Archive of SID

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره 4، شماره 1، بهار 1398

تخمین قابلیت اطمینان تأمین‌کننده در شرایط اختلال با استفاده از شبکه بیزین و با رویکرد فازی

پوریا ناصری[1*]، محمدحسین کریمی گوارشکی[2]

1- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
2- استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

دریافت: 1397/7/12 پذیرش: 1397/11/20

چکیده

امروزه، تأمین‌کنندگان نقش بسیار مهمی برای شرکت‌ها و سازمان‌ها دارند. انتخاب صحیح تأمین‌کنندگان می‌تواند به‌عنوان یک مزیت رقابتی مهم در بازار برای شرکت‌ها و سازمان‌ها مطرح شود. ازآنجایی‌که تأمین‌کنندگان رابطه تنگاتنگی با سازمان‌ها دارند و تولید و خدمات نهایی آن‌ها، هم از لحاظ کیفیت و هم هزینه، به تأمین‌کنندگان وابسته است. یکی از راهکارها در شرایط بحرانی و اختلال، استفاده از تأمین‌کنندگان قابل‌اعتماد برای گذر از شرایط بحرانی و تأمین مواد اولیه لازم است. در این مقاله با بررسی اختلالات تأمین‌کنندگان و در نظر گرفتن رابطه موجود بین آن‌ها و با استفاده از روش تحلیل درخت خطا (FTA) و تبدیل آن به شبکه بیزین، قابلیت اطمینان تأمین‌کننده تخمین زده شده است. به علت دقیق‌نبودن اطلاعات ورودی از رویکرد نظریه فازی استفاده می‌شود. در این مقاله برای اعتبار سنجی مدل ارائه‌شده قابلیت اطمینان دو تأمین‌کننده پژوهشکده زیرسطحی اصفهان موردمطالعه قرار گرفته می‌شود.

واژگان کلیدی: تأمین‌کننده؛ قابلیت اطمینان؛ شبکه‌های بیزین؛ نظریه فازی.

---

* نویسنده مسئول مقاله: E-mail: Tala8617@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

1- مقدمه

اختلال در زنجیره تأمین، گروهی از ریسک‌ها هستند که به‌صورت غیرقابل‌پیش‌بینی یا تا حدودی قابل پیش‌بینی، جریان مواد را در زنجیره تأمین مختل می‌کند. برای دست‌یابی به تأمین‌کننده با قابلیت اطمینان بالا لازم است که ابتدا اختلال‌هایی را که ممکن است برای تأمین‌کننده به وجود آید، موردبررسی قرار دهیم. از مهم‌ترین این اختلال‌ها می‌توان به خطرات طبیعی مانند سونامی، زلزله و خشک‌سالی، بی‌ثباتی اجتماعی و سیاسی، آشفتگی قانونی، شکست‌های اقتصادی، حملات تروریستی، اعتصاب کارکنان، وابستگی به یک تأمین‌کننده، ورشکستگی و تروریسم اشاره کرد [1، ص1665].

هندریک و سینگال [2، ص501] بعد از حمله تروریستی یازده سپتامبر و اختلالات شدیدی که در زنجیره تأمین جهانی اتفاق افتاد، مشخص نمودند که اختلالات ایجادشده در زنجیره و تأمین‌کنندگان بی‌اهمیت نیستند و تأثیرات شدیدی روی دارایی سهام‌داران و کاهش ارزش سهام شرکت‌های مختل شده دارند. ولندال و همکاران [3، ص375] یک رویکرد برای مدل‌سازی و تجزیه‌وتحلیل لجستیک در سراسر زنجیره تأمین ارائه می‌کنند که درک درست از آن زنجیره تأمین را قادر می‌سازد قابلیت اطمینان فرآیند خود را بهتر کنترل کند. عموم شرکت‌های آمریکایی بر این معتقد بودند که برای تهیه مواد اولیه باید از چندین تأمین‌کننده استفاده کرد، اما شرکت‌های ژاپنی به سیاست انتخاب یک تأمین‌کننده و صرفه‌جویی به مقیاس اعتقاد داشتند. در این راستا، برگئر [4، ص9] مطالعه‌ای روی کمینه‌کردن هزینه‌های انتخاب تأمین‌کننده انجام داد و نشان داد که بهترین معیار انتخاب تأمین‌کننده این است که هزینه کمینه و بهینه‌ای داشته باشیم. بریئر برای میزان ریسک تک منبعی بودن نیز هزینه‌ای قرار داد. هالیکاس و همکاران [5، ص72] نشان دادند اگرچه برون‌سپاری در منابع اولیه باعث ایجاد رقابت و ارزش‌افزوده بیشتر می‌شود، اما ممکن است که تأمین‌کنندگان با اختلالاتی روبرو شوند و منجر به ایجاد ضررهای بیشتر برای سازمان شود. همچنین دو رویکرد مدیریت کردن ریسک زنجیره تأمین و امکان یادگیری سازمان‌ها در زنجیره را بهترین راه‌حل برای ایجاد شرایط اطمینان‌بخش‌تر با تأمین‌کنندگان

www.SID.ir

Archive of SID

پیشنهاد دادند. کریستفر تنگ [6، ص451] نیز مزیت هزینه کمتر و سهم بازار را عاملی برای برون‌سپاری مطرح کرد و دیدگاه‌های کمّی را برای مدیریت کردن ریسک‌های زنجیره و تأمین‌کنندگان بیان نمود. نیوونهیوس و واندائل [7، ص 694] در یک اثبات تحلیلی قابلیت اطمینان شکاف زیاد تحویل از تأمین‌کننده و ثبات برنامه زمان‌بندی تولید از خریدار را بهبود می‌بخشند که برای برآورد قابلیت اطمینان تحویل در مدت سیاست شکاف زیاد، ویژگی‌های سیستم ارائه می‌شود. بورک و همکاران [8، ص95] نیز مطالعه جامعی را در انتخاب سیاست‌های تک و دو منبعی انجام دادند. آن‌ها با بیان معایب و مزایای هرکدام از سیاست‌های تک یا دو منبعی عدم قطعیت محیطی را عامل اصلی برای انتخاب یکی از این سیاست‌ها معرفی کردند. بورک سیاست تک منبعی را سیاست غالب برشمرد و پیشنهاد کرد که تنها زمانی که منبع موردنظر ظرفیت پایینی داشته یا احتمال شکست آن وجود داشته باشد، باید به سراغ چند منبعی رفت. کستانتینو و گلاک [9، ص27] بیان داشتند که اختلال تحریم باعث شکست منابع غیرقابل‌اعتماد می‌شود و در نتیجه برای رسیدگی به تحریم‌ها باید از استراتژی‌های مناسب تک، دو، سه یا چندمنبعی استفاده کرد. داورزنی و همکاران [10، ص1517] یک محیط تک‌محصول را که در آن یک شرکت می‌تواند از چند منبع استفاده کند، موردمطالعه قرار می‌دهند. ممکن است یک تأمین‌کننده دارای ظرفیت غیرقابل‌اعتماد باشد، درحالی‌که دیگران قابل‌اعتماد هستند، ولی کیفیت محصول پایین‌تری دارند. زو و همکاران [11، ص180] یک روش آماری را برای ساخت یک مدل برای تشخیص زودهنگام مشکلات قابلیت اطمینان با استفاده از پایگاه داده‌ها و زنجیره تأمین بالادست ارائه نموده‌اند. داورزنی و ذگردی [12، ص2102] تحقیقات جامعی در مزیت و معایب سیاست‌های مختلف تعداد تأمین‌کننده با توجه به شرایط ایران انجام دادند و توانستند با مدل‌های تحقیق در عملیات سهم هریک از تأمین‌کنندگان را در سیاست‌های مختلف به‌طور بهینه مشخص کنند. دانسی و همکاران [13، ص125] نشان دادند که در شبکه‌های زنجیره تأمین ادغام دو عمل خارجی و داخلی می‌تواند تأثیر مثبت و مهمی بر روی پاسخگویی بگذارد که استفاده از یک شبکه تأمین‌کننده بین‌المللی به‌عنوان یک عامل احتمالی در رابطه بین شیوه‌های ادغام و پاسخگویی عمل می‌کند. کاظمی و علیزاده [14، ص37] مشخصه‌های مهم

www.SID.ir

Archive of SID

برای تأمین‌کنندگان بر اساس مبانی نظری تحقیق و مصاحبه با مدیران و پرسشنامه با ایجاد ماتریس مقایسه ارزیابی براساس AHP تعیین نمودند. سپس بر اساس یک رویکرد جدید تحلیل پوششی داده‌ها، وزن نسبی مشخصه‌ها تعیین و سرانجام تأمین‌کنندگان بر اساس روش TOPSIS رتبه‌بندی می‌شوند. رادفر و صالحی [15، ص189] یک مدل ترکیبی برای انتخاب تأمین‌کنندگان و رتبه‌بندی آن‌ها پیشنهاد می‌کنند. در این تحقیق، یک مدل دومرحله‌ای طراحی شده است که تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی می‌کند و در آن، هر تأمین‌کننده دارای چندین ورودی و خروجی است. در مرحله اول، تأمین‌کنندگان به‌وسیله تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی می‌شوند و برای دقیق شدن داده‌ها، در این مرحله از رویکرد فازی استفاده می‌شود. در مرحله دوم برای غنی کردن ارزیابی، تأمین‌کنندگان را به‌وسیله روش رتبه‌بندی سازمان تحلیل و ارزیابی می‌کنند. آزادی و همکاران [16، ص174] در مقاله خود با استفاده از مدل یکپارچه تحلیل پوششی داده‌ها و رویکرد فازی به دنبال انتخاب بهترین تأمین‌کننده یکپارچه پایدار هستند. بررسی‌ها بر روی مطالعه موردی نشان می‌دهد که مدل ارائه‌شده می‌تواند اثربخشی و بهره‌وری را در محیط نامشخص با سطوح مختلف α اندازه‌گیری کند. همچنین این مدل پیشنهادی می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان برای مقابله با عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در هنگام انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار کمک کند. عزیزی و همکاران[17، ص191] در پژوهش خود نخست از دو دیدگاه خوش‌بینانه و بدبینانه، کارایی‌های تأمین‌کنندگان تحت ارزیابی را به دست می‌آورند. دیدگاه خوش‌بینانه، هر تأمین‌کننده را با مجموعه‌ای از مطلوب‌ترین وزن‌ها ارزیابی می‌کند و دیدگاه بدبینانه، هر تأمین‌کننده را با مجموعه‌ای از نامطلوب‌ترین وزن‌ها ارزیابی می‌کند؛ سپس نشان داده می‌شود که این دو نتیجه ارزیابی با یکدیگر تعارض دارند و بدون تردید یک‌سویه، غیرواقع‌گرایانه و غیرمتقاعدکننده هستند. برای غلبه بر این مشکل، یک اندازه عملکرد کلی جدیدی را پیشنهاد می‌کنند که برای ادغام اندازه‌های به‌دست‌آمده از دیدگاه‌های خوش‌بینانه و بدبینانه مورداستفاده قرار گرفته و برای شناسایی تأمین‌کننده دارای بهترین عملکرد به کار برده می‌شود. کیانی و همکاران [18، ص216] 9 معیار کیفیت، زمان تحویل، تاریخ عملکرد و شش ریسک در زنجیره تأمین از جمله ریسک عرضه، ریسک تقاضا، ریسک تولید، ریسک تدارکات،

www.SID.ir

Archive of SID

ریسک اطلاعات و ریسک محیط‌زیست برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در نظر می‌گیرند و با استفاده از روش TOPSIS فازی تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی می‌کنند. ونکاسین و گو [19، ص124] در مقاله خود تأمین‌کنندگان را بر اساس مقادیر اولویتی که با استفاده از PROMETHEE فازی و AHP فازی ترکیبی مورداستفاده قرار می‌گیرند، رتبه‌بندی می‌کنند. کریلماز و رارول [20، ص54] روند مدیریت ریسک زنجیره تأمین موردبررسی قرار می‌دهند و یک روش برای مرحله کاهش ریسک پیشنهاد می‌دهند. در اولین مرحله از روش پیشنهادی، یک طرح اولیه از طریق یک مدل برنامه‌ریزی خطی با توجه به معیار هزینه به دست می‌آید و در مرحله دوم با افزودن معیار ریسک به برنامه‌ریزی به‌عنوان اولویت دوم، طرح تجدیدنظر می‌شود. جان لیو و همکاران [21، ص272] در مقاله خود یک روش یکپارچه‌سازی ارزیابی ریسک‌های تأمین‌کننده را بر اساس زنجیره تأمین و تجزیه‌وتحلیل جریان پایدار برای کاهش ریسک‌ها پیشنهاد می‌دهد. بابایی و همکاران [22، ص51] در پژوهش خود با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از معیارهای اقتصادی و زیست‌محیطی، یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی عدد صحیح چندهدفه برای مسئله انتخاب تأمین‌کننده سبز و تخصیص سفارش در شرایط چند محصولی، منبع یابی چندگانه و تک‌دوره‌ای ارائه می‌کنند. صادقی مقدم و همکاران [23، ص69] پس از بررسی مبانی نظری تحقیق و استخراج ریسک‌های مربوط به زنجیره تأمین جهت شناسایی ریسک‌ها در زنجیره تأمین خدمات از دو روش گروه کانونی و کیوسرت استفاده می‌کنند که خروجی آن شناسایی 10 مؤلفه از مهم‌ترین ریسک‌ها به‌عنوان مشخصه‌های موقعیتی در مدل‌سازی راف است. متعاقباً با تلفیق روش‌های مختلف گسسته‌سازی داده، تولید بی‌زائده و تولید قوانین، پنج مدل قوانین راف برای مؤلفه‌های ریسک تولید می‌شود. با توجه به مدل‌های استخراج‌شده از بین مشخصه‌های موقعیتی، مؤلفه ریسک بازار و ریسک مالی اصلی‌ترین مؤلفه در تحلیل ریسک زنجیره تأمین خدمات شناسایی می‌شوند. وحیدی و همکاران [24، ص1351] یک مدل برنامه‌ریزی دوبعدی تصادفی–امکان‌پذیر برای انتخاب گزینه‌های تأمین‌کننده پایدار و تخصیص سفارش در خطرات عملیاتی و خرابکاری پیشنهاد می‌دهند. آن‌ها یک چارچوب نظام‌مند SWOT-QFD ترکیبی را برای انتخاب معیارهای پایدار بر اساس یک استراتژی سازنده پیشنهاد می‌دهند. میرزایی و

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران مسئله انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش را با چند دوره، چند محصول، چند تأمین‌کننده، موارد چندمنظوره و همچنین تخفیف کم با محدودیت‌های بودجه و ظرفیت برای هر دو خریداران و تأمین‌کنندگان تعمیم می‌دهد.

با توجه به فضای رقابتی موجود در بازار، در این تحقیق با بررسی کلیه‌ی اختلالات تأمین‌کننده و ریشه‌یابی آن‌ها به کمک روش درخت خطا و تبدیل آن به شبکه‌های بیزین، قابلیت اطمینان دو تأمین‌کننده پژوهشکده زیرسطحی به دست آورده می‌شود. چون اطلاعات ورودی برای احتمال رویداد هر اختلال دقیق نیست، تجزیه‌وتحلیل این اطلاعات با استفاده از نظریه فازی انجام می‌گیرد.

2- شبکه بیزین

شبکه‌های بیزین یک نمونه از مدل‌های گرافیکی هستند که دارای گره‌هایی برای متغیرها و یال‌های جهت‌داری به‌منظور نشان دادن روابط میان این گره‌ها هستند. این شبکه‌ها از جمله گراف‌های فاقد دور هستند. از این شبکه‌ها برای محاسبه‌ی احتمال یک رخداد (پائین ترین گره) که متأثر از چندین متغیر دیگر است، استفاده می‌شود. برای محاسبه احتمال هر گره والد، ابتدا احتمالات گره‌های ریشه با استفاده از توابع توزیع خاص، مشاهدات یا نظرات خبره استخراج می‌شوند و سپس با بهره‌مندی از قاعده‌ی احتمالی بیز، احتمال گره والد به دست می‌آید.

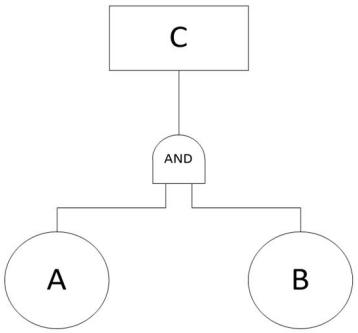
2-1- تبدیل درخت خطا به شبکه‌های بیزین

درخت‌های خطا به‌راحتی می‌توانند به شبکه‌های بیزین تبدیل شوند. همان‌طور که در شکل‌های (1) و (2) مشخص است، می‌توان پیشامدهای خرابی را به‌عنوان گره‌های شبکه بیزین، و دریچه‌های *OR* و *AND* را نیز به‌عنوان یال‌ها در نظر گرفت؛ به‌طوری‌که تفاوت بین نوع دریچه‌ها بر احتمالات شرطی که در شبکه‌های بیزین بین متغیرها تعریف می‌شود، اثر می‌گذارد.

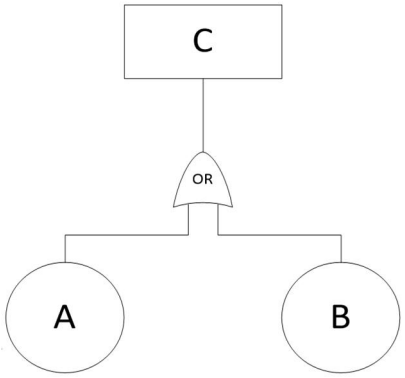
شبکه بیزین مربوط به شکل (1) با گره And به‌صورت شکل (3) خواهد بود و در ادامه، شبکه بیزین مربوط به شکل (2) با گره OR به‌صورت شکل (4) است:

www.SID.ir

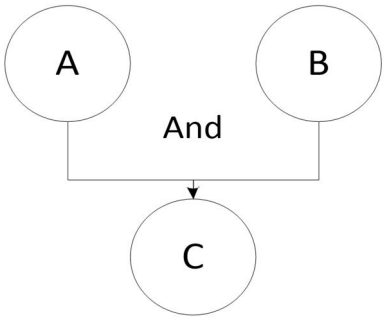
Archive of SID



شکل 1 درخت خطا به‌صورت موازی



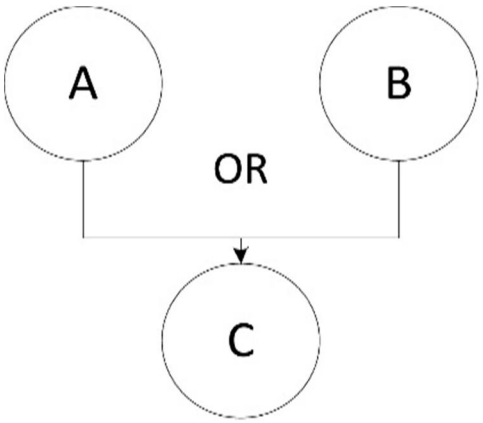
شکل 2 درخت خطا به‌صورت سری



شکل 3 شبکه بیزین به‌صورت موازی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 4 شبکه بیزین به‌صورت سری

بنا بر شکل (4) روابط شرطی مربوط به شبکه بیزین مطابق زیر است:

$$P\{C=1|A=0,B=0\}=0$$
$$P\{C=1|A=0,B=1\}=0$$
$$P\{C=1|A=1,B=0\}=0$$
$$P\{C=1|A=1,B=1\}=1 \quad (1)$$

و درنهایت، احتمال رخ دادن C از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$P(C=1) = P(C=1|A=0,B=0).P(A=0,B=0) + P(C=1|A=0,B=1).P(A=0,B=1) + P(C=1|A=1,B=0).P(A=1,B=0) + P(C=1|A=1,B=1).P(A=1,B=1) \quad (2)$$

و روابط شرطی شبکه بیزین به‌صورت سری به شرح زیر است:

$$P\{C=1|A=0,B=0\}=0$$
$$P\{C=1|A=0,B=1\}=1$$
$$P\{C=1|A=1,B=0\}=1$$
$$P\{C=1|A=1,B=1\}=1 \quad (3)$$

www.SID.ir

Archive of SID

احتمال رخ دادن C در این حالت هم مشابه رابطه قبلی خواهد بود [25].

3- مجموعه فازی مثلثی

اعداد فازی مثلثی به‌وسیله سه عدد حقیقی که به‌صورت (m,u,l) بیان می‌شود، تعریف می‌گردند. m محتمل‌ترین مقدار یک عدد فازی است. آن‌ها دارای توابع عضویتی هستند که شامل دو بخش خطی چپ و راست است که در رأس (m,1) به هم متصل می‌شوند. نکته بسیار مهم آن است که اعداد فازی مثلثی براساس اطلاعات اندک ساخته می‌شوند و انجام عملیات چهارگانه نیز بر روی این اعداد آسان است و اغلب در مواردی مانند کنترولرهای فازی، تصمیم‌گیری‌های مدیریتی، بازرگانی و مالی، مقایسات و ارزیابی‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند.

بخش اصلی و مهم نظریه مجموعه‌های فازی، گرفتن اطلاعات از خبره‌ها است. بنابراین، قضاوت یک خبره نقش حیاتی را در ارزیابی قابلیت اطمینان داراست. قابلیت اطمینان ابتدایی به‌صورت بازه $[l,r]$ در نظر گرفته می‌شود که ارزش قطعی یا میانی این عدد فازی مثلثی (m) برابر است با جمع این دوعدد تقسیم بر دو.

مقدار فازی اطلاعات ورودی از نظر n نفر خبره به دست می‌آید که به‌صورت عدد فازی مثلثی مانند زیر اتخاذ می‌شود:

$$E^i = (m^i-d^i, m^i, m^i+d^i) \quad (4)$$

ولی نیاز است که از نظرات خبره‌ها به ارزش واحدی برای قابلیت اطمینان PROBIST رسیده شود.

اگر p_i احتمال شکست جزء iام باشد و آن را به‌صورت عدد فازی مثلثی به سه مؤلفه $p_i = (p_{i1}, p_{i2}, p_{i3})$ تعریف کنیم، با داشتن هر برش α داریم:

$$[p_i]_\alpha = [p_{i1}+\alpha(p_{i2}- p_{i1}),\ p_{i3}- \alpha(p_{i3}- p_{i2})] \quad (5)$$

$$[p_i]_\alpha \cdot [p_j]_\alpha = [\{p_{i1}+\alpha(p_{i2}- p_{i1}) \cdot p_{j1}+\alpha(p_{j2}- p_{j1})\},\{ p_{i3}- \alpha(p_{i3}- p_{i2}) \cdot p_{j3}- \alpha(p_{j3}- p_{j2})\}] \quad (6)$$

www.SID.ir

Archive of SID

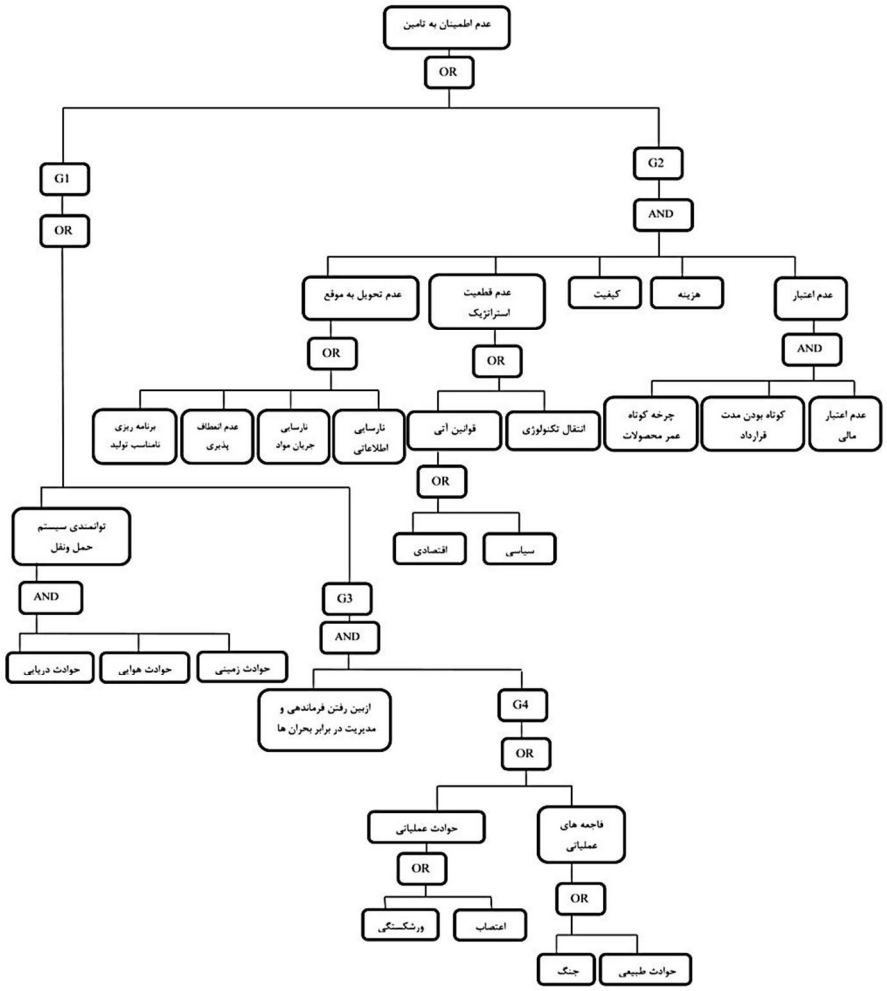
4- روش تحقیق

تاکنون روش‌های مختلفی جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از روش‌های مختلفی جهت ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از روش‌هایی چون تصمیم‌گیری چندمعیاره، سیستم‌های خبره، شبیه‌سازی و الگوریتم‌های فراابتکاری موردبررسی قرار گرفته است، ولی این تحقیق قابلیت اطمینان تأمین‌کنندگان را در شرایط بحران و اختلال مانند شرایط تحریم موردبررسی قرار می‌دهد. در روش حل موجود، نظرات خبرگان صنعت موردنظر که به‌صورت متغیرهای زبانی هستند به متغیرهای کمّی تبدیل می‌شود. برای کاهش خطای انسانی خبرگان از نظریه فازی استفاده شده و حد بالا و پایینی برای احتمال‌های هریک از رخدادهای درخت خطای تأمین‌کننده به دست آورده می‌شود. همچنین با استفاده از روش تحلیل درخت خطا قابلیت اطمینان تأمین‌کنندگان در سطوح مختلف محاسبه می‌شود. برای به دست آوردن درخت خطای تأمین‌کننده، با استفاده از منابع علمی موجود در این زمینه و همچنین بهره‌گیری از نظر کارشناسان مربوطه عواملی که ممکن است موجب اخلال در عملکرد تأمین‌کننده شود یا باعث پایین آوردن قابلیت اطمینان آن شود، به دست آورده شده و درخت خطای موردنظر ترسیم شده است.

بعد از شناسایی عواملی که باعث کاهش اطمینان تأمین‌کنندگان می‌شوند، باید درخت خطای متناسب با رخدادها رسم شود. درخت خرابی یک مدل نمادین منطقی از بالا به پایین است که در حوزه شکست تولید می‌شود. این مدل راه‌های خرابی را از یک پیشامد اصلی نامطلوب از قبل تعیین‌شده (پیشامد بالایی) تا خرابی‌های سیستم (آغازگرهای درخت) دنبال می‌کند. خرابی‌ها و شکست‌های سیستم هرکدام ازآن‌جهت که علت به وجود آمدن خرابی دیگری در درخت خرابی هستند، آغازگر نامیده می‌شوند. تجزیه‌وتحلیل درخت خرابی یک وسیله نیرومند خطایاب برای تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های پیچیده است و به‌عنوان یک وسیله کمکی برای بهبود طراحی استفاده می‌شود [26]. شکل (5) درخت خطای هر تأمین‌کننده و مجموعه اختلالاتی را که باعث عمل نکردن تأمین‌کننده می‌شود، نمایش می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 5 درخت خطای تأمین‌کننده

در این نمودار، از G به‌عنوان حلقه اتصال مجموعه رویدادها در هر مرحله استفاده شده است.

تبدیل تحلیل درخت خطا به شبکه‌های بیزین

برای تبدیل درخت خطای تأمین‌کننده به شبکه بیزین باید از الگوی ارائه‌شده در بخش 1-2 استفاده کرد که شبکه بیزین مربوطه در شکل (6) نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

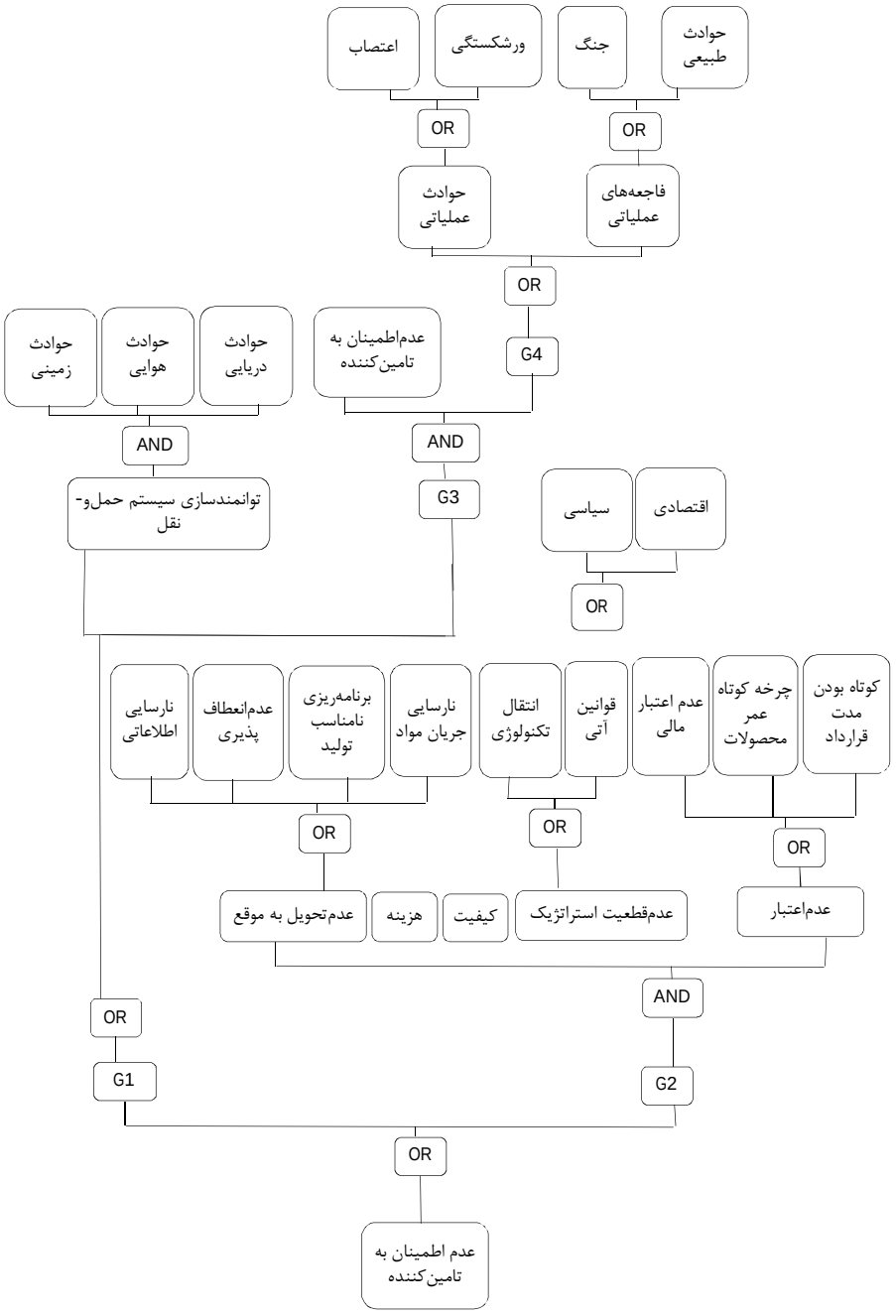
ازآنجاکه در رابطه معادله (2) دو نوع احتمال شرطی و حاشیه‌ای وجود دارد، بنابراین رویکردهای حل به این صورت است کـه مقـدار احتمـالات حاشـیه‌ای وجـود داشـته و احتمالات شرطی را نیز باید محاسبه نمود.

جدول 1 منابع رخدادهای درخت خطا

ردیف	رخداد	منبع	ردیف	رخداد	منبع
رخداد1	هزینه	[1، ص1665]	رخداد11	حوادث طبیعی	[27، ص250]، [28، ص1182]
رخداد2	کیفیت	[36، ص210]	رخداد12	جنگ	[1، ص1665]
رخداد3	انتقال فنّاوری	[37، ص120]	رخداد13	برنامه‌ریزی	[29، ص859]، [30، ص25]
رخداد4	چرخه کوتاه عمر محصولات	[34]	رخداد14	سیاسی	[31، ص350] [32، ص586]
رخداد5	کوتاه بودن مدت قرارداد	متناسب با شرایط پژوهشکده زیرسطحی	رخداد15	اقتصادی	[33، ص 192]
رخداد6	حوادث زمینی	متناسب با شرایط پژوهشکده زیرسطحی	رخداد16	نارسایی اطلاعاتی	[34]
رخداد7	حوادث دریایی	متناسب با شرایط پژوهشکده زیرسطحی	رخداد17	نارسایی جریان مواد	متناسب با شرایط پژوهشکده زیرسطحی
رخداد8	حوادث هوایی	متناسب با شرایط پژوهشکده زیرسطحی	رخداد18	عدم انعطاف‌پذیری	[34]
رخداد9	ورشکستگی	[31، ص350]	رخداد19	عدم اعتبار مالی	[35، ص33]
رخداد10	اعتصاب	[31، ص350]	رخداد20	از بین بردن فرماندهی و مدیریت در برابر بحران‌ها	[34]

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 6 شبکه بیزین درخت خطای تأمین‌کننده

www.SID.ir

Archive of SID

در این قسمت، ارزیابی احتمال شکست رویداد اصلی یک درخت خطا با استفاده از عملیات محاسباتی فازی ارائه شده است. در این تجزیه تحلیل، پارامترهای مربوط به ویژگی‌های زمان تا خرابی اجزای اصلی به‌عنوان اعداد فازی مثلثی در نظر گرفته و برای ساده شدن محاسبات، توابع توزیع امکان برای احتمال شکست نیز به‌عنوان اعداد فازی مثلثی تخمین زده شده‌اند. اعداد فازی مثلثی به‌عنوان ورودی‌های اصلی در نظر گرفته می‌شوند.

در تجزیه‌وتحلیل درخت خطای سنتی، احتمال شکست اجزای سیستم به‌عنوان ارزش‌های دقیق تلقی می‌شوند. در یک محیط پویا و متغیر یا در سیستمی که داده‌ها برای استنتاج آماری کافی نیستند، برآورد میزان دقیق یا احتمال شکست اجزای سیستم اغلب بسیار دشوار است. زمانی که اطلاعات دقیق مربوط به شکست موجود نیست، ممکن است لازم باشد که احتمال رویداد اصلی با برآوردهای ناقص احتمالات که شاید توسط ارزیابی ذهنی طراحان سیستم یا کارشناسان فراهم شده باشد، محاسبه شود. محاسبات فازی، ظرفیت مقابله با چنین موقعیت‌هایی را دارند [38، ص95].

در ادامه برای به دست آوردن اطلاعات موردنیاز در حوزه مطالعه موردی انجام شده از روش مصاحبه با نخبگان فعال در صنعت موردنظر استفاده شده‌است و هدف از مصاحبه به دست آوردن احتمال هریک از رویدادهای درخت خطاست. با استفاده از مصاحبه‌های ساختاریافته و نیمه ساختاریافته و همچنین مستندات موجود در صنعت، اطلاعات موردنیاز جمع‌آوری شده است. نکته مهم این‌که اطلاعات گردآوری‌شده از طریق مصاحبه، مورد تائید افراد مطلع و خبره در مبحث موردنظر است که با تجربه کافی خود در حوزه موردنظر، اطلاعات خوبی را در اختیار دارند. اعداد فازی به‌دست‌آمده رویدادها، برای هر دو تأمین‌کننده مطابق جدول شماره (2) و (3) است. در ادامه، پاسخ‌های کاربرگ مصاحبه را از متغیرهای زبانی به کمیت‌های فازی با دامنه تغییر [0,1] تبدیل می‌کنیم.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2 احتمال و قابلیت اطمینان رخدادهای تأمین‌کننده اول

رویدادها	P_i	$R_i = 1 - P_i$	رویدادها	P_i	$R_i = 1 - P_i$
رویداد 1	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	رویداد 11	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 2	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	رویداد 12	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)
رویداد 3	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	رویداد 13	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)
رویداد 4	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	رویداد 14	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)
رویداد 5	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	رویداد 15	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 6	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	رویداد 16	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)
رویداد 7	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)	رویداد 17	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)
رویداد 8	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	رویداد 18	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)
رویداد 9	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)	رویداد 19	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)
رویداد 10	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	رویداد 20	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)

جدول 3 احتمال و قابلیت اطمینان رخدادهای تأمین‌کننده دوم

رویدادها	P_i	$R_i = 1 - P_i$	*رویدادها*	P_i	$R_i = 1 - P_i$
رویداد 1	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	رویداد 11	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 2	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)	رویداد 12	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 3	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	رویداد 13	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 4	(0/2 ،0/3 ، 0/4)	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	رویداد 14	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)
رویداد 5	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	رویداد 15	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 6	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	رویداد 16	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)
رویداد 7	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	رویداد 17	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)
رویداد 8	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	رویداد 18	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 9	(0/2 ، 0/3 ، 0/4)	(0/6 ، 0/7 ، 0/8)	رویداد 19	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)
رویداد 10	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	رویداد 20	(0/0 ، 0/1 ، 0/2)	(0/8 ، 0/9 ، 1/0)

برای اینکه بتوانیم احتمال درست کارکردن تأمین‌کننده را طبق رابطـه (7) محاسـبه نماییم، به شرح زیر عمل خواهد شد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$P(R) = P(R|R1,R2)P(R1|r1,r2,r3,r4,r5)P(R2|N1,N2)P(r1|s1,s2,s3,s4)$$
$$P(r4|s5,s6)P(r5|s7,s8,s9)P(s5|l1,l2)$$
$$P(N1|n1,n2,n3)P(N2|m1,m2)P(m2|k1,k2)P(k1|o1,o2)$$
$$P(k2|o3,o4)P(r2)P(r3)P(s1)P(s2)P(s3)P(s4)$$
$$P(s6)P(s7)P(s8)P(s9)P(l1)P(l2)P(n1)P(n2)$$
$$P(n3)P(m1)P(o1)P(o2)P(o3)P(o4) \quad (7)$$

که مقادیر احتمالات شرطی طبق رابطه (2) و روش زنجیره مارکوف مونت‌کارلو محاسبه می‌شود. در رابطه (7) نحوه محاسبه احتمال شرطی درست کار کردن سوزن در مجموعه ماسوره مکانیکی با شرایط حاکم بر چهار زیر عامل آن آورده شده است.

$$P(R|R_1,R_2) = \tau_1 P(R_1) P(R_2) + \tau_2 P(R_1) (1- P(R_2)) + \tau_3(1- P(R_1)) P(R_2) + \tau_4(1- P(R_1)) (1- P(R_2)) (1- P(R_3)) \quad (8)$$

با استفاده از فرمول‌های (6) و (8) محاسبات فازی برای دست‌یابی به قابلیت اطمینان دو تأمین‌کننده با استفاده از شبکه بیزین انجام داده می‌شود. اعداد محاسبه‌شده در جدول شماره (4) نمایش داده شده است.

جدول 4 قابلیت اطمینان کل تأمین‌کننده اول و دوم

	تأمین‌کننده اول		تأمین‌کننده دوم	
A	پایین	بالا	پایین	بالا
0/0	0/494	0/623	0/382	0/477
0/1	0/499	0/615	0/386	0/471
0/2	0/505	0/608	0/391	0/466
0/3	0/511	0/797	0/395	0/460
0/4	0/517	0/601	0/399	0/455
0/5	0/522	0/586	0/403	0/450
0/6	0/528	0/579	0/408	0/445
0/7	0/535	0/572	0/412	0/440
0/8	0/541	0/566	0/416	0/435
0/9	0/547	0/559	0/421	0/430
1/0	0/554	0/554	0/426	0/426

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به جدول (4) حد بالا و پایین قابلیت اطمینان دو تـأمین‌کننـده مـوردنظر در سطوح مختلف محاسبه شده اسـت و تصـمیم‌گیرنـده بـا توجـه بـه شـرایط صـنعت و خدمات موردنظر خود و با توجه بـه سـطح مـورد انتظـار، مـی‌توانـد قابلیـت اطمینـان تأمین‌کنندگان موجود را تحلیل و بررسی نماید.

5- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آنچه این تحقیـق را از تحقیقـات پیشـین متمـایز مـی‌کنـد، بررسـی قابـل‌اعتمـاد بـودن تأمین‌کننده در شرایط بحرانی است و نگـاه منسـجم بـه اخـتلالات تـأمین‌کننـده اسـت. تاکنون بررسی میزان اطمینان و اعتمادپذیری وسایل، تسهیلات و نهایتاً سیسـتم‌هـای صنعتی امری متداول بود، امـا ایـن تحقیـق بـه دنبـال تعیـین ضـریب قابلیـت اطمینـان تأمین‌کنندگان با در نظرگیری تمام پیچیدگی‌های محیطی آن بوده است. بـا اسـتفاده از روش تحلیل درخت خطا تمامی مواردی را که باعث عملکرد نامناسـب تـأمین‌کننـده در شرایط بحرانی می‌شود، ریشه‌یابی کرده و با استفاده از شبکه‌های بیزین و دست‌یابی به قابلیت اطمینان تأمین‌کنندگان، روش جدیـدی بـرای انتخـاب مطمـئن‌تـر ارائـه شـد. استفاده از این راهکار موجب می‌شود سازمان کمترین ضرر ممکـن را در مقایسـه بـا دیگر رقبا متحمل شده و سهم بیشتری از بازار هدف را به دست آورد.

برای به دست آوردن قابلیت اطمینان تأمین‌کننده پژوهشکده زیرسـطحی در ابتـدا عواملی را که موجب می‌شود تأمین‌کننده قابل‌اعتماد نباشد یا باعـث کـاهش اعتمـاد آن شود، به‌صورت درخت خطا که یکی از ابزارهای محاسبه قابلیت اطمینـان اسـت، بیـان شد. سپس درخت خطـا را بـه شـبکه بیـزین تبـدیل نمـوده و پـس‌ازآن بـا اسـتفاده از احتمالات حاشیه‌ای به‌دست‌آمده از مصاحبه‌های ساختاریافته و نیمـه سـاختاریافته و مستندات موجود در صنعت، اطلاعـات موردنیـاز جمـع‌آوری شـد. نکتـه مهـم ایـن‌کـه اطلاعات گردآوری‌شده از طریق مصاحبه، مورد تائید افراد مطلـع و خبـره در مبحـث موردنظر هستند که از آن جمله می‌توان به 5 نفر از مدیران، کارشناسـان و مهندسـین فعال در بخش تأمین مواد اولیه و مدیریت پروژه فعال در صـنعت اشـاره کـرد. بـرای هر یک از رخدادها و فازی نمودن آن، قابلیت اطمینان تأمین‌کننده محاسبه می‌شود. بـا این روش می‌توان حد بالا و پایینی برای قابلیت اطمینـان هریـک از تـأمین‌کننـدگان بـه دست آورد و شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌توانند با این روش با در نظر گـرفتن سـطح α

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب موردنظر خود قابلیت اطمینان هریک از تأمین‌کنندگان بالقوه خود را محاسبه کنند و متناسب با آن تأمین‌کننده‌هایی را که قابلیت اطمینان بیشتری داشته باشند، به‌عنوان یک قدرت رقابتی انتخاب کرده و حضوری قدرتمند در بازار داشته باشند. با توجه به قابلیت اطمینان بالای به‌دست‌آمده برای دو تأمین‌کننده پژوهشکده زیرسطحی، و مقایسه آن‌ها می‌تواند با اطمینان بیشتری حجم مبادلاتی خود را با شرکت A نسبت به شرکت B افزایش دهد. برای مطالعات آتی می‌توان پیشنهادهای زیر را مطرح کرد:

1- استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌صورت فازی برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان؛ به‌طور خاص برای اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان می‌توان از روش‌های TOPSIS و ELECTRE استفاده نمود.

2- استفاده از روش‌های این تحقیق برای ارزیابی و انتخاب مشتری.

6- منابع

[1] Wu, T.;grady, P.; (2007). “methodologyfor supply chain distruption analysis. International journal of productio research” 45: 1665-1682.

[2] Kevin, B.; Hendricks; Vinod; R. Singhal.; (2003). “The effect of supply chain glitches on shareholder wealth” Journal of Operations Management 21:501–522.

[3] Wlendahl, H.; Cleminskf, G. V.; Begemann C.; (2003).“A Systematic Approach for Ensuring the Logistic Process Reliability of Supply Chains”CIRP Annals - Manufacturing Technology 52, (1): 375–38.

[4] Berger, P. D.; Gerestenfeld, A.; “How many suppliers are best? A decision-analysis approach” Journal Omega (2004): 32 9-5.

[5] Hallikas, J.; Puumalainen, K.; Vesterinen T.; Virolainen V.; (2005) . “Risk-based classification of supplier relationships” Journal of Purchasing & Supply Management 11:72–82.

[6] Tang, C. S.; (2006). “Perspectives in supply chain risk management” Int, J. Of Production Economics 103:451-488.

www.SID.ir

Archive of SID

[7] Nieuwenhuyse, I. V.; Vandaele, N.; (2007). "The impact of delivery lot splitting on delivery reliability in a two-stage supply chain" International Journal of Production Economics 104 (2): 694–708.

[8] Burke, J. G.; Janice, E.; Carrillo.; (2007) . "Single versus multiple supplier sourcing strategies" European Journal of Operational Research 182: 95–112.

[9] Costantino, N.; PellegrinoR.; (2010) . "Choosing between single and multiple sourcing based on supplier default risk" Journal of Purchasing & Supply Management 16: 27–40.

[10] Davarzani, H.; Zegordi, S. H.; (2011). "Contingent management of supply chain disruption: Effects of dual or triple sourcing"Scientia Iranica E 18: 1517–1528.

[11] Zhou, C.; Chinnam, R. B.; Korostelev, A.; (2012). "Hazard rate models for early detection of reliability problems using information from warranty databases and upstream supply chain" International Journal of Production Economics, 139: 180-195.

[12] Zegordi, S. H.; Davarzani, H.; (2012) ."Developing a supply chain disruption analysis model: Application of colored Petri-nets" Expert Systems with Applications 39: 2102–2111.

[13] Danese, P.; Romano, P.; Formentini M.; (2013) . "The impact of supply chain integration on responsiveness:The moderating effect of using an international supplier network" Transportation Research Part E 49: 125–140.

[14] Kazemi, M.; Alizadeh, A.; (2014)."Optimum Selection Of Suppliers Based On AHP-DEA-TOPSIS Combined approach";Journal Of Operational Reserch And Its Applications ; 37 - 53.

[15] Radfar,R.; Salahi, F.; "Evaluation and ranking of suppliers with fuzzy DEA and PROMETHEE approach"; International Journal of Industrial Mathematics SUMMER 2014 , Volume 6 , Number 3; Page(s) 189 To 197.

[16] Azadi, M.; Jafarian, M.; Farzipoor Saen, R.; Mirhedayatian, S.M.; (2015). "A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of

www.SID.ir

Archive of SID

suppliers in sustainable supply chain management context"; Computers & Operations Research; Volume 54, Pages 274–285.

[17] Azizi H, Jahed R.(2015), "Supplier Selection in Volume Discount Environments in the Presence of Both Cardinal and Ordinal Data: A New Approach Based On Double Frontiers DEA", Modern researches in decision making, 19 (3) :191-217.

[18] KianiMavi R., Goh M., KianiMavi N., (2016), "Supplier Selection with Shannon Entropy and Fuzzy TOPSIS in the Context of Supply Chain Risk Management", Procedia - Social and Behavioral Sciences, PP. 216-225.

[19] Venkatesan S., Goh M., (2016), " Multi-objective supplier selection and order allocation under disruption risk". Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 95, Pages 124-142.

[20] Kırılmaz O., Erol S., (2017), "A proactive approach to supply chain risk management: Shifting orders among suppliers to mitigate the supply side risks", Journal of Purchasing and Supply Management, Volume 23, Issue 1, Pages 54-65.

[21] Liu J., An R., Xiao Y., Yang Y., Wang Q., (2017), "Implications from substance flow analysis, supply chain and supplier' risk evaluation in iron and steel industry in Mainland China", Resources Policy, 51, 272-282.

[22] Babaee L, Rabieh M, Nikbakhsh E, Esmaeili M,.(2017)., "Multi- Objective Mathematical Model for Green Supplier Selection (Case Study: Supply Chain of IRAN KHODRO Company)", Management Researches in Iran, 2(2), PP:51-83.

[23] Karimi T, bandesi S., (2018), "Service Supply Chain Risk Assessment Applying Rough Set Theory Approach: Case of Payment Service Providers"., Management Researches in Iran, 22 (1), PP :69-94

[24] Vahidi F., Torabi A., Ramezankhani M., (2018), "Sustainable supplier selection and order allocation under operational and disruption risks", Journal of Cleaner Production, Volume 174, Pages 1351-1365.

www.SID.ir

Archive of SID

[25] Karbasian, M., SHarifi, M., GHolami, S.M.H., SHarifi, S.M.M, (2012).,"Reliability Engineering", Publications omid enghelab.

[26] Karbasian, M.; Radpour, H.; (2012). "Systems engineering toolset for design engineers" Publications Arkane danesh

[27] Tuncel, G., & Alpan, G. (2010). "Risk assessment and management for supply chain networks: A case study". *Computers in Industry*, 61: 250–259.

[28] Hittle, B., & Leonard, K.M. (2011). "Decision making in advance of a supply chain crisis", *Management Decision*, 49(7): 1182-1193.

[29] Moeinzadeh, P., & Hajfathaliha, A. (2010). "A Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment". International Journal of Human and Social Sciences, 5(13): 859-875.

[30] Tang, O., & Nurmaya Musa, S. (2011). "Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management". International Journal Production Economics, 133: 25–34.

[31] Wu, T., Blackhurst, J., & Chidambaram, V. (2006). " A model for inbound supply risk analysis. *Computers in Industry"*, 57: 350-365.

[32] Vilko, J., Hallikas, J.M. (2012). " Risk assessment in multi modal supply chains". *International Journal of Production Economics*, 140: 586-595.

[33] Manuj, I., & Mentzer, J. (2008). "Global supply chain risk management strategies". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(3): 192–223.

[34] Hendricks, K. & Singhal, V.R. (2005). "the effect of supply chain disruption on long-term shareholder value, profitability, and share price volatility. Atianta: Research report, Georgia Institute of technology, USA.

[35] Tang, C. (2006). "Robust strategies for mitigating supply chain disruption". International Journal of Logistics: Research and Application, 9, 33-45.

[36] Peck, H.(2005). "Drivers of supply chain vulnerability : An integrated framework". International Journal of physical disruption & logistics management, 35, 210-232.

www.SID.ir

Archive of SID

[37] Juttner, U. (2005). “supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective”. The International Journal of logistics management, 16, 120-141

[38] Colombo, A. G.; (1987). “Uncertainty propagation in fault tree analysis, Reliability Modelling and Application” (edited by Colombo, A. G. and Keller, A. Z.: 95-1 03.

www.SID.ir