوی خود جذب کرده است. (Aqlan & Lam, 2015) به منظور انتخاب تامین کننده مناسب، معیارهای متعددی باید با توجه به ویژگی های منابع مختلف مورد توجه و ارزیابی قرار گیرند. بنابراین، این مشکل می تواند به عنوان یک مسئله معیار تصمیم گیری چندگانه (MCDM) در نظر گرفته شود. (Yu et al., 2013) هنگامی که زنجیره تامین با رویدادهای دارای ریسک مواجه می گردد، انتخاب تامین کننده (منبع) مناسب

برای کسب و کار ضروری تر می شود. عوامل متعددی مانند اطلاعات غیر قابل سنجش، ناقص، دست نیافتنی، و اشتباهات جزئی سبب کم شدن دقت تصمیم گیری می شوند. از آن جا که روش های MADM معمول نمی توانند با چنین اطلاعات مبهمی مشکلات را به صورت موثر رفع نمایند، در نتیجه روش های تصمیم گیری چند گانه فازی (تیره) با توجه به عدم دقت در ارزیابی و اهمیت مرتبط با ویژگی ها و عملکرد رتبه بندی ها توسعه یافته اند. (Kiani Mavi and Kiani Mavi, 2014) یکی از روش های MADM معمول برای ارزیابی، معیار آنتروپی شانون و روش جایگزین رتبه بندی برای تنظیم نمودن سفارشات مشابه با راه حل ایده آل (TOPSIS) می باشد. از این رو، هدف از این مقاله، استفاده از آنتروپی شانون برای اندازه گیری معیار اصلی در انتخاب تامین کننده (منبع) و استفاده از روش های TOPSIS نیره برای رتبه بندی تامین کنندگان در زمینه مدیریت ریسک زنجیره تامین می باشد.

این مقاله به شرح زیر مرتب شده است. در بخش 2، مروری بر پیشینه مدیریت ریسک زنجیره تامین و انتخاب تامین کننده ارائه شده است. در بخش 3، روش های TOPSIS تیره و آنتروپی شانون توضیح داده شده اند، در بخش 4، مثال های عددی ارائه شده و سرانجام در بخش 5 نتیجه گیری مقاله ارائه گردیده است.

2. مروری بر تحقیقات تحقیق

2.1 مدیریت ریسک زنجیره تامین (SCRM)

امروزه عملکرد زنجیره تامین در یک محیط بسیار فرار اتفاق افتاده که ناشی از زنجیره عرضه جهانی بوده است می باشد و که در آن مدیریت محصولات به صورت فزاینده ای به دلیل بازار های غیر قطعی و فشارهای جامعه پیچیده می شود. هدایت کنندگانی همچون پایداری، مسئولیت پذیری و مدیریت ریسک امروزه یک واقعیت هستند که در زمان تصمیم گیری در مورد ابزارهای حمایت کننده فعالیت های زنجیره تامین باید در نظر گرفته شوند. (Barbosa-Povoa, 2014). آن ها ریسک را به عنوان تغییر بالقوه نتایج که سبب کاهش ارزش هر فعالیت زنجیره تامین انجام پذیرفته ای می شود تعریف می نمایند. مدیریت ریسک در زنجیره تامین/ عملیاتی به عنوان یکی از

موضوعات تحقیق کلیدی در عملیات های اخیر و مدیریت زنجیره تامین مشخص شده است. SCRM به عنوان شناسایی و مدیریت ریسک برای زنجیره تامین از طریق یک رویکرد دقیق در میان اعضای زنجیره تامین توضیح داده شده است تا بتواند به صورت کلی آسیب پذیری زنجیره تامین را کاهش دهد. (Wieland, 2013) Nooraie (2015) and Mellat Parast را به عنوان توسعه و پیاده سازی استراتژیهای به منظور مدیریت هر دو مورد ریسک های روزانه و استثنایی در مسیر زنجیره تامین تعریف نمودند، با هدف کاهش آسیب پذیری و اطمینان از ادامه یافتن کسب و کار. مدیریت ریسک زنجیره تامین (SCRM) یک نقش اساسی را در مدیریت فرایندهای کسب و کار به شیوه ای فعال بازی می کند (Lavastre et al., 2012). اغلب محققین معتقدند که مراحل اصلی SCRM شامل 5 مرحله پی در پی می باشد: شناسایی ریسک، ارزیابی، آنالیز، برطرف کردن و نظارت. Li et al. (2015) دو روش مدیریت ریسک زنجیره تامین مرتبط با یکدیگر را شناسایی نمودند، که نام آن ها ریسک به اشتراک گذاری اطلاعات و مکانیزم به اشتراک گذاری ریسک بود. Chopra and Sodhi (2004) اشاره کردند که هیچ استراتژی جهت حمایت از زنجیره تامین سازمانی در مقابل ریسک ها وجود ندارد. استراتژی های کاهش خطر می توانند به 4 دسته اصلی تقسیم بندی گردند (Zsidisin and Ritchie, 2009): 1. حذف ریسک، 2. کاهش فرکانس و عواقب ناشی از ریسک، 3. انتقال ریسک به وسیله بیمه و به اشتراک گذاری، و 4. پذیرفتن ریسک. مدیران معمولاً استراتژی های کاهش ریسک راهبردی مناسب را بر اساس چندین عامل انتخاب می کنند، همانند ماهیت ریسک، منبع ریسک، و منابع شرکت.

ریسک زنجیره تامین متشکل از هر ریسکی برای اطلاعات، مواد و جریان محصولات از منبع تامین کننده تا تحویل محصول نهایی به مصرف کننده پایانی می باشد. (Shashank & Goldsby, 2009). کاهش دادن عدم قطعیت در زنجیره تامین منجر به کارایی آن می گردد (Punniyamoorthy et al., 2013) Tang (2006) ادعا می کند که دو نوع از ریسک در داخل زنجیره تامین وجود دارد: ریسک های عملیاتی و ریسک های ناشی از اختلال. ریسک های عملیاتی مرتبط به عدم قطعیت ذاتی مانند: تقاضای محصولات، عرضه و انواع هزینه ها می باشند. ریسک های ناشی از اختلال مربوط به بلایای طبیعی مانند زلزله، طوفان و همچنین حملات تروریستی می باشند. (Goh et al.)

2007) ریسک های زنجیره تامین را به نوع متفاوت تقسیم بندی نمود: ریسک های داخلی که شامل عرضه، تقاضا و ریسک های اعتبار تجاری می باشد و ریسک های خارجی که ناشی از فعل و انفعالات در میان زنجیره تامین و محیط، از جمله تروریسم بین الملل و بلایای طبیعی می باشند.

Hallikas et al (2004) ریسک های زنجیره تامین را به استراتژی، عملیات، تامین، روابط مشتری، میزان اختلال، رقابت، شهرت، بازارهای مالی، الزامات مالی و نظارتی و قانونی تقسیم بندی نمودند. Chopra and Sodhi (2004) این 9 مورد را به عنوان منابع اصلی زنجیره تامین پیشنهاد کردند: اختلالات، تاخیر، سیستم، پیش بینی، مالکیت معنوی، تدارکات، مطالبات، موجودی، و ظرفیت. در همین حال Christopher and Peck (2004) فرآیند، کنترل، تقاضا، عرضه و محیط را به عنوان 5 منبع ریسک شناسایی کردند. Kleindorfer and Saad (2005) بر روی سه منبع تاکید کردند که ریسک را افزایش می دهند: احتمالات عملیاتی (از جمله اختلال در عملکرد تجهیزات و خرابی سیستم ها)، مخاطرات طبیعی (زلزله، طوفان و گردباد)، تروریسم و بی ثباتی سیاسی. Kiser and Cantrell (2006) ریسک را به دو صورت ریسک های درونی (ریسک در تولید، کسب و کار، برنامه ریزی و کنترل، کاهش و احتمال) و ریسک های خارجی (ریسک در تقاضا، عرضه، محیط، کسب و کار و برنامه ریزی فیزیکی) تقسیم بندی کردند. Wagner and Bode (2008) منابع را به 5 کلاس مجزا تقسیم بندی کردند: طرف تقاضا، طرف عرضه، نظارتی، حقوقی و اداری. زیر ساخت ها و اتفاقات. Punniyamoorthy et al (2013) زنجیره تامین ریسک را بر اساس منابع خود به عنوان طرف عرضه، طرف تقاضا، طرف تولید، طرف تدارکات، اطلاعات و ریسک های محیطی طبقه بندی نمودند. Hantsch and Huchzermeier (2013) ریسک های مدیریت زنجیره تامین را به عنوان ریسک تدارکات، ریسک تولید، ریسک خرید و فروش، ریسک بازارهای مالی، ریسک خاص شبکه تولید، ریسک سیاسی/ حقوقی و خطرات دیگر طبقه بندی کردند. Fazli et al (2015) طبقه بندی از ریسک های زنجیره تامین و استراتژی هایی را جهت کاهش به وجود آوردند. Giannakis and Papadopoulos (2015) موارد مرتبط با ریسک ها را به عنوان ریسک های با ماهیت درون زا و برون زا طبقه بندی نمودند. درون زا مانند خطرات زیست محیطی (به عنوان مثال، آتش سوزی)، آلودگی (هوا، آب و خاک، عدم رعایت قوانین، انتشار

گازهای گلخانه ای، تخریب لایه ازن)، مصرف انرژی (استفاده غیر مولد از انرژی، بسته بندی بیش از حد و یا غیر ضروری، ضایعات تولید)، اکسوزن محیط زیست (بلایای طبیعی مانند طوفان، سیل، زلزله، کمبود آب، امواج گرما، خشکسالی)، درون زای اجتماعی (زمان کاری بیش از اندازه، عدم تعادل میان کار و زندگی، دستمزد ناعادلانه، کار توسط کودکان/ کار اجباری، تبعیض نژادی، جنسی، مذهبی، معلولیت، سن، دیدگاه های سیاسی)، محیط کاری امن و سالم، سیاست های استخدام استثمارگرانه (عدم وجود قرار داد، بیمه)، رفتار نامناسب با حیوانات، اگزوزن اجتماعی (همه گیری بودن، بی ثباتی اجتماعی، چالش های جمعیتی/ جمعیت سالمندان)، درون زای مالی / اقتصادی (رشوه، ادعاهای دروغین/ عدم صداقت، اتهامات تثبیت قیمت ها، ادعای های بر خلاف اطمینان، نقض ثبت اختراع، فرار از پرداخت مالیات)، مالی/ اگزوزن اقتصادی (تحریم، نوسانات قیمت انرژی، بحران های مالی).

Yu and Goh (2014) به بررسی اثرات دوگانه (دو قلو) آشکاری زنجیره تامین (SVR) و ریسک زنجیره تامین (SCR) بر روی عملکرد زنجیره تامین پرداخته اند. آن ها یک چند هدفه تیره (حداکثر SCV، حداقل SCR، و حداقل هزینه ها)، رویکرد تصمیم گیری برای مدل SCV و SCR را از یک نقطه نظر عملیاتی به وجود آورده اند. Cardoso et al (2015) یک مدل برنامه ریزی خطی مختلط (MILP) را به وجود آورده اند برای به حداکثر رساندن مقادیر ارائه داده شده شبکه زنجیره تامین (ENPV) به وجود آورده اند، در حالی که به صورت همزمان خطرات مرتبط را به صفر رسانده اند. Qu et al (2015) الگوریتم نقطه مبدا را توسعه داده و مشکلات مدیریت ریسک شبکه زنجیره تامین را تحت معیارهای در نظر گرفته شده مورد استفاده قرار داده اند. Giannakis and Papadopoulos (2015) با در نظر گرفتن ریسکی که همراه با تصمیمات کاری و اثرات آن ها بر روی اکوسیستم بیو فیزیکی، اجتماعی و مالی، یک دیدگاه مدیریت ریسک را مورد استفاده قرار داده اند که پایدار می باشد. Pazhani et al (2015) یک مدل برنامه ریزی غیر خطی مختلط را به منظور بررسی مثله انتخاب تامین کننده و تخصیص مقدار سفارش در یک سیستم زنجیره تامین با چندین تامین کننده را با در نظر گرفتن هزینه همزمان پر کردن مجدد انبار، حفظ و حمل و نقل ارائه نموده اند. Aqlan and Lam (2015) یک مدل بهینه سازی چند لایه را به وجود آورده و آن را با مدل شبیه سازی مدیریت ریسک در زنجیره تامین ترکیب نموده است. Mangla et al (2015) یک

رویکرد دو مرحله ای را برای مدیریت ریسک پیشنهاد نموده اند. در فاز اول، 6 گروه ریسک و حدود 25 ریسک مشخص در ارتباط با زنجیره تامین سبز شناسایی شده است. در مرحله دوم، فرآیند سلسله مراتبی تیره (AHP تیره)، یک آنالیز کمی و کیفی به منظور آنالیز ریسک های شناسایی شده برای تعیین اولویت ها مورد استفاده قرار گرفته است.

2.2 انتخاب تامین کننده

انتخاب تامین کننده و ارائه دهندگان خدمات از طریق فرآیند مناقصه رقابتی یک فعالیت حیاتی برای بسیاری از سازمان ها و تولید کنندگان می باشد (Wood, 2015). در بازار رقابتی امروز، شرکت ها اهمیت انتخاب تامین کننده مناسب که می تواند نیازمندی های آن ها را با کیفیت مورد نظر و در زمان تعیین شده تامین کند درک نموده اند. بنابراین، کسب و کار ها، تلاش کرده اند که به منظور انتخاب بهترین گزینه در زنجیره تامین مازاد عملکرد تامین کننده خود را ارزیابی نمایند. متعاقباً، انتخاب تامین کننده یم عامل کلیدی در فرآیندهای تهیه می باشد. اساساً، انتخاب یک تامین کننده مناسب به عنوان یک کار غیر بدیهی در نظر گرفته شده است. به منظور دستیابی به این هدف، اکثریت تصمیم گیران به صورت تجربی به ارزیابی و انتخاب تامین کننده پرداخته اند. انتخاب تامین کننده یک رویکرد تصمیم گیری با هدف حذف گروه های اولیه تامین کننده آینده نگر به منظور انتخاب نهایی است. (Rahiminezhad Galankashi et al., 2016). تامین کننده به عنوان یک نگرانی اساسی برای سازمان ها در حفظ یک جایگاه رقابتی به دلیل اثرات مستقیم بر روی جریان پول و سود آوری شناسایی شده است. (Banaeian et al., 2015).

انتخاب تامین کننده یک فرایند تصمیم گیری جهت ارزیابی تامین کننده برای ایجاد قرارداد می باشد. انتخاب تامین کننده به شدت مهم می باشد، به این دلیل که هزینه های مواد جدید و قطعات موجب قیمت محصول شده و شرکت های نیاز دارند تا مقدار قابل توجهی را بر روی درآمد های و خرید های صرف نمایند. انتخاب تامین کننده یکی از مهم ترین مشکلات در زمینه تصمیم گیری بوده و متشکل از عوامل کیفی و کمی جهت شناسایی تامین کننده با

حداکثر پتانسیل جهت تامین نیازها با قیمتی مناسب می باشد. برای پاسخگویی به تقاضای مشتریان و برای به حداقل رساندن هزینه ها و داخلی و ریسک ها، شرکت ها تامین کننده مناسبی را انتخاب می کنند که محصولات رقابتی تر را ایجاد کرده و توزیع بیشتری را در میان مشتریان انجام می دهد تا انواع نیازها را پوشش دهد (Heidarzade et al., 2015). برخی از مسائل باید در انتخاب تامین کننده مورد اشاره قرار گیرند جهت حفظ یک زنجیره استراتژیک و رقابتی. مانند موارد زیر (Trapp & Sarkis, 2016):

- کدامیک از تامین کنندگان باید برای شراکت انتخاب شود؟
 - کدامیک از تامین کنندگان باید بخشی از توسعه تامین کننده باشد؟
 - کدامیک از تامین کنندگان باید از توزیع حذف گردد؟
 - چگونه تامین کنندگان ضعیف عملکرد خود را بهبود می بخشند؟
 - چگونه شرکت های منابعی را به برنامه های توسعه تامین کنندگان اختصاص می دهند؟
- روش های متعددی برای انتخاب تامین کنندگان مانند موارد زیر مورد استفاده قرار گرفته است. آنالیز پوشش داده (Hadi-Vencheh) (DEA), (Niazi-Motlagh, 2011) & فرآیند استخدام تحلیلی (Perić et al., 2011) (AHP), (Chan, 2003; 2013) فرآیند استخدام تحلیلی تیره, (Kilincici & Onal, 2011) (FAHP) روشهای شبکه تحلیلی, (Lin 2009; Hsu and Hu, 2009) (ANP), (Bevilacqua et al., 2006) fuzzy QFD, روشهای انتخاب عملکرد با یک راه حل مناسب و ایده آل (TOPSIS), (Mokhtarian & Hadi-Vencheh, 2012), برنامه ریزی ترجیح داده شده, (Florez-Lopez, 2007) fuzzy logic, (PP), استدلال موردی تیره (CBR), (Che, 2012), fuzzy ARAS (Kiani Mavi, 2015), fuzzy (Faez et al., 2009), شبیه سازی آنیل fuzzy VIKOR (Shemshadi et al., 2011), fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS (Zouggari بر اساس شبیه سازی (Mendoza and Ventura, 2012), etc and Benyoucef, 2011), برنامه ریزی غیر خطی مختلط.

3. روش تحقیق

3.1 روش آنترופی

ارزیابی شانون روش ارزیابی شانون در ابتدا توسط سیستم ترمودینامیک اطلاعاتی معرفی گردید (Shannon, 2001). عدم اطمینان در فرایند ارتباطات " آنترופی اطلاعاتی " نامیده شده است. در قسمت پایین تر اطلاعات آنترופی و در قسمت بالتر مقادیر آن ها شرح داده شده است. با فرض اینکه تعداد m روش برای ارزیابی و تعداد m معیار ارزیابی وجود داشته باشد، ماتریس اولیه تصمیم گیری بهع این صورت خواهد بود:

$$(x_{ij})_{m \times n}$$

The decision matrix is normalized as:

$$p_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (1)$$

The information entropy for each index is defined as:

$$E_j = -(\ln m)^{-1} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (2)$$

and the weight obtained from information entropy is expressed as follows:

$$w_j = (1 - E_j) / (n - \sum_{j=1}^n E_j) \quad (3)$$

where $0 \leq w_j \leq 1$ and $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

3.2 TOPSIS فازی (تیره)

در میان بسیاری از روش های MCDM، TOPSIS جهت انتخاب و رتبه بندی تعدادی از گزینه های ممکن یک روش عملی و مفید بوده و انتخاب تعدادی از گزینه های ممکن از طریق اندازه گیری فواصل اقلیدسی انجام می پذیرد. این مورد بر این اساس است که گزینه انتخابی باید کوتاه ترین فاصله را از راه حل مثبت ایده آل (PIS) داشته باشد، و دورترین فاصله از راه حل ایده آل منفی (NIS)، (Wang and Lee, 2009) این امر اغلب برای یک تصمیم گیرنده مشکل است که یک رتبه بندی عملکردی خاص را به عنوان یک جایگزین برای ویژگی های تحت بررسی انتخاب نماید. شایستگی استفاده از یک روش فازی (تیره) ارزیابی اهمیت مرتبط با ویژگی های تهداد فازی های مورد استفاده به جای تعداد دقیق می باشد. (Sengul et al., 2015).

بر اساس سان (2010) TOPSIS فازی توسط چندین گام انجام می گردد:

گام 1:

ایجاد ماتریس تصمیم گیری / عملکرد فازی و انتخاب متغیرهای زمانی مناسب برای جایگزینی با توجه به معیارها.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}; i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n. \quad (4)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{p} (\tilde{x}_{ij}^{(1)} \oplus \tilde{x}_{ij}^{(2)} \oplus \dots \oplus \tilde{x}_{ij}^{(p)}) \quad (5)$$

where \tilde{x}_{ij} is the performance rating of alternative A_i with respect to criterion C_j evaluated by k^{th} expert, and

$$\tilde{x}_{ij}^{(k)} = (l_{ij}^{(k)}, m_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)}).$$

گام 2: عادی سازی ماتریس تصمیم گیری فازی. ماتریس عادی سازی شده تصمیم گیری فازی توسط R اختصا

یافته و به صورت رابطه 6 نشان داده شده است:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Then, the normalization process can be performed by (7,8).

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right); u_j^+ = \max_i \{u_{ij}; i = 1, 2, \dots, m\} \quad (\text{for benefit criteria}) \quad (7)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}^-}, \frac{l_j^-}{m_{ij}^-}, \frac{l_j^-}{l_{ij}^-} \right); l_j^- = \min_i \{l_{ij}; i = 1, 2, \dots, m\} \quad (\text{for cost criteria}) \quad (8)$$

or we can set the best aspired level u_j^+ and $j = 1, 2, \dots, n$ is equal one; otherwise, the worst is zero. The normalized \tilde{r}_{ij} is still triangular fuzzy numbers. The weighted fuzzy normalized decision matrix is shown as matrix (9).

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

where

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{v}_{ij} \otimes \tilde{w}_j. \quad (10)$$

گام 3: تعیین راه حل مثبت ایده آل فازی (FPIS) و راه حل ایده آ منفی (FNIS).

According to the weighted normalized fuzzy-decision matrix, we know that the elements \tilde{v}_{ij} are normalized positive TFN and their ranges belong to the closed interval [0, 1]. Then, we can define the FPIS A^+ (aspiration levels) and FNIS A^- (the worst levels) as (11), (12):

$$A^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+) \quad (11)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (12)$$

where

$$\tilde{v}_j^+ = (1,1,1) \otimes \tilde{w}_j = (lw_j, mw_j, uw_j) \text{ and } \tilde{v}_j^- = (0,0,0); j = 1, 2, \dots, n. \quad (13)$$

گام 4: محاسبه مسافت برای هر گزینه از FNIS, FPIS. فواصل \tilde{d}_i^+ and \tilde{d}_i^- و A^+ and A^- می توانند در حال

حاضر به وسیله روش محدوده خنثی محاسبه شوند:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (16)$$

گام 5: دستیابی به ضریب نزدیکی (درجه شکاف مرتبط) و بهبود گزینه ها برای دستیابی به سطوح عروج برای هر

معیار.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

4. مثال های عددی

7 متخصص مدیریت زنجیره ای با بیش از 10 سال تجربه در این تحقیق شرکت کرده اند. 4 مورد از تامین کنندگانی که بخش های اضافی برای تولید موتور سیکلت را تامین می کنند مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نظر متخصصان 9 معیار به منظور ارزیابی تامین کنندگان تعیین گردیده است. در بازار رقابتی امروز، قیمت در میان تامین کنندگان خیلی متفاوت نمی باشد. بنابراین، معیارهای در نظر گرفته شده برای انتخاب تامین کنندگان در این بررسی عبارتند از: کیفیت (C1)، زمان تحویل (C2)، تاریخچه عملکرد (C3)، ریسک تامین (C4)، ریسک تقاضا (C5)، ریسک تولید (C6)، ریسک تنظیمات (C7)، ریسک اطلاعات (C8) و ریسک محیط (C9). متغیرهای زبانی برای گزینه های رتبه بندی و شماره های مربوطه فازی مثلثی (TFN) از (Chen, 2000) در جدول 1 استخراج شده اند. ماتریس تصمیم گیری که میانگین نظرات متخصصان در رابطه با گزینه ها در هر معیار می باشد در جدول 2 نشان داده است.

جدول 1. متغیرهای زبانی برای مقادیر مهم هر معیار

متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی
Very low (VL)	(0.0, 0.0, 0.1)
Low (L)	(0.0, 0.1, 0.3)
Medium low (ML)	(0.1, 0.3, 0.5)
Medium (M)	(0.3, 0.5, 0.7)
Medium high (MH)	(0.5, 0.7, 0.9)
High (H)	(0.7, 0.9, 1.0)
Very high (VH)	(0.9, 1.0, 1.0)

جدول 2. ماتریس تصمیم گیری فازی

Alternatives	Quality (C1)			On time delivery (C2)			Performance history (C3)			Supply risk (C4)			Demand risk (C5)		
A1	0.74	0.79	0.87	0.54	0.61	0.69	0.53	0.60	0.66	0.19	0.23	0.28	0.24	0.34	0.40
A2	0.52	0.59	0.64	0.64	0.72	0.81	0.73	0.79	0.84	0.17	0.21	0.26	0.16	0.24	0.32
A3	0.67	0.81	0.95	0.74	0.83	0.94	0.84	0.89	0.93	0.21	0.29	0.35	0.31	0.36	0.42
A4	0.68	0.73	0.79	0.81	0.91	1.00	0.71	0.79	0.85	0.23	0.26	0.32	0.23	0.30	0.37

جدول ۲. ماتریس تصمیم گیری فازی

Alternatives	Manufacturing risk (C6)			Logistics risk (C7)			Information risk (C8)			Environment risk (C9)		
A1	0.13	0.19	0.25	0.17	0.21	0.27	0.23	0.28	0.32	0.25	0.30	0.35
A2	0.18	0.24	0.30	0.18	0.25	0.30	0.21	0.26	0.31	0.25	0.31	0.36
A3	0.21	0.26	0.31	0.11	0.19	0.26	0.27	0.32	0.39	0.28	0.34	0.40
A4	0.17	0.25	0.32	0.20	0.26	0.32	0.22	0.27	0.34	0.22	0.28	0.35

برای هر معیار محاسباتی ارزیابی توسط آنتروپی شانون انجام گرفته است و اطلاعات فازی به اطلاعات مجعد با مرکزیت روش منطقه ای تبدیل شده اند. (Hsieh et al., 2004):

$$x_{ij} = \frac{[(u_{ij}-l_{ij})+(m_{ij}-l_{ij})]}{3} + l_{ij} \quad (18)$$

بنابراین، ماتریس تصمیم گیری برای آنتروپی شانون در جدول 3 نشان داده شده است. گام های آنتروپی زیر منجر به دستیابی به مقادیر معیارهای نشان داده شده در ردیف آخر جدول 3 می شود.

جدول ۳. مقادیر معیار انتخاب تامین کننده

Alternative s	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	0.8010	0.6140	0.5957	0.2313	0.3250	0.1893	0.2157	0.2757	0.2977
A2	0.5833	0.7263	0.7860	0.2143	0.2397	0.2430	0.2443	0.2610	0.3073
A3	0.8103	0.8327	0.8873	0.2827	0.3653	0.2607	0.1867	0.3263	0.3380
A4	0.7297	0.9057	0.7823	0.2730	0.3017	0.2467	0.2613	0.2787	0.2840
E _j	0.9942	0.9925	0.9929	0.9953	0.9919	0.9950	0.9943	0.9974	0.9985
w _j	0.1205	0.1565	0.1482	0.0970	0.1681	0.1045	0.1196	0.0543	0.0312

مشخص است که، ریسک تقاضا مهمترین معیار در مسئله انتهاه تامین کننده می باشد. ترتیب اولویت معیار انتخاب تامین کننده به قرار زیر می باشد:

$$C_5 > C_2 > C_3 > C_1 > C_7 > C_6 > C_4 > C_8 > C_9$$

در گام 2، برای رتبه بندی تامین کنندگان، روش TOPSIS فازی مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس ماتریس تصمیم گیری فازی (جدول 1) و مقادیر معیار انتخاب تامین کنندگان (جدول 3)، مقادیر ماتریس تصمیم گیری فازی عادی سازی شده و رتبه بندی تامین کنندگان به ترتیب در جداول 4 و 5 نمایش داده شده است.

جدول ۴. ماتریس تصمیم‌گیری فازی عادی سازی شده مقادیر

Alternatives	Quality (C1)			On time delivery (C2)			Performance history (C3)			Supply risk (C4)			Demand risk (C5)		
A1	0.09	0.10	0.11	0.09	0.10	0.11	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07	0.06	0.11	0.08	0.07
A2	0.07	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.12	0.13	0.13	0.10	0.08	0.06	0.17	0.12	0.09
A3	0.08	0.10	0.12	0.12	0.13	0.15	0.13	0.14	0.15	0.08	0.06	0.05	0.09	0.08	0.06
A4	0.09	0.09	0.10	0.13	0.14	0.16	0.11	0.13	0.14	0.07	0.06	0.05	0.12	0.09	0.07

جدول ۴. ماتریس تصمیم‌گیری فازی عادی سازی شده مقادیر

Alternatives	Manufacturing risk (C6)			Logistics risk (C7)			Information risk (C8)			Environment risk (C9)		
A1	0.10	0.07	0.06	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
A2	0.10	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
A3	0.07	0.05	0.04	0.12	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
A4	0.08	0.06	0.04	0.07	0.05	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02

جدول ۵. رتبه بندی تامین کنندگان

Alternatives	d_i^-	d_i^+	CC_i	Rank
A1	5.9235	3.0855	0.6575	3
A2	5.9098	3.1019	0.6558	4
A3	6.0467	2.9641	0.6710	1
A4	6.0229	2.9851	0.6686	2

یافته‌ها نشان دادند که رتبه نهایی تامنی کنندگان به قرار زیر می‌باشد:

$$A_3 > A_4 > A_1 > A_2.$$

5. نتیجه‌گیری

انتخاب تامین‌کننده یک عملیات مهم و استراتژیک جهت توسعه همکاری در زمینه زنجیره تامین می‌باشد. قسمتی از انتخاب تامین‌کننده شامل ارزیابی تامین‌کنندگان و رتبه بندی در سراسر ابعاد متعدد می‌باشد. با تاکید بر طرح‌های برون‌سپاری، سازمان‌ها به تامین‌کنندگان وابسته‌تر شده‌اند، بنابراین ارزیابی عملکرد و انتخاب تامین‌کننده بسیار حائز اهمیت می‌باشد. ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده نیازمند در نظر گرفتن چندین هدف بوده و نیازمند روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و آنالیز آن‌ها می‌باشد. در این مقاله، ما تامین‌کننده قطعات یدکی را در زمینه

مدیریت ریسک زنجیره تامین مورد ارزیابی قرار داده ایم. نتایج نشان می دهند که قسمت تقاضا دارای بیشترین مقدار و ریسک محیطی دارای کمترین مقدار در مسئله انتخاب تامین کننده می باشد. تحقیقات آینده می توانند به آنتروپی شانون اختصاص داده شوند.

References

- Abdollahi, M., Arvan, M., & Razmi, J. (2015). An integrated approach for supplier portfolio selection: Lean or agile? *Expert Systems with Applications*, 42 (1), 679-690.
- Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). Supply chain optimization under risk and uncertainty: A case study for high-end server manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.025>.
- Bai, C., & Sarkis, J. (2010). Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies. *International Journal of Production Economics*, 124, 252-264.
- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2016). Green Supplier Selection Using Fuzzy Group Decision Making Methods: A Case Study from the Agri-Food Industry. *Computers and Operation Research*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2016.02.015>.
- Barbosa-Povoa, A. P. (2014). Process supply chains management – where are we? where to go next? *Frontiers in Energy Research*, 2 (23).
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & Giacchetta, G. (2006). A fuzzy-QFD approach to supplier selection. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(1), 14-27.
- Bogataj, D., & Bogataj, M. (2007). Measuring the supply chain risk and vulnerability in frequency space. *International Journal of Production Economics*, 108, 291-301.
- Cardoso, S. R., Barbosa-Povoa, A. P., & Relvas, S. (2015). Integrating Financial Risk Measures into the Design and Planning of Closed-loop Supply Chains. *Computers and Chemical Engineering*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2015.10.012>
- Chan, F. T. S. (2003). Performance measurement in a supply chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21, 534-548.
- Che, Z. H. (2012). Clustering and selecting suppliers based on simulated annealing algorithms. *Computers and Mathematics with Applications*, 63, 228–238.
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy Environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
- Chopra, S., & Sodhi, M. (2004). Managing risk to avoid supply chain breakdown. *MIT Sloan Management Review*, 46 (1), 53-62.
- Chow, W. S., Madu, C. N., Kuei, C. H., Lin, C., & Tseng, H. (2008). Supply chain management in the US and Taiwan: An empirical study. *Omega*, 36, 665-679.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistic Management*, 15 (2), 1-13.
- Dickson, G. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2, 5-17.
- Faez, F., Ghodsypour, S. H. & O'Brien, C. (2009). Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy case-based reasoning and mathematical programming model. *International Journal of Production Economics*, 121, 395–408.

- Fazli, S., Kiani Mavi, R., & Vosooghidizaji, M. (2015). Crude oil supply chain risk management with DEMATEL–ANP. *Operational Research: An International Journal*, 15, 453–480.
- Florez-Lopez, R. (2007). Strategic supplier selection in the added-value perspective: a CI approach. *Information Sciences*, 177, 1169–1179.
- Giannakis, M., & Papadopoulos, T. (2015). Supply chain sustainability: A risk management approach. *International Journal of Production Economics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.032>.
- Goh, M., Lim, J. Y., & Meng, F. (2007). A stochastic model for risk management in global supply chain networks. *European Journal of Operational Research*, 182 (1), 64-173.
- Guo, C., & Li, X. (2014). A multi-echelon inventory system with supplier selection and order allocation under stochastic demand. *International Journal of Production Economics*, 151, 37–47.
- Hadi-Vencheh, A. & Niazi-Motlagh, M. (2011). An improved voting analytic hierarchy process–data envelopment analysis methodology for supplier selection. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24, 189–197.
- Hallikas, J., Karvonen, I., Pulkkinen, U., Virolainen, V. M., & Tuominen, M. (2004). Risk management processes in supplier networks. *International Journal of Production Economics*, 90 (1), 47-58.
- Hantsch, M., & Huchzermeier, A. (2013). Identifying, analyzing, and assessing risk in the strategic planning of a production network: the practical view of a German car manufacturer. *Journal of Management Control*, 24, 125-158.
- Harland, C. M. (1996). Supply Chain Management, Purchasing and Supply Management, Logistics, Vertical Integration, Materials Management and Supply Chain Dynamics. In: Slack, N. (ed.) *Blackwell Encyclopedic Dictionary of Operations Management*, UK: Blackwell.
- Heidarzade, A., Mahdavi, I., & Mahdavi-Amiri, N. (2015). Supplier Selection Using a Clustering Method Based on a New Distance for Interval Type-2 Fuzzy Sets: A Case Study. *Applied Soft Computing*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2015.09.029>
- Hendricks, K., & Singhal, V. (2005). Association between supply chain glitches and operation performance. *Management Science*, 51 (5), 695-711.
- Hsieh, H., Lu, S., & Tzeng, G. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International Journal of Project Management*, 22, 573-584.
- Hsu, C. W., & Hu, A. H. (2009). Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. *Journal of Cleaner Production*, 17(2), 255-264.
- Karsak, E. E., & Dursun, M. (2015). An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection. *Computers & Industrial Engineering*, 82, 82-93.
- Kiani Mavi, N., & Kiani Mavi, R. (2014). Talent pool membership in sport organizations with fuzzy analytic hierarchy process. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 17 (1), 1-21.
- Kiani Mavi, R. (2015). Green supplier selection: a fuzzy AHP and fuzzy ARAS approach. *International Journal of Services and Operations Management*, 22 (2), 165-188.
- Kilinc, O. & Onal, S. A. (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert Systems with Applications*, 38, 9656–9664.
- Kiser, J., & Cantrell, G. (2006). Six steps to managing risk. *Supply Chain Management Review*, 10 (3), 12-17.

- Kleindorfer, P., & Saad, G. (2005). Managing disruption risks in supply chains. *Production and Operations Management*, 14 (1), 53-68.
- Lavastre, O., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2012). Supply chain risk management in French companies. *Decision Support Systems*, 52, 828-838.
- Li, G., Fan, H., Lee, P. K. C., & Cheng, T. C. E. (2015). Joint supply chain risk management: An agency and collaboration perspective. *International Journal of Production Economics*, 164, 83-94.
- Lin, R. H. (2009). An integrated FANP-MOLP for supplier evaluation and order allocation. *Applied Mathematic Modeling*, 33, 2730-2736.
- Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2015). Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 375-390.
- Mendoza, A., & Ventura, J. A. (2012). Analytical models for supplier selection and order quantity allocation. *Applied Mathematical Modelling*, 36(8), 3826-3835.
- Mokhtarian, M. N. & Hadi-Vencheh, A. (2012). A new fuzzy TOPSIS method based on left and right scores: An application for determining an industrial zone for dairy products factory. *Applied Soft Computing*, 12, 2496-2505.
- Nooraie, S. V., & Mellat Parast, M. (2015). Mitigating Supply Chain Disruptions through the Assessment of Trade-Offs Among Risks, Costs, and Investments in Capabilities. *International Journal of Production Economics*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.10.018>
- Ogulin, R. (2003). Emerging requirements for networked supply chains, In: Gattorna, J. L., Ogulin, R., & Reynolds, M.W. (Eds). *Gower handbook of supply chain management* (pp. 486-500). Burlington, VT: Gower Publishing.
- Pazhani, S., Ventura, J. A., & Mendoza, A. (2015). A Serial Inventory System with Supplier Selection and Order Quantity Allocation considering Transportation Costs. *Applied Mathematical Modelling*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2015.06.008>.
- Perić, T., Babić, Z., & Veža, I. (2013). Vendor selection and supply quantities determination in a bakery by AHP and fuzzy multi-criteria programming. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26, 816-829.
- Punniyamoorthy, M., Thamaraiselvan, N., & Manikandan, L. (2013). Assessment of supply chain risk: scale development and validation. *Benchmarking: An International Journal*, 20 (1), 79-105.
- Qu, S., Goh, M., Ying, J., & De Souza, D. (2015). A New Algorithm for Linearly Constrained C-Convex Vector Optimization with A Supply Chain Network Risk Application. *European Journal of Operational Research*, doi: [10.1016/j.ejor.2015.06.016](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.06.016).
- Rahiminezhad Galankashi, M., Helmi, S. A., & Hashemzahi, P. (2016). Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard-fuzzy AHP approach. *Alexandria Engineering Journal*, 55, 93-100.
- Sengül, U., Eren, M., Eslamian Shiraz, S., Gezder, V., & Sengül, A. B. (2015). Fuzzy TOPSIS method for ranking renewable energy supply systems in Turkey. *Renewable Energy*, 75, 617-625.
- Shannon, C. E. (2001). A mathematical theory of communication. *ACM Sigmobility Mobile Computing and Communications Review*, 5 (1), 3-55.
- Shashank, R., & Goldsby, T. J. (2009). Supply chain risks: a review and topology. *The International Journal of Logistics Management*, 20 (1), 97-123.
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. & Tarokh, M. J. (2011). A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12160-12167.

- Silvestre, B. S. (2015). Sustainable supply chain management in emerging economies: Environmental turbulence, institutional voids and sustainability trajectories. *International Journal of Production Economics*, 167, 56-169.
- Sun, C. C. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 37, 7745-7754.
- Tang, C. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103, 451-488.
- Trapp, A. C., & Sarkis, J. (2016). Identifying Robust portfolios of suppliers: a sustainability selection and development perspective. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2088-2100.
- Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). An empirical examination of supply chain performance along several dimension of risk. *Journal of Business Logistics*, 29 (1), 307-325.
- Wang, T-C., & Lee, H-D. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. *Expert Systems with Applications*, 36, 8980-8985.
- Wieland, A. (2013). Selecting the right supply chain based on risks. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24 (5), 652-668.
- 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 & Engineering*, doi:10.1016/j.jngse.2015.12.021.
- Xia, W., & Wu. Z. (2007). Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments. *Omega*, 35, 494-504.
- Yu, M. C., & Goh, M. (2014). A multi-objective approach to supply chain visibility and risk. *European Journal of Operational Research*, 233, 125-130.
- Yu, X., Xu, Z., & Liu, S. (2013). Prioritized multi-criteria decision making based on preference relations. *Computers & Industrial Engineering*, 66 (1), 104-115.
- Zouggari, A., & Benyoucef, L. (2011). Simulation based fuzzy TOPSIS approach for group multi-criteria supplier selection problem. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 25(3), 507-519.
- Zsidisin, G., & Ritchie, B., (eds.), (2009). *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, New York, Springer.