Selecting the Optimum Combination of Suppliers Using a Mixed Model of MADM and Fault Tree Analysis

Meysam Azimian [1], Hasan Javadi [2], Abbas Farshchiha&Iman Nosohi[3]

1 M.Sc., Petroleum Industry Health Organization, Isfahan, Iran

2 Researcher, Research Institute for Subsea Science & Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

3 Assistant Professor, Research Institute for Subsea Science & Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract:

In this paper, an integrated approach of MADM and fault tree analysis (FTA) is provided for determining the most reliable combination of suppliers for a strategic product in IUT University. At first, risks of suppliers is estimated by defining the indices for evaluating them, determining their relative status indices and using satisfying and SAW methods. Then, intrinsic risks of utilized equipments in the products are qualified and the final integrated risk for equipments is determined. Finally, through all the different scenarios, the best composition of equipment suppliers is selected by defining the palpable top events and fault tree analysis. The contribution of this paper is about proposing an integrated method of MADM and FTA to determine the most reliable suppliers in order to minimize the final risk of providing a product.

Keywords: Fault Tree Analysis (FTA); Multi-Attribute Decision Making (MADM); Risk Assessment، Supplier

Archive of SID

www.SID.ir

مدیریت تولید و عملیات، دوره ۸، پیاپی(۱٤)، شماره (۱)، بهار و تابستان۱۳۹٦
دریافت:۱۳۹۳/۰۲/۱۵ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۷
صص:٦٤-٤٥

انتخاب بهترین‌ترکیب تامین‌کنندگان با ارائه رویکردی‌تلفیقی از تصمیم‌گیری با معیارهای‌چندگانه و درخت تجزیه وتحلیل‌خطا

میثم‌عظیمیان[۱]، حسن‌جوادی[۲]*،عباس‌فرشچیها و ایمان نصوحی[۳]

۱- کارشناس‌ارشد، سازمان بهداشت و درمان صنعت نفت-اصفهان -ایران
۲- مربی‌پژوهشی، پژوهشکده‌علوم‌وفناوری‌زیردریا -دانشگاه صنعتی‌اصفهان – اصفهان -ایران
۳- پژوهشکده‌علوم‌وفناوری‌زیردریا -دانشگاه صنعتی‌اصفهان – اصفهان -ایران

چکیده: هدف این مقاله ارائه رویکردی تلفیقی از تصمیم‌گیری با معیارهای‌چندگانه و تجزیه وتحلیل درخت‌خطا، برای انتخاب بهترین ترکیب تامین‌کنندگان محصولی استراتژیک در پژوهشکده علوم وفناوری زیردریا می‌باشد. درابتدا باتعیین شاخص‌های ارزیابی وتعیین وضعیت تامین‌کنندگان نسبت به شاخص‌ها مقداراریسک هر تامین‌کننده برآورد شده‌است. در ادامه نیز ریسک ذاتی‌تجهیزات مورداستفاده در محصول به صورت کیفی برآورد شده‌است وریسک تلفیقی نهایی هرتجهیز براساس سناریوهای مختلف تامین، بدست آمده‌است. سپس با تعیین حوادث قابل وقوع برای محصول و استفاده از تجزیه وتحلیل درخت‌خطا بهترین ترکیب تامین‌کنندگان تجهیزات ازمیان سناریوهای مختلف، مشخص شده‌است. نوآوری‌این مطالعه ارائه رویکردی‌تلفیقی از تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و تجزیه و تحلیل درخت خطا برای تعیین تامین‌کنندگان مناسب به منظور کاهش ریسک‌نهایی یک محصول می‌باشد.

واژه‌های‌کلیدی: ارزیابی ریسک، تامین‌کننده، تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، درخت تجزیه وتحلیل خطا

*نویسنده‌مسوول: حسن‌جوادی پست الکترونیک: javadi@cc.iut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

١-مقدمه

دردهه گذشته مدیران به اهمیت نقش زنجیره‌تامین در ارزش‌آفرینی شرکت‌ها پی‌برده‌اند. تغییرات‌بسیار سریعی که در سرتاسر بازارهای جهانی اتفاق می‌افتد، به طور اساسی روشی را که مدیران به محیط‌شان می‌نگریستند را تغییرداده‌است. یکی از حوزه‌هایی که مدیران توجه خود را بیشتر به آن معطوف کرده‌اند مدیریت منبع‌یابی وخرید می‌باشد. در دهه اخیر، مدیریت خرید و زنجیره‌تامین چالشی برای عمده شرکت‌ها بوده‌است ودستیابی به یک سطح قابل قبول در زمینه تامین به یک نیاز اساسی تبدیل شده است (کارپاک‌وهمکاران[١]،٢٠٠١). زیرمجموعه‌های مورد استفاده در سیستم‌های هرمحصول‌را می‌توان از تأمین‌کنندگان مختلف تهیه‌نمود. انتخاب تامین‌کنندگان مناسب می‌تواند به شکل قابل ملاحظه‌ای هزینه‌های خرید را کاهش و قابلیت رقابت‌پذیری سازمان‌ها را افزایش دهد، زیرا که در بیشتر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای ازبهای تمام شده محصول را در بر می‌گیرند (صبری وهمکاران[٢]،٢٠٠٠). بدون تردید مهم ترین و حساس‌ترین مرحله در فرآیند خرید هر سازمان، ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده است (دی‌بوئر و همکاران[٣]،٢٠٠١). طی سالیان گذشته، روش‌های زیادی برای ارزیابی تامین‌کنندگان ارائه شده است، باوجود این، متخصصان اعتقاد دارند که‌در عمل، روش بهینه منحصر به فردی برای ارزیابی تامین‌کنندگان وجود ندارد(بلو[٤]،٢٠٠٣). بنابراین شرکت‌ها ازروش‌های متفاوتی برای این مساله بر اساس نیازمندی‌های مشخص شرکت خود استفاده می‌کنند. همین امر، یافتن‌بهترین روش ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده را دشوار می‌کند (کسکین و همکاران[٥]،٢٠١٠). برای این منظور باید بسیاری از معیارهای عملکرد کمی وکیفی ازقبیل، کیفیت، قیمت، انعطاف‌پذیری و زمان تحویل برای تعیین مناسب‌ترین تأمین‌کننده مورد توجه قرارگیرند. همچنین با انتخاب مناسب تأمین‌کنندگان می‌توان احتمال خرابی سیستم‌ها رانیزکاهش داد(وبر و همکاران؛١٩٩٣).همچنین توجه به این نکته لازم است‌که شرکت‌ها معمولاً با تعداد زیادی از اقلام مورد نیاز و تأمین‌کنندگان کاندیدا مواجه هستند واتخاذ سیاست‌هاییکسان در مورد تأمین اقلام مختلف منطقی به نظر نمی‌رسد و خرید اثربخش و مدیریت تأمین کارا نیازمند در نظرگرفتن اهمیت اقلام می‌باشد (عرب زاد و قربانی؛٢٠١١).

یکی‌ازتکنیک‌های‌رایج جهت‌ارزیابی تامین‌کنندگان با در نظر گرفتن معیارهای گوناگون، تصمیم‌گیری چند شاخصه است (زیدان و همکاران؛٢٠١١). تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره به مواردی اشاره می‌نماید که معمولاً از میان معیارهای متنوع وگاهی متضاد و ناسازگار می‌گذرد. تصمیم‌گیری فرآیند انتخاب یک گزینه‌از میان گزینه‌های موجود است. از طرف دیگرتقریبا در تمام مسائل،معیارهای متعددی برای قضاوت بر روی گزینه‌ها وجوددارد(اصغر پور،١٣٧٧). همچنین می‌توان جهت تعیین احتمال خرابی سیستم‌ها از روش تحلیل درخت خطا استفاده نمود. زمانی‌که می‌خواهیم به این سوال پاسخ دهیم که«چه چیزی باعث ایجاد این حالت شده است؟» از تجزیه و تحلیل درخت خطا (FTA) استفاده می‌شود. نتیجه تحلیل مذکور مجموعه‌ای از ترکیبات اجزای ایجادکننده خرابی به همراه احتمال هرخرابی است که موجب خرابی‌کل ساختارمی‌شود (دیمیتری؛٢٠٠٢).

Archive of SID

www.SID.ir

علی‌رغم کارهای صورت گرفته تاکنون، به نظر نمی‌رسد تحقیقی درزمینه کاربرد همزمان روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و درخت‌تجزیه و تحلیل‌خطا جهت ارزیابی‌و مدیریت تامین‌کنندگان انجام شده‌باشد. به همین‌منظور، هدف این مقاله ارائه رویکردی تلفیقی از این دو روش جهت تعیین ریسک سناریوهای تامین تجهیزات یک محصول استراتژیک به منظورکاهش ریسک کلی تامین با انتخاب بهترین ترکیب تامین‌کنندگان تجهیزات آن محصول می‌باشد. برای آزمون روش پیشنهادی، یک محصول استراتژیک موجود درپژوهشکده علوم وفناوری زیردریا وابسته به دانشگاه صنعتی اصفهان، مورد بررسی قرار گرفته است. درادامه پس از مروری اجمالی‌برروی تحقیقات انجام شده قبلی در خصوص ارزیابی تامین‌کنندگان، ابتدا روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و روش تجزیه‌و تحلیل درخت خطا به طور خلاصه معرفی شده‌اند. سپس روش‌شناسی تحقیق ارائه‌گردیده و روش پیشنهادی در قالب مطالعه کاربردی مورد آزمون قرار گرفته‌است. درپایان نیز یافته‌ها مورد بحث قرار گرفته و نتیجه‌گیری مناسب ارائه شده‌است.

۲- پیشینه تحقیق

در خصوص ارزیابی وانتخاب تامین‌کنندگان مطالعات زیادی انجام شده است‌که بیشتر بر استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، برنامه‌ریزی‌ریاضی، تصمیم‌گیری‌های چند معیاره و ترکیبی از آن‌ها متمرکز بوده که از جمله آن‌ها، عرب‌زاد و همکاران (۲۰۱۱) برمبنای مدل کرالجیک وبا استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل عوامل حالات خرابی و آثار آن (FMEA[۱۰]) و همچنین برنامه‌ریزی عدد صحیح، رویکردی جهت انتخاب تامین‌گنندگان ارائه نمودند. فائز و همکاران[۱۱] (۲۰۰۹) مدلی برای انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش با استفاده از روش استدلال مبتنی بر موردفازیو مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح ترکیبی ارائه کرده‌اند.کئو و همکاران[۲](۲۰۱۰) مدل ترکیبی از شبکه‌های عصبی مصنوعی، تحلیل پوششی داده‌ها و فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان را توسعه داده‌اند. زیدان‌وهمکاران(۲۰۱۱) نیز از ابزارهای تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی‌فازی،تاپسیس‌فازی و تحلیل پوششی داده‌ها در غربال اولیه تأمین‌کنندگان و مجدداً از ابزار تحلیل پوششی داده‌ها در فاز انتخاب نهایی تأمین‌کننده استفاده کرده‌اند. ها وکریشنان[۳](۲۰۰۸) از یک‌روش ترکیبی AHP&DEA[۱] برای انتخاب تأمین‌کنندگان دریک شرکت قطعه‌سازی خودرو استفاده نمودند. تولری و همکاران[۶](۲۰۰۸)یک‌مدل ترکیبی از DEA ورودی- محور و برنامه‌ریزی چندهدفه برای تعیین استراتژی‌های مذاکره با تأمین‌کنندگان کارآمد پیشنهاددادهاند. وو[۷](۲۰۰۹) یک روش DEA غیرقطعی برای انتخاب تأمین‌کنندگان معرفی کرده‌است. مدل ارائه شده را می‌توان با داده‌های غیرقطعی (برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان کارا) بکار برد و نیزتوانایی جداسازی را افزایش می‌دهد (یعنی جدا کردن تأمین‌کنندگان کارا از ناکارا). همچنین یک سیستم مبتنی بروب را برای‌ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان توسعه داده‌است. چوو وجانگ[۸](۲۰۰۸) یک‌روش SMART فازی را برای ارزیابی تأمین‌کنندگان جایگزین در یک شرکت تولید قطعات سخت‌افزاری بکار برده‌اند. همچنین یک آنالیز حساسیت برای ارزیابی تأثیرتغییرات درضرایب ریسک تأمین‌کنندگان

Archive of SID

www.SID.ir

صورت گرفته است. دمیرتاس وآستان[۹](۲۰۰۹) یک مدل ترکیبی ANP[۲] و GP[۱] برای انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه داده‌اند. دراین مدل از ANP برای ارزیابی تأمین‌کنندگان بالقوه استفاده شده و سپس وزن‌های بدست آمده دراین مرحله به عنوان ضرایب یکی از توابع هدف GP بکار رفته است. علی‌رغم کارهای فراوان صورت گرفته، به نظر می‌رسد تحقیقی در زمینه کاربرد همزمان روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و درخت تجزیه و تحلیل خطا جهت‌ارزیابی و مدیریت تامین‌کنندگان انجام نشده ولذا هدف این مطالعه ارائه رویکردی تلفیقی از این دو روش جهت تعیین تامین‌کنندگان مناسب به منظور کاهش ریسک نهایی یک محصول استراتژیک می‌باشد.

۳- ادبیات‌موضوع

۳-۱- تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در دودهه اخیر از استقبال بالایی برخوردار بوده‌است. قدرت بسیار بالای این تکنیک‌ها در کاهش پیچیدگی تصمیم‌گیری، استفاده همزمان از معیارهای کمی و کیفی و اعطای چارچوب ساختارمند به مسائل تصمیم‌گیری و نهایتا کاربرد آسان آن‌ها باعث شده تا به عنوان ابزار دست تصمیم‌گیران در حوزه‌های مختلف مورد استفاده قرارگیرند (اصغر پور، ۱۳۷۷). به علت وجود تعداد زیاد تکنیک‌های مذکور، در این پژوهش با نظرتیم تصمیم‌گیری از دو نوع تکنیک پرکاربرد و کارا تحت عناوین روش رضایت بخش شمول[۲]و مجموع ساده وزین(SAW[۳]) استفاده شده‌است ودرادامه شرح مختصری ازاین تکنیک‌ها آورده‌شده‌است.

۳-۱-۱- روش رضایت‌بخش شمول

روش رضایت‌بخش شمول از مجموعه مدل‌های غیرجبرانی تصمیم‌گیری با معیارهای‌چندگانه می‌باشد. دراین روش یک‌سطح استاندارد از هر شاخص توسط تیم‌تصمیم‌گیری مشخص شده و گزینه‌هایی که با استانداردتعیین‌شده مقایسه وضعیف‌ترباشند، از گزینه‌ها حذف می‌گردند. دراین مقاله از روش رضایت‌بخش‌شمول، جهت‌ارزیابی اولیه تامین‌کنندگان و تعیین تامین‌کنندگان منتخب جهت ارزیابی‌نهایی استفاده شده‌است.

۳-۱-۲- روش مجموع ساده وزین

مدل مجموع ساده وزین یکی از ساده‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه می‌باشد. به نحویکه با محاسبه اوزان شاخص‌ها (W)، ارزش گزینه‌iام (Si) به صورت رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$S_i = \sum_j W_j S_{ij} \qquad (1)$$

دراین فرمول؛ W_j وزن شاخص ریسک j، S_{ij} امتیاز گزینه iام نسبت به شاخص j ام و S_i امتیاز کلی گزینه iام می‌باشد. این روش زیرمجموعه روش‌های نمره‌گذاری (سنجش ارزش) می‌باشد و با رویکردی کاملاجبرانی، محاسبه مطلوبت گزینه‌ها را با جمع‌پذیری محاسبه نموده و دارای تغییرات خطی مطلوبیت می‌باشد. همچنین اوزان بصورت تبادلی بدست‌آمده و استقلال کامل شاخص‌ها مفروض می‌باشد (اصغرپور، ۱۳۷۷). دراین مقاله جهت تخصیص یک عدد ریسک به هر تامین‌کننده از روش مجموع ساده وزین استفاده شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۲- تجزیه وتحلیل درخت‌خطا

یکی از ابزارهای مفید برای ارزیابی قابلیت اطمینان و ریسک، تجزیه و تحلیل درخت خطا است. با استفاده ازاین تکنیک می‌توان ریسک یا امکان وقوع خرابی در قسمت‌های مختلف سیستم راشناسایی وکنترل نمود. تجزیه وتحلیل درخت خطا در واقع روش‌منطقی برای مشخص کردن علل‌سهیم در وقوع یک واقعه‌ی مخاطره‌آمیز و ناخوشایند با استفاده از نمادهای گرافیکی منطقی‌است (راسند[٤]،۲۰۰٤). مراحل طراحی درخت خطا به صورت خلاصه عبارتند از، مشخص شدن یک واقعه‌ی نامطلوب نهایی یا رویداد رأس، تعیین زیرمجموعه‌هایی که می‌توانند باعث وقوع رویداد رأس شوند، تعیین ارتباط بین زیرمجموعه‌ها از طریق ترسیم درخت خطا، تحلیل‌کمی درخت خطای ترسیم‌شده و برآورد احتمال وقوع رویدادرأس تحت تأثیر ریسک‌های هرکدام از زیرمجموعه‌ها. به منظور تحلیل‌کمی درخت‌های ترسیم‌شده و محاسبه احتمال وقوع رویدادراسی، می‌توان ازتبدیل درخت خطا به بلوک‌دیاگرام قابلیت‌اطمینان (RBD) ویا تبدیل درخت‌خطا به شبکه‌های بیزین استفاده‌نمود (شریفی وهمکاران،۱۳۹۱). دراین مقاله به منظور محاسبه ریسک رویدادهای منتخب با درنظرگرفتن ریسک تامین‌کنندگان تجهیزات، از تجزیه و تحلیل درخت خطا استفاده شده‌است. هم چنین تحلیل کمی این درخت نیز با استفاده از بلوک دیاگرام قابلیت اطمینان انجام شده‌است.

۳-۳- نحوه محاسبه ریسک سیستم‌های سری وموازی

جهت محاسبه بلوک دیاگرام‌های قابلیت اطمینان از سیستم‌های سری وموازی استفاده می‌شود. بطوریکه اگر n جزء به صورت سری با هم درارتباط باشند و R_i مقدار قابلیت اطمینان iامین جزء باشد، قابلیت‌اطمینان کل اجزاء مطابق رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$Rt = \prod_{i}^{n} R_i \qquad (۲)$$

و اگر این اجزاء به صورت موازی با هم در ارتباط باشند قابلیت‌اطمینان کل اجزاء از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$Rt = 1 - \prod_{i}^{n} (1 - R_i) \qquad (۳)$$

بر اساس روابط (۱) و (۲) و مطابق مفهوم قابلیت‌اطمینان، مقدار قابلیت‌اطمینان یک مجموعه سری کمتر از هریک از اجزاء آن و مجموعه موازی بیشتراز هریک از اجزاء آن می‌باشد (شریفی وهمکاران،۱۳۹۱). لذا باتوجه به مفهوم ریسک می‌توان این‌گونه تفسیر نمودکه ریسک یک مجموعه سری بیشتراز ریسک هریک از اجزاءآن و ریسک مجموعه موازی کمتراز هریک از اجزاء آن می‌باشد ودرنتیجه برعکس قابلیت‌اطمینان به منظور محاسبه ریسک‌نهایی یک‌مجموعه‌سری از رابطه (۳) و مجموعه‌موازی از رابطه (۲) می‌توان استفاده‌نمود. دراین مقاله به منظور محاسبه‌ریسک مجموعه‌های سری وموازی از روابط مذکور استفاده شده‌است.

٤- روش‌پژوهش

این پژوهش از نظر هدف توسعه ای–کاربردی است. ازنظرماهیت داده‌ها کیفی وکمی است. هم‌چنین از نظر جمع‌آوری داده‌ها از نوع مقطعی و از نظر مساله پژوهش از نوع توصیفی وهمبستگی می‌باشد. متغیرهای وابسته، مقدار ریسک نهایی محصول موردنظر بر اساس سناریوهای مختلف تامین تجهیزات و متغیرهای مستقل، مقادیر ریسک

Archive of SID

www.SID.ir

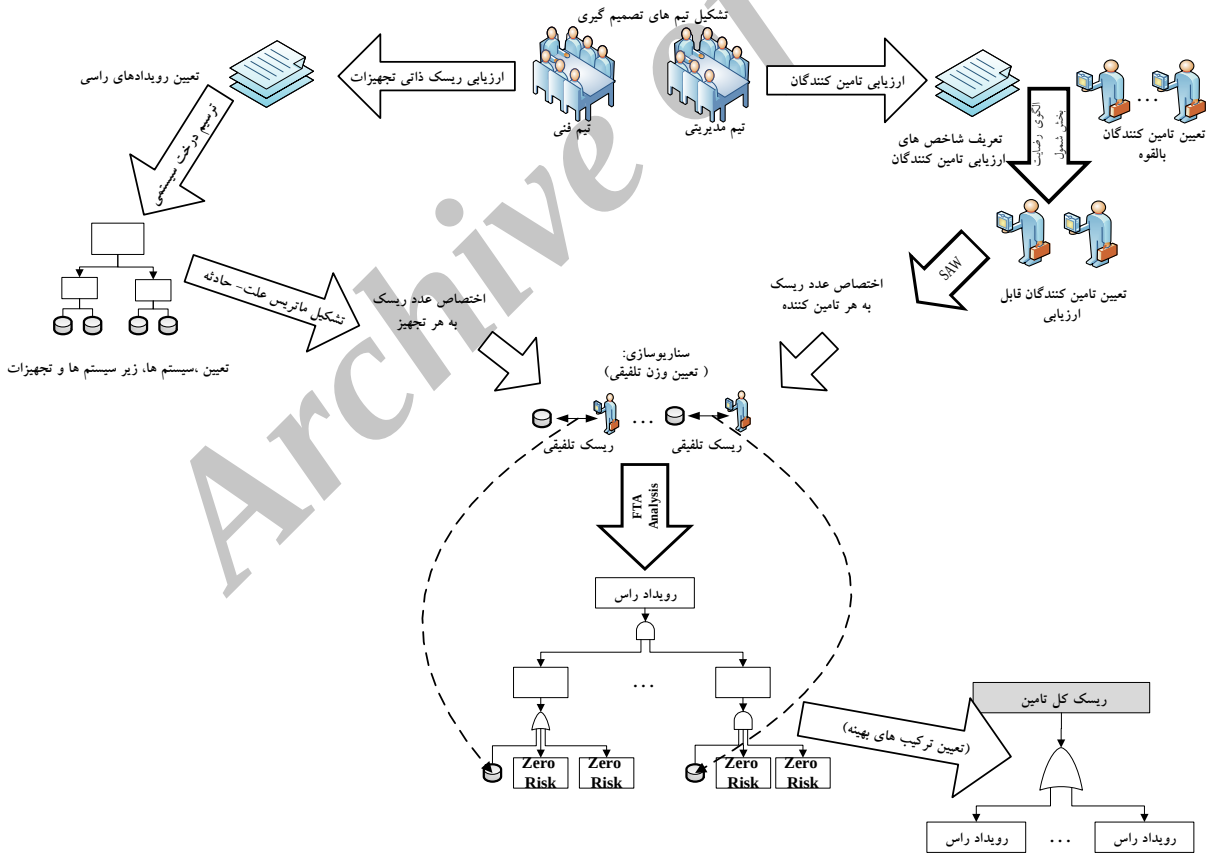
تامین‌کنندگان و مقدار ریسک بالقوه تجهیزات در مقطع زمانی موردنظر می‌باشند. هم‌چنین متغیرهای مداخله گر، مقدار ریسک تلفیقی تجهیزات و احتمال بروز رویدادهای منتخب بدست آمده از تجزیه وتحلیل درخت خطا می‌باشند. روال‌کاری در این پژوهش مطابق شکل شماره ۱ پیشنهاد شده‌است.

٤-۱- تشکیل تیم تصمیم‌گیری

در ابتدای این پژوهش جهت تعیین مدل‌های مناسب ارزیابی، تعیین وارزش‌گذاری کیفی شاخص‌های ارزیابی تامین‌کنندگان و هم‌چنین تشکیل ماتریس علت- حادثه برای تعیین ریسک ذاتی تجهیزات، یک‌گروه تصمیم‌گیری از افراد صاحب‌نظر و در دسترس، تشکیل می‌شود.

٤-۲- ارزیابی اولیه تامین‌کنندگان

برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان برخی شاخص‌های ارزیابی حیاتی هستند و ضعف یک تأمین‌کننده در این شاخص‌ها قابل جبران توسط‌سایر شاخص‌ها نخواهد بود. از این رو دراین مرحله یک ارزیابی اولیه برروی مجموعه تأمین‌کنندگان با استفاده از روش رضایت‌بخش شمول صورت می‌گیرد. واضح است، تأمین‌کنندگانی که نتیجه ارزیابی اولیه ایشان منفی است، درهمین مرحله از فرآیند انتخاب و برقراری ارتباط کنار گذاشته می‌شوند.



شکل ۱. روندکار پیشنهادی

Archive of SID

www.SID.ir

٤-۳- تخصیص عدد ریسک به تامین‌کنندگان

در این فاز به هر تأمین‌کننده یک‌عدد تحت عنوان "عدد ریسک" تخصیص داده می‌شود. دراین راستا لیست تأمین‌کنندگان از خروجی قسمت ٤-۲ تهیه می‌شود. سپس شاخص‌های اثرگذار درتهیه‌یک زیرمجموعه‌ی سالم، بدون خرابی و با قابلیت‌اطمینان بالا، برای هر تأمین‌کننده با مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از نظرات تیم‌تصمیم‌گیری تعیین می‌شوند. سپس وزن و درجه اهمیت هریک از شاخص‌های مطرح برای ارزیابی‌ریسک، تعیین می‌شوند. وزن شاخص‌ها دراین پژوهش با نظرگروه تصمیم‌گیری تعیین شده‌است. در مرحله‌ی بعدامتیاز و وضعیت هر یک از تأمین‌کنندگان نسبت به هریک از شاخص‌های ارزیابی ریسک تعیین می‌شود. این اطلاعات با استفاده از سوابق عملکردی تأمین‌کنندگان به دست می‌آید. هم‌چنین در مواردی که دسترسی به اطلاعات دقیق میسر نباشد از متغیرهای کیفی و استفاده از دانش‌تیم تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. در مرحله بعدی، با توجه به وضعیت هر تأمین‌کننده نسبت به مجموعه شاخص‌های ارزیابی به هر تأمین‌کننده یک امتیازکلی نسبت داده‌می‌شود. این امتیازکلی بر اساس روش مجموع ساده‌وزین و از رابطه (۱) محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است، دراین روش باید مقیاس و دامنه تغییرات شاخص‌های مختلف به‌صورت "بی مقیاس‌شده" باشند. هم‌چنین، به طور معمول وزن شاخص‌ها را می‌توان به گونه‌ای نرمال‌سازی نمود که $\sum W_j = ۱$ شود. درادامه با توجه به امتیازکلی هر تأمین‌کننده یک عدد ریسک به او تخصیص داده‌شود. واضح است اگر زیرمجموعه‌های مورد استفاده در سیستم از تأمین‌کننده‌ای تهیه شوند که در شاخص‌های مذکور شرایط و امتیازمناسبی دارد، احتمال خرابی زیرمجموعه یا عملکرد نامناسب زیرمجموعه کاهش می‌یابد. به‌چنین تأمین‌کننده‌ای با امتیازکلی بالا بایدیک عدد ریسک پایین (بین صفر و یک) تخصیص داده‌شود. این‌عدد ریسک به صورت رابطه (٤) در نظر گرفته می‌شود.

$$R_i = \frac{\sum_j W_j Y_j - S_i}{\sum_j W_j Y_j} \qquad (٤)$$

بطوریکه Y_j حداکثر امتیاز قابل تصور برای هر تأمین‌کننده در شاخص j و R_i عددریسک تامین‌کننده iام می‌باشد. ازاین عدد ریسک(رابطه ٤) در فازهای بعدی برای تجزیه وتحلیل درخت خرابی استفاده شده‌است.

٤-٤- ارزیابی ریسک‌ذاتی زیرمجموعه‌ها

دراین مطالعه رویه ای مشخص برای تعیین درجه اهمیت یا ریسک‌ذاتی هریک از زیرمجموعه‌ها یا زیرسیستم‌ها در کل محصول ارائه شده‌است. در ابتدا حوادث مخاطره‌آمیز مختلف قابل وقوع در محصول با مطالعات کتابخانه‌ای، مراجعه به سوابق نگهداری وتعمیرات و هم‌چنین نظرسنجی از گروه تصمیم‌گیری تعیین می‌شوند و برای هرکدام از آن ها وزنی در نظر گرفته می‌شود. این وزن می‌تواند ازروی نسبت فراوانی هر حادثه به کل حوادث مشاهده شده در انواع مختلف محصول مورد بررسی تخمین زده شود و یا با نظرسنجی از تیم تصمیم‌گیری تعیین شود. سپس زیرمجموعه‌ها یا زیرسیستم‌های اثرگذار در وقوع حوادث مخاطره‌آمیز تعیین و ماتریسی تحت عنوان حادثه- زیرمجموعه یا حادثه- علت، تشکیل می‌شود. ستون‌های این ماتریس نشان‌دهنده حوادث مخاطره‌آمیز و سطرها نشان‌گر علت‌ها یا

Archive of SID

www.SID.ir

زیرمجموعه‌های اثرگذار بر وقوع حوادث هستند. در این‌ماتریس درذیل هر حادثه می‌توان علت‌ها یا زیرمجموعه‌های اثرگذار در وقوع آن را با علامت‌گذاری مشخص نمود. درادامه برآورد کمی میزان نقش و اهمیت هر زیرمجموعه در وقوع هر حادثه مخاطره‌آمیز با نظرسنجی ازتیم تصمیم‌گیری انجام می‌شود. در پایان نیز ریسک‌ذاتی هر زیرمجموعه ازطریق رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$RS_i = \sum_j SW_{i,j} ew_j , 0 \le RS_i \le 1 \quad (۵)$$

بطوریکه RS_iریسک‌ذاتی زیرمجموعه i، $SW_{i,j}$وزن زیرمجموعه i در رابطه با وقوع حادثه‌خرابی j و ew_jوزن حادثه‌خرابی j می‌باشد. لازم به ذکراست وزن حوادث بی‌مقیاس شده می‌باشند و هم‌چنین میزان وزن هر زیرمجموعه برحداکثرمقداری که می‌تواند بگیردتقسیم می‌شود تانهایتا مقدار ریسک نهایی عددی بین صفر ویک باشد.

٤-۵- ارزیابی ریسک تلفیقی زیرمجموعه‌ها

درمراحل قبل به هر تأمین‌کننده یک عدد ریسک بین صفر ویک و هم‌چنین به هر زیرمجموعه یک عدد ریسک ذاتی بین صفر ویک تخصیص داده‌شد. ریسک ذاتی درنظرگرفته شده برای هر زیرسیستم نشان دهنده درجه اهمیت و به نوعی احتمال وقوع خرابی آن زیرسیستم، مستقل از نحوه تأمین آن می‌باشد. بنابراین می‌بایستی ریسک ذاتی مربوط به هر زیرسیستم را با توجه به تأمین‌کننده آن، تعدیل نمود. دراین مرحله برای تلفیق این دو ریسک براساس سناریوهای مختلف تامین زیرمجموعه‌ها از رابطه(٦) استفاده می‌شود.

$$MRS_{i,j} = RS_i^{1-Rj} \quad (٦)$$

بطوریکه، $MRS_{i,j}$ ریسک تعدیل‌شده خرابی زیرمجموعه iزمانی که از تأمین‌کننده j تهیه می‌شود، RS_i ریسک ذاتی زیرمجموعه i و R_j عددریسک تامین‌کننده j، می‌باشد. طبق رابطه (٦) هر چه عدد ریسک تأمین‌کننده بزرگتر باشد، مقدار MRS_i نیز بزرگتر می‌شود. اگر $R_j=0$ باشد، یعنی با بهترین نوع تأمین‌کننده ارتباط برقرار شود، ریسک تعدیل‌شده خرابی زیرمجموعه i برابر با همان سطح ریسک‌ذاتی زیرمجموعه i خواهد شد. دراین مقاله از رابطه (٦) جهت تعیین ریسک تلفیقی زیرمجموعه‌ها(تجهیزات) استفاده شده‌است. نکته قابل ذکر در استفاده از رابطه(٦) این است که دراین مطالعه حداقل میزان ریسک تجهیزات برابر ریسک ذاتی آن‌ها درنظر گرفته شده‌است که در صورت تاثیر ریسک‌تامین، این ریسک افزایش می‌یابد. بدیهی است در صورتیکه حداکثر میزان ریسک تجهیزات برابر ریسک تامین آن‌ها باشد و با اعمال ارزش تجهیزات این ریسک کاهش یابد به‌جای استفاده از رابطه (٦) از ضرب دو عدد ریسک تامین وریسک ذاتی هر تجهیز می‌بایستی استفاده‌شود.

٤-٦- تجزیه وتحلیل درخت خطا

پس از تلفیق دو سطح ریسک مطابق رابطه (٦)، باید با استفاده از یک روش‌منطقی به ارزیابی کلی ریسک محصول با توجه به مجموعه حوادث مخاطره‌آمیز پرداخته شود. دراین راستا از تکنیک تجزیه و تحلیل درخت خطا استفاده می‌شود وبرای هر رویدادرأس با توجه به میزان خسارت مورد انتظار از آن رویداد، یک درجه بحرانی بودن بصورت رابطه (۷) در نظر گرفته می‌شود. درجه بحرانی رویداد رأس به نوعی سطح ریسک موجود در آن سیستم درخت خطا را به ما نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

$$CR_t = L_t.P_t \qquad (۷)$$

بطوری کـه CR_t درجـه بحرانـی رویـداد راس t، P_t احتمال وقوع رویداد راس t و L_t شدت خسارت یـا ضررعاید از وقوع رویـداد راس t می‌باشـند. لازم بـه ذکر است برای تعیین شدت خسارت یا ضـررعاید از وقوع رویدادرأس (L_t) از استانداردهای جامعه ایمنی امریکا و یا نظرات گروه تصمیم‌گیری استفاده‌می‌شود. هم‌چنین احتمـال وقـوع رویـداد رأس بـا توجـه بـه احتمال وقـوع هریـک از زیرمجموعـه‌های شناسـایی شـده و بـا تبـدیل درخـت خطـا بـه بلـوک دیـاگرام قابلیت‌اطمینـان بـرای سـناریوهای مختلـف تـامین زیرمجموعه‌ها (تجهیرات) محاسبه می‌شود.

٤-۷- مقایسه‌سناریوهای مختلف تـامین بـا محاسـبه ریسک‌کلی محصول

برای این‌که یک سـطح ریسـک بـرای کـل محصـول ارائه‌شود باید سـطح ریسـک هرکـدام از رویـدادهای رأس از هرکدام از درخـت خطاهـای مختلـف را بـه روشی باهم تلفیق‌نمـوده و ریسـک کـل محصـول را محاسبه‌نمود. برای تلفیـق ریسـک‌ها می‌تـوان از یـک تابع عـدم‌مطلوبیت نرمـال شـده بصـورت رابطـه (۸) استفاده نمود.

$$T_R = \frac{\sum_t CR_t}{\sum_t L_t} \qquad (۸)$$

بطوریکه T_R ریسـک‌کل محصـول اسـتراتژیک مـورد نظـر، CR_t درجـه‌بحرانی بـودن رویـداد راس t و L_t شدت خسارت یا ضرر عایـد شـده ازرویـداد راس t می‌باشد. ریسک‌نهایی محصول بااستفاده از رابطـه (۸) و بادرنظر گرفتن گروهـی از تامین‌کننـدگان درقالـب یک‌سناریو درنظرگرفته می‌شـود و رونـد مـذکوربرای گروه‌های دیگـر تامین‌کننـدگان درقالـب سـناریوهای جدید تکرار می‌شود. درپایـان نیـز باتوجـه بـه نتـایج بدسـت‌آمده، گـروه تامین‌کننـدگان بهینـه از بـین سناریوهای بررسـی شـده، انتخـاب می‌شـود. واضـح است چنین رویکـردی درصـورتی می‌توانـد مناسـب باشد که مجموعه سـناریوهای امکان‌پـذیر مجموعـه، محدود باشند.

۵- مطالعه کاربردی ویافته‌ها

پژوهشـکده علـوم و فنـاوری زیردریـا وابسـته بـه دانشگاه‌صنعتی اصفهان، فعالیت‌هـای خـودرا از سـال ۱۳۶۳ آغـاز نمـوده اسـت. دراین پژوهشـکده انـواع پروژه‌هـای تحقیقـاتی، اجرایـی و سـاخت بـه طـور همزمان درحال انجام بوده و بهبود عملکـرد آن‌هـا از اولویت‌های مدیریت سازمان می‌باشد. به همین دلیـل روش پیشـنهادی ارائـه شـده در ایـن مقالـه، جهـت ارزیابی ریسک تامین یک محصول استراتژیک دراین پژوهشکده مورد آزمـون قرارگرفته‌اسـت. در ابتـدای ایـن مطالعـه، یـک‌تیم تصـمیم‌گیری شـامل مـدیران گروه‌هـای پژوهشـی مـرتبط بـا سـاخت محصـول استراتژیک، مدیرپروژه سـاخت محصـول، مـدیرامور بازرگـانی وخریـد وهمچنـین ۲ نفرازاسـاتید دانشگاه‌صـنعتی اصـفهان تشـکیل شده‌اسـت.دلیل انتخاب این افـراد دردسـترس‌پذیری و صـاحب نظـر بودن آن‌ها می‌باشد. مراحل بعـدی مطالعـه کـاربردی به‌ترتیب در ادامه آورده شده است.

۵-۱- ارزیابی تامین‌کنندگان

به منظور ارزیابی تامین‌کنندگان درابتـدا لیسـت همـه تامین‌کننـدگان ازواحـد بازرگـانی وخریـد سـازمان موردمطالعه جمع‌آوری شده‌است. سپس بـانظر گـروه تصمیم‌گیری، براساس چهار شاخص بحرانی L_1، L_2، L_3 وL_4 و طیف لیکرت، حداقل مقدار مورد قبول هـر

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص عدد سه درنظرگرفته شده است و نتایج پس از نظرسنجی از گروه تصمیم‌گیری و محاسبه میانگین هندسی نظرات آن‌ها، با این فرض که می‌بایستی عدد ارزیابی هر تامین‌کننده در حداقل نیمی از شاخص‌های مذکور بالاتراز حداقل تعریف شده باشد، به شرح جدول شماره یک بدست آمده‌است. درادامه تعداد پنج شاخص اثرگذار در تهیه یک زیرمجموعه‌ی سالم، بدون‌خرابی و باقابلیت اطمینان بالا، برای هر تأمین‌کننده با مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از نظرات تیم‌تصمیم‌گیری تعیین‌شده‌است. هم‌چنین وزن و درجه‌اهمیت هریک از شاخص‌ها نیز با میانگین‌هندسی نظرات تیم‌تصمیم‌گیری وپس از بی‌مقیاس‌سازی به ترتیب I_1=0/13، I_2=0/17، I_3=0/3، I_4=0/23و I_5=0/17 بدست آمده‌است. سپس با استفاده از رابطه‌های (۱) و (٤) و میانگین‌هندسی نظرات تیم تصمیم‌گیری در خصوص ارزش هرشاخص برای هرتامین‌کننده براساس طیف پنج گزینه‌ای لیکرت، نتایج به شرح جدول شماره ۲ بدست آمده‌است. ستون آخر جدول شماره۲، عددریسک اختصاص‌یافته به هر تامین‌کننده می‌باشند. هم‌چنین دررابطه (٤)، حداکثر امتیاز قابل قبول برای هر تامین‌کننده در شاخص‌های تعریف‌شده با توجه به استفاده از طیف‌لیکرت، عدد پنج می‌باشد.

۵-۲- ارزیابی ریسک‌ذاتی تجهیزات

دراین مرحله بدون درنظر گرفتن نحوه تامین تجهیزات، میزان اهمیت ذاتی هرتجهیز درمحصول نهایی مورد ارزیابی قرارگرفته‌است. دراولین قدم با کمک تیم‌فنی لیست کلیه تجهیزات محصول‌شناسایی شده‌است ونتایج به صورت شکل شماره دو و درقالب یک درخت سیستمی بدست آمده‌است. سپس با مطالعات بر روی پیشنیه حوادث مهم بوجود آمده برروی محصولات مشابه و هم‌چنین نظر گروه تصمیم‌گیری، تعداد ٤ حادثه مهم شناسایی‌گردیده‌است که به تفکیک با استفاده ازطیف لیکرت و نظرسنجی از گروه تصمیم‌گیری و پس از بی‌مقیاس‌سازی، وزن هرکدام ازاین حوادث به‌ترتیب A_1=0/08، A_2=0/23، A_3=0/31و A_4=0/38 برآورد شده‌است. سپس باکمک تیم‌فنی پروژه و هم‌چنین با نظرات گروه تصمیم‌گیری، زیرمجموعه‌های اثرگذار در وقوع حوادث مخاطره‌آمیز تعیین وماتریسی تحت عنوان حادثه – زیرمجموعه به صورت جدول شماره ۳، تشکیل شده‌است. اعداد داخل این جدول میزان نقش و اهمیت هر زیرمجموعه دروقوع هرحادثه می‌باشند که با استفاده ازطیف لیکرت و میانگین هندسی نظرات تیم تصمیم‌گیری بدست آمده‌است. این اعداد بر حداکثرمقداری که می‌توانند بگیرند (عدد پنج) تقسیم شده‌اند. ستون آخر این جدول نیزمیزان ریسک‌ذاتی هر تجهیز بدست‌آمده از رابطه شماره ۵، می‌باشند که عددی بین صفر ویک می‌باشد.

۵-۳- تجزیه وتحلیل درخت خطا

دراین مرحله با توجه به نحوه رابطه بین تجهیزات اثرگذار برروی حوادث، درخت خطای هر حادثه ترسیم شده‌است. این ارتباطات با نظرتیم‌فنی پروژه و تیم تصمیم‌گیری و طی جلسات متعددکاری مشخص شده‌اند. به عنوان نمونه درخت‌خطای حادثه اول درشکل شماره ۳ آورده شده است. درشکل شماره۳، علائم گرافیکی پر کاربرد برای رسم درخت خطا قابل مشاهده می‌باشند. به عنوان نمونه از علامت AND زمانی استفاده شده‌است که برای وقوع یک اتفاق (خروجی) نیاز باشد همه علل مرتبط شناسایی شده (ورودی‌ها) اتفاق بیفتند و علامت OR زمانی

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده شده‌است که برای وقوع یـک اتفـاق نیـاز بـه اتفاق افتادن تنها یکی ازعلت‌ها باشد.

جدول (۱): ارزیابی اولیه تامین‌کنندگان

ردیف	نام تامین‌کننده	شاخص‌های ارزیابی اولیه				نتیجه ارزیابی اولیه
		L_1=3	L_2=3	L_3=3	L_4=3	
۱	A	۳	۳	٤	۳	√
۲	B	۳	۵	۵	۳	√
۳	C	۲	۲	۲	۳	×
٤	D	٤	٤	۲	۳	√
۵	E	۵	۳	۲	۳	√
٦	F	۲	۲	۱	۳	×
۷	G	۳	٤	۳	۳	√
۸	H	۵	٤	۲	۳	√
۹	I	۳	٤	۳	۳	√
۱۰	J	۵	٤	۳	۳	√
۱۱	K	۳	۳	٤	۳	√
۱۲	L	۲	۱	۲	٤	×
۱۳	M	۳	٤	٤	٤	√
۱٤	N	۳	۲	۲	۲	×

جدول (۲): ارزیابی‌نهایی و اختصاص عددریسک به تامین‌کنندگان

ردیف	نام تامین‌کننده	شاخص‌های ارزیابی نهایی					امتیاز کل S_i (رابطه ۱)	عدد ریسک R_i (رابطه ٤)
		I_1=0/13	I_2=0/17	I_3=0/3	I_4=0/23	I_5=0/17		
۱	A	۳	٤	۲	۳	۱	۲/۵۳	۰/٤۹٤
۲	B	۵	۲	۳	۵	۲	۳/۳۸	۰/۳۲٤
۳	D	۳	۵	۲	۳	۲	۲/۸۷	۰/٤۲٦
٤	E	٤	۳	۵	٤	۲	۳/۷۹	۰/۲٤۲
۵	G	۳	۳	۵	۲	۳	۳/۳۷	۰/۳۲٦
٦	H	٤	۳	۵	۲	۳	۳/۵	۰/۳
۷	I	۵	۵	۳	۲	۳	۳/۳۷	۰/۳۲٦
۸	J	۲	۳	٤	۳	۲	۳	۰/٤
۹	K	۳	٤	۵	۲	٤	۳/۷۱	۰/۲۵۸
۱۰	M	۳	۳	۵	٤	۳	۳/۸۳	۰/۲۳٤

Archive of SID

www.SID.ir

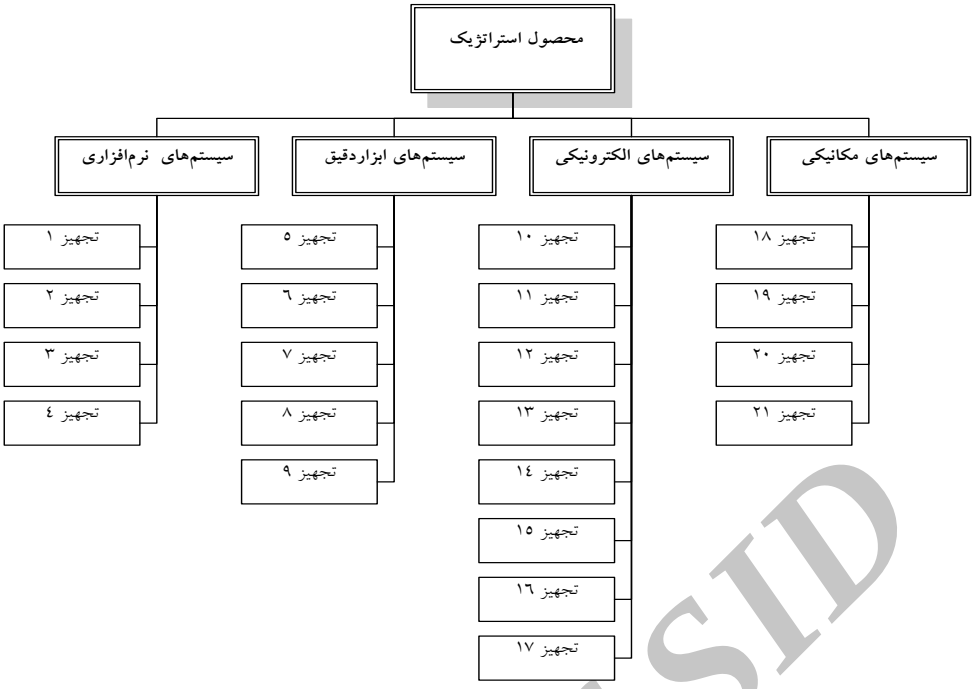
جدول (۳): ماتریس علت – حادثه

ردیف	تجهیز	حوادث				ریسک ذاتی هر تجهیز (رابطه ۵)
		A_1	A_2	A_3	A_4	
۱	تجهیز ۱	۱	۰/۲	۰/٤	۰/٦	۰/٤۸
۲	تجهیز ۲	۰	۰	۰/۲	۰/٤	۰/۲۲
۳	تجهیز ۳	۰/۲	۰	۰/٦	۰/٤	۰/۳۵
٤	تجهیز ٤	۰/٤	۰	۱	۰	۰/۳٤
۵	تجهیز ۵	۱	۰	۰/۸	۰	۰/۳۲
٦	تجهیز ٦	۰	۰/٤	۰/٦	۰/۸	۰/۵۸
۷	تجهیز ۷	۰	۰/۲	۰/٤	۰/۸	۰/٤۸
۸	تجهیز ۸	۰	۰	۰/۲	۱	۰/٤۵
۹	تجهیز ۹	۰	۰/٤	۰	۰/۲	۰/۱۷
۱۰	تجهیز۱۰	۰	۰/٦	۰	۰/۸	۰/٤۵
۱۱	تجهیز۱۱	۰/٤	۰	۰	۰/٦	۰/۲٦
۱۲	تجهیز۱۲	۱	۱	۰/٤	۰	۰/٤۳
۱۳	تجهیز۱۳	۰/۲	۰	۰	۰/٦	۰/۲۵
۱٤	تجهیز۱٤	۰/٦	۰/۸	۰/٦	۰/٦	۰/٦۵
۱۵	تجهیز۱۵	۰/٤	۰	۱	۰/۲	۰/٤۲
۱٦	تجهیز۱٦	۰	۰/٦	۱	۰	۰/٤۵
۱۷	تجهیز۱۷	۰	۰/٦	۰/٦	۰/٦	۰/۵۵
۱۸	تجهیز۱۸	۰/٦	۰/٦	۰/٤	۰	۰/۳۱
۱۹	تجهیز۱۹	۰/٤	۰/٦	۱	۰	۰/٤۸
۲۰	تجهیز۲۰	۰/۸	۰/۲	۱	۰/٦	۰/٦۵
۲۱	تجهیز۲۱	۰/۲	۰	۰	۰/٦	۰/۲۵

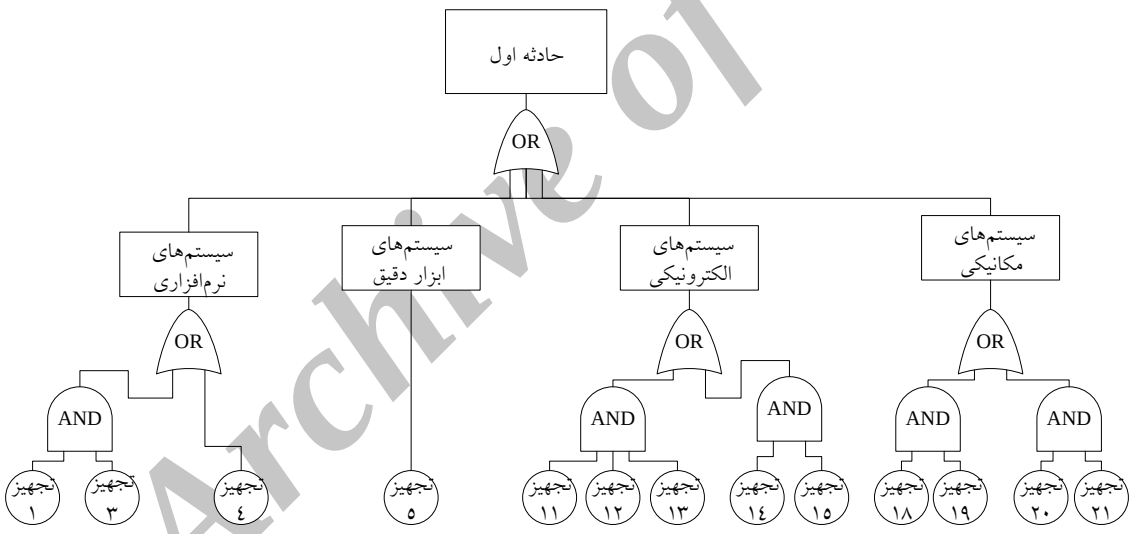
دراین پژوهش برای امکان محاسبه احتمال هر حادثه با درنظر گرفتن ارتباطات تعریف شده در درخت خطا، از تبدیل درخت خطا به بلوک دیاگرام قابلیت‌اطمینان استفاده شده است. لازم به ذکراست در محاسبات مربوط به احتمال وقوع هررویداد باتوجه به وجود روابط سری وموازی، برای محاسبه ریسک برعکس قابلیت‌اطمینان برای سیستم‌های موازی از رابطه (۲) و سیستم‌های سری از رابطه (۳) استفاده شده‌است.

Archive of SID

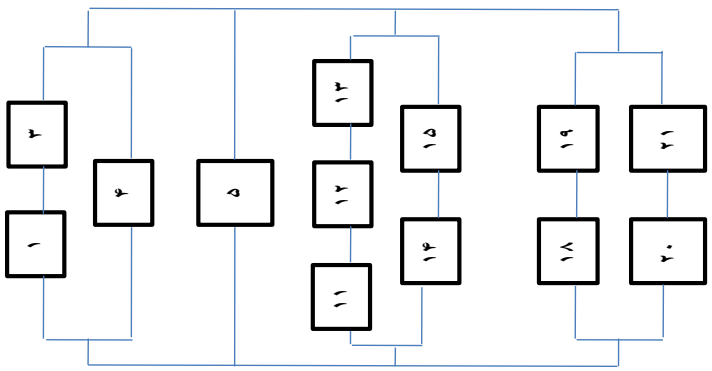
www.SID.ir



شکل ۲. درخت‌سیستمی محصول‌مورد ارزیابی



شکل ۳. درخت‌خطای حادثه اول



شکل ٤. بلوک‌دیاگرام قابلیت‌اطمینان حادثه‌اول

Archive of SID

www.SID.ir

۵-٤- محاسبه ریسک تلفیقی

در این مرحله، سناریوهای مختلف تامین تجهیزات با نظر مدیر بازرگانی سازمان مشخص شده‌است و با تعیین ریسک تلفیقی هرتجهیز براساس تامین‌کننده آن با استفاده از رابطه ٦، ریسک تلفیقی هر تجهیز بر اساس تامین‌کننده هرسناریو بدست آمده‌است. دراین تحقیق تعداد سی سناریوتامین برای تجهیزات درنظر گرفته شده‌است که شرح آن در جدول شماره ٤ آورده شده‌است. هم‌چنین برای هرتجهیز با توجه به سناریوتامین آن و بااستفاده از رابطه ٦، یک ریسک تلفیقی محاسبه شده‌است که به عنوان نمونه ریسک تلفیقی تجهیزات در سناریو اول مطابق جدول شماره ۵ قابل مشاهده می‌باشند.

۵-۵- محاسبه ریسک نهایی محصول

درجه بحرانی بودن حوادث منتخب، با درنظر گرفتن احتمال وقوع حادثه و هم‌چنین میزان خسارت موردانتظار آن، با استفاده از رابطه ۷ برآورد شده‌است. هم‌چنین شدت خسارات ناشی از هر حادثه دریک جلسه با تیم‌تصمیم‌گیری و استفاده ازپیشنیه حوادث به صورت کیفی برآورد شده‌است. درپایان نیز با استفاده از رابطه ۸، ریسک‌نهایی محصول برای سناریوهای مختلف تامین برآورد شده است. نتایج در جدول شماره ٦ قابل مشاهده می‌باشد.

٦- بحث و تفسیر یافته‌ها

براساس روش پیشنهادشده دراین مطالعه، بهترین‌سناریور تامین‌کنندگانی‌که باعث بروزکمترین ریسک درتولید محصول‌نهایی می‌باشند ترکیب‌هایی را شامل می‌شود که مقدار T_R (ریسک نهایی) آن‌ها نسبت به بقیه کمتر باشد. بدین منظور پس از شناسایی تامین‌کنندگان واجد شرایط (جدول ۱)، به هر تامین‌کننده یک عدد ریسک مطابق ستون آخر جدول شماره ۲ اختصاص یافته‌است. سپس با شناسایی چهار حادثه مهم قابل وقوع برای محصول نهایی، درخت خطای هرحادثه ترسیم شده‌است (شکل ۳، درخت خطای حادثه اول) و مقداراریسک ذاتی هر تجهیز با استفاده از ماتریس علت-حادثه در سطر آخر جدول شماره ۳ تعیین شده‌است. درادامه سی سناوریو جهت تامین تجهیزات مطابق جدول شماره ٤ تعیین شده‌است و ریسک تلفیقی هر تجهیز براساس تامین‌کننده با استفاده از رابطه شش بدست آمده‌است. (جدول ۵ ریسک تلفیقی تجهیزات برای سناریو اول رانشان می‌دهد).سپس مطابق درخت‌های خطای هر حادثه و ریسک تلفیقی هر تجهیز، درجه بحرانی بودن حادثه درسناریوهای مختلف با رابطه هفت تعیین شده‌است.در پایان بر اساس نتایج حاصل‌شده در ستون آخر جدول شماره شش و تعیین ریسک‌نهایی هر سناریو، بهترین ترکیب تامین‌کنندگان تجهیزات مطابق سناریوهای تامین شماره ۲۵، ۲٦ و ۲۸ می‌باشند وهمچنین سناریوهای تامین ٦، ۳، ۵ و ٤ به ترتیب بیشترین ریسک را برای تولید محصول ایجاد می‌نمایند. به منظور تاثیر هر چه بیشتر تحلیل‌های فوق بر بهبود عملکرد تامین و به طبع آن کاهش‌ریسک محصول نهایی، مدیریت سازمان می‌تواند از روش‌های نوین بازاریابی و مدیریت خرید در جهت ارتباط با تامین‌کنندگان مناسبتر وتلاش جهت کاهش‌ریسک محصولات خریداری شده و هم‌چنین تقویت تامین‌کنندگان وپیمانکاران سازمان استفاده نماید.

در جدول شماره۷، شباهت‌ها و تفاوت‌های مطالعه فعلی با گزیده‌ای از مطالعات قبلی خلاصه شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (٤): سناریوهای مختلف تامین‌تجهیزات

سناریو	تامین کننده	تجهیزات	سناریو	تامین کننده	تجهیزات	سناریو	تامین کننده	تجهیزات
اول	A	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	دوم	A	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	سوم	A	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
چهارم	A	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	پنجم	A	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	ششم	A	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
هفتم	B	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	هشتم	B	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	نهم	B	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
دهم	B	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	یازدهم	B	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	دوازدهم	B	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
سیزدهم	D	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	چهاردهم	D	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	پانزدهم	D	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
شانزدهم	D	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	هفدهم	D	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	هجدهم	D	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
نوزدهم	K	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	بیستم	K	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	بیست و یکم	K	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
بیست و دوم	K	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	بیست و سوم	K	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	بیست و چهارم	K	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
بیست و پنجم	M	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	بیست و ششم	M	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	بیست و هفتم	M	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹		E	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱
بیست و هشتم	M	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	بیست و نهم	M	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷	سی ام	M	۱ تا ٤، ۱۰تا ۱۷
	G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹		G	۵ تا ۹
	H	۱۸ تا ۲۱		I	۱۸ تا ۲۱		J	۱۸ تا ۲۱

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۵): ریسک تلفیقی تجهیزات برای‌سناریو اول‌تامین

تجهیز	ارزش ذاتی برمبنای ریسک	سناریواول		
		تامین کننده	ریسک تامین‌کننده	وزن تلفیقی ریسک تجهیز (رابطه ٦)
١	٠/٤٨	A	٠/٤٩	٠/٦٩
٢	٠/٢٢			٠/٤٦
٣	٠/٣٥			٠/٥٩
٤	٠/٣٤			٠/٥٨
١٠	٠/٤٥			٠/٦٦
١١	٠/٢٦			٠/٥١
١٢	٠/٤٣			٠/٦٥
١٣	٠/٢٥			٠/٤٩
١٤	٠/٦٥			٠/٨٠
١٥	٠/٤٢			٠/٦٤
١٦	٠/٤٥			٠/٦٦
١٧	٠/٥٥			٠/٧٤
٥	٠/٣٢	E	٠/٢٤	٠/٤٢
٦	٠/٥٨			٠/٦٧
٧	٠/٤٨			٠/٥٧
٨	٠/٤٥			٠/٥٤
٩	٠/١٧			٠/٢٦
١٨	٠/٣١	H	٠/٣	٠/٤٤
١٩	٠/٤٨			٠/٦
٢٠	٠/٦٥			٠/٧٤
٢١	٠/٢٥			٠/٣٧

Archive of

www.SID.ir

جدول (٦): ریسک محصول نهایی به‌ازای سناریوهای مختلف تامین تجهیزات آن

سناریو	حادثه اول			حادثه دوم			حادثه سوم			حادثه چهارم			T_R (رابطه۸)
	P_1	L_1	CR_1	P_2	L_2	CR_2	P_3	L_3	CR_3	P_4	L_4	CR_4	
١	٠/١١		٠/٠٢٧	٠/٤٥		٠/٠٩	٠/٢٧		٠/١٠٨	٠/٦٥		٠/٠٩٧	٠/٣٢٣
٢	٠/١١		٠/٠٢٧	٠/٤٥		٠/٠٩	٠/٢٧		٠/١٠٨	٠/٦٦		٠/٠٩٩	٠/٣٢٤
٣	٠/١٢		٠/٠٣	٠/٤٧		٠/٠٩٤	٠/٢٩		٠/١١٦	٠/٦٧		٠/١	٠/٣٤
٤	٠/١٢		٠/٠٣	٠/٤٦		٠/٠٩٢	٠/٢٧		٠/١٠٨	٠/٦٦		٠/٠٩٩	٠/٣٢٩
٥	٠/١٣		٠/٠٣٢	٠/٤٧		٠/٠٩٤	٠/٢٨		٠/١١٢	٠/٦٧		٠/١	٠/٣٣٩
٦	٠/١٤		٠/٠٣٥	٠/٤٨		٠/٠٩٦	٠/٣		٠/١٢	٠/٦٩		٠/١٠٣	٠/٣٥٤
٧	٠/٠٧		٠/٠١٧	٠/٣٩		٠/٠٧٨	٠/١٩		٠/٠٧٦	٠/٥٥		٠/٠٨٢	٠/٢٥٤
٨	٠/٠٨		٠/٠٢	٠/٤		٠/٠٨	٠/٢		٠/٠٨	٠/٥٦		٠/٠٨٤	٠/٢٦٤
٩	٠/٠٨		٠/٠٢	٠/٤١		٠/٠٨٢	٠/٢١		٠/٠٨٤	٠/٥٨		٠/٠٨٧	٠/٢٧٣
١٠	٠/٠٨		٠/٠٢	٠/٤		٠/٠٨	٠/١٩		٠/٠٧٦	٠/٥٦		٠/٠٨٤	٠/٢٦
١١	٠/٠٨		٠/٠٢	٠/٤١		٠/٠٨٢	٠/٢		٠/٠٨	٠/٥٧		٠/٠٨٥	٠/٢٦٧
١٢	٠/٠٩		٠/٠٢٢	٠/٤٢		٠/٠٨٤	٠/٢١		٠/٠٨٤	٠/٥٩		٠/٠٨٨	٠/٢٧٩
١٣	٠/٠٩		٠/٠٢٢	٠/٤٣		٠/٠٨٦	٠/٢٣		٠/٠٩٢	٠/٦١		٠/٠٩١	٠/٢٩٢
١٤	٠/١		٠/٠٢٥	٠/٤٣		٠/٠٨٦	٠/٢٤		٠/٠٩٦	٠/٦٢		٠/٠٩٣	٠/٣
١٥	٠/١	٠/٢٥	٠/٠٢٥	٠/٤٤	٢/	٠/٠٨٨	٠/٢٦	٠/٤	٠/١٠٤	٠/٦٤	٠/١٥	٠/٠٩٦	٠/٣١٣
١٦	٠/١		٠/٠٢٥	٠/٤٤	٠	٠/٠٨٨	٠/٢٤		٠/٠٩٦	٠/٦٢		٠/٠٩٣	٠/٣٠٢
١٧	٠/١١		٠/٠٢٧	٠/٤٤		٠/٠٨٨	٠/٢٤		٠/٠٩٦	٠/٦٣		٠/٠٩٤	٠/٣٠٦
١٨	٠/١١		٠/٠٢٧	٠/٤٦		٠/٠٩٢	٠/٢٦		٠/١٠٤	٠/٦٥		٠/٠٩٧	٠/٣٢١
١٩	٠/٠٦		٠/٠١٥	٠/٣٧		٠/٠٧٤	٠/١٧		٠/٠٦٨	٠/٥٢		٠/٠٧٨	٠/٢٣٥
٢٠	٠/٠٦		٠/٠١٥	٠/٣٧		٠/٠٧٤	٠/١٧		٠/٠٦٨	٠/٥٢		٠/٠٧٨	٠/٢٣٥
٢١	٠/٠٧		٠/٠١٧	٠/٣٩		٠/٠٧٨	٠/١٨		٠/٠٧٢	٠/٥٤		٠/٠٨١	٠/٢٤٨
٢٢	٠/٠٧		٠/٠١٧	٠/٣٨		٠/٠٧٦	٠/١٧		٠/٠٦٨	٠/٥٢		٠/٠٧٨	٠/٢٣٩
٢٣	٠/٠٧		٠/٠١٧	٠/٣٨		٠/٠٧٦	٠/١٧		٠/٠٦٨	٠/٥٣		٠/٠٧٩	٠/٢٤١
٢٤	٠/٠٧		٠/٠١٧	٠/٤		٠/٠٨	٠/١٩		٠/٠٧٦	٠/٥٥		٠/٠٨٢	٠/٢٥٦
٢٥	٠/٠٦		٠/٠١٥	٠/٣٦		٠/٠٧٢	٠/١٦		٠/٠٦٤	٠/٥٠		٠/٠٧٥	**٠/٢٢٦**
٢٦	٠/٠٦		٠/٠١٥	٠/٣٧		٠/٠٧٤	٠/١٦		٠/٠٦٤	٠/٥١		٠/٠٧٦	**٠/٢٢٩**
٢٧	٠/٠٦		٠/٠١٥	٠/٣٨		٠/٠٧٦	٠/١٧		٠/٠٦٨	٠/٥٢		٠/٠٧٨	٠/٢٣٧
٢٨	٠/٠٦		٠/٠١٥	٠/٣٧		٠/٠٧٤	٠/١٦		٠/٠٦٤	٠/٥١		٠/٠٧٦	**٠/٢٢٩**
٢٩	٠/٠٧		٠/٠١٧	٠/٣٨		٠/٠٧٦	٠/١٦		٠/٠٦٤	٠/٥٢		٠/٠٧٨	٠/٢٣٥
٣٠	٠/٠٧		٠/٠١٧	٠/٣٩		٠/٠٧٨	٠/١٨		٠/٠٧٢	٠/٥٣		٠/٠٧٩	٠/٢٤٧

جدول (٧): تفاوت‌ها و شباهت‌های مطالعه حاضر با گزیده‌ای از مطالعات مرتبط با ارزیابی تامین‌کنندگان

نام نویسندگان	سال	OR	DEA	MADM	Fuzzy	FMEA	CRALJIC	FTA
چوو و جانگ	٢٠٠٨				√			
ها و کریشان	٢٠٠٨		√	√				
تولری و همکاران	٢٠٠٨	√	√					
وو	٢٠٠٩		√					
دمیرتاس و آستان	٢٠٠٩	√		√				
فائز و همکاران	٢٠٠٩	√			√			
کئو و همکاران	٢٠١٠		√	√				
زیدان و همکاران	٢٠١١		√	√				
عرب‌زاد و همکاران	٢٠١١	√				√	√	
مطالعه حاضر	٢٠١٤			√				√

Archive of SID

www.SID.ir

۷- نتیجه‌گیری

این مقاله به ارائه رویکردی تلفیقی از تصمیم‌گیری چندشاخصه و تجزیه وتحلیل درخت خطا برای تعیین سناریوهای مختلف تامین تجهیزات یک محصول به منظورکاهش ریسک کلی تامین آن پرداخته‌است. در ابتدا با تعیین تامین‌کنندگانی که دارای شرایط لازم جهت تامین تجهیزات می‌باشند با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه این تامین‌کنندگان ارزیابی‌شده ویک عدد ریسک به هرکدام از آن‌ها تخصیص داده‌شده‌است. سپس رویدادها وحوادثی که‌ممکن است برای محصول موردنظر حادث شوند شناسایی‌شده و زیرسیستم‌ها وتجهیزاتی که باعث بروزاین حوادث می‌شوند نیزشناسایی شده‌اند و با استفاده ازماتریس حادثه – علت، تحلیل‌کمی آن ها صورت‌گرفته وریسک‌ذاتی هر تجهیز بدست آمده‌است. هم‌چنین درخت خرابی رویدادها با درنظرگرفتن عوامل بوجود آورنده آن‌ها ترسیم شده‌است. درادامه با درنظر گرفتن سناریوهای تامین مختلف تجهیزات، ریسک تلفیقی هرتجهیز با درنظر گرفتن ریسک ذاتی و ریسک تامین‌کننده آن محاسبه شده‌است و با تبدیل درخت‌های خرابی رویدادها به بلوک دیاگرام قابلیت‌اطمینان و محاسبه احتمال رویداد راس و هم‌چنین تعیین اثرات آن، درجه بحرانی بودن هر رویداد تعیین شده‌است و در نهایت مقدار ریسک انباشته محصول برای سناریوهای مختلف تامین‌تجهیزات، بدست آمده‌است. بدین‌ترتیب با مقایسه سناریوهای مختلف امکان انتخاب تامین‌کنندگان بهینه برای تجهیزات با درنظر گرفتن ریسک محصول‌نهایی میسر شده‌است و با انتخاب مناسب تامین‌کنندگان می‌توان ریسک خرابی سیستم‌ها را کاهش داد. برای صحیح کار نکردن یا خرابی زیرمجموعه‌های تامین شده یک محصول، ممکن است دلایل متعددی وجود داشته باشد. در رویه پیشنهاد شده دراین مقاله، به این‌نکته توجه شده‌است که یکی از مهم ترین این دلایل به تامین نامناسب زیرمجموعه مرتبط می‌باشد و به عبارتی اگر احتمال تامین نامناسب زیرمجموعه زیاد باشد، احتمال خرابی وعملکرد نامناسب زیرمجموعه در سیستم بیشتر خواهد بود. اگر تعداد سناریوهای موجه قابل توجه باشد، تعیین سناریوی بهینه از بین آن‌ها ممکن است به زمان زیادی نیاز داشته باشد لذا درچنین شرایطی استفاده از رویکرد مدل‌سازی ریاضی می‌تواند مناسب باشد. هم‌چنین می‌توان از روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چندمعیاره ویا روش‌های فازی جهت تعیین عددریسک و اولویت‌بندی تامین‌کنندگان استفاده نمود ویا از ماتریس کرالجیک جهت تعیین اهمیت وریسک ذاتی‌تجهیزات بهره‌برد، هم‌چنین می‌توان با درنظر گرفتن عوامل دیگری که در خرابی تجهیزات تاثیرگذار می‌باشند و انجام آنالیزهای تجزیه وتحلیل‌شکست در آن‌ها ریسک تلفیقی محاسبه شده برای هرتجهیز را تعدیل کرد و می‌توان برای محاسبه احتمال رویدادهای راس از روش‌های دیگر هم‌چون شبکه‌های بیزین استفاده نمود. درپایان به پژوهشگران توصیه می‌شود الگوی پیشنهادی را در سایر سازمان‌های مرتبط مورد آزمون و بررسی قرار دهند.

منابع

اصغرپور، م. (۱۳۷۷). تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه. چاپ دوم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

شریفی، س.م.م؛ مزینان، ح.غ؛ کرباسیان، م وشریفی، س.م.ح. (۱۳۹۱). مهندسی قابلیت‌اطمینان. تهران: امیدانقلاب.

Arabzad, S.M,. & Ghorbani, M. (2011).“Using Integrated FMEA-DEA Approach to classify Purchasing Items

Archive of SID

www.SID.ir

Keskin, G,. Ilhan, S,. & Özkan, C.(2010). "The Fuzzy ART Algorithm: A Categorization Method for Supplier Evaluation and Selection". *Expert Systems with Applications*, 37(2): 1235-1240.

Kuo, R,. Wang, Y,.& Tien, F. (2010)." Integration of Artificial Neural Network and MADA Methods for Green Supplier Selection". *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1161-1170.

Sabri, E.H., & Benita, M.B. (2000). "A Multi-Objective Approach to Simultaneous Strategic and Operational Planning in Supply Chain Design". *Omega*, 28(5), 581-598.

Talluri, S,. Vickery, S.K,. & Narayanan S. (2008). "Optimization Models for Buyer-supplier Negotiations". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(7), 551-561.

Weber,. Charles, A,. & Ellram, Lisa M.(1993). "Supplier Selection Using Multi-Objective Programming: A Decision Support System Approach". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 23(2), 3-12.

Wu, D. (2009). "Supplier Selection: A Hybrid Model Using DEA, Decision Tree and Neural Network". *Expert Systems with Applications*,36, 9105–9112.

Zeydan, M,. Çolpan, C,. & Çobanog, C. (2011). "A Combined Methodology for Supplier Selection and Performance Evaluation". *Expert Systems with Applications*. 38(3), 2741–2751.

Based on Kraljic Model". *International Journal of Business and Science*, 2(21), 253-257.

Bello, M. (2003). "A Case Study Approach to the Supplier Selection Process". *Mayaguez: University of Puerto Rico*.

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.

De Boer, L,. Labro, E,. & Morlacchi, P.(2001). "A Review of Methods Supporting Supplier Selection". *European Journal of Purchasing & Supply Management.* 7(2), 75–84.

Demirtas, A.E. &Ustun, O. (2009). "Analytic Network Process and Multi-period Goal Programming Integration in Purchasing Decisions". *Computers and Industrial Engineering*. 56, 677-690.

Faez, F,. Ghodsypour, S,. & 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(2), 395–408.

Ha, S.H,. & Krishnan, R. (2008). "A Hybrid Approach to Supplier Selection For the Maintenance of a Competitive Supply Chain". *Expert Systems with Applications*, 34(2), 1303-1311.

Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti,R. (2001). "Purchasing Materials in the Supply Chain: Managing a Multi-objective Task". *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(3), 1-21.

پی نوشت:

[1] Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti,R.
[2] Sabri, E.H., &Benita, M.B.
[3] De Boer, L,. Labro, E,. & Morlacchi, P.
[4] Bello
[5] Keskin, G,. Ilhan, S,. & Özkan, C.
[6] Weber,. Charles, A,. & Ellram, Lisa M.
[7] Arabzad, S.M,. & Ghorbani, M.
[8] Zeydan, M,. Çolpan, C,. & Çobanog, C.
[9] Dimitri
[10] Failure Mode and Effect Analysis
[11] Faez, F,. Ghodsypour, S,. & O'Brien, C.
[12] Kuo, R,. Wang, Y,.& Tien, F.
[13] Ha, S.H,.& Krishnan, R.
[14] Analytic hierarchy process (AHP)
[15] Data Envelopment Analysis (DEA)
[16] Talluri, S,. Vickery, S.K, & Narayanan S.
[17] Wu
[18] Chou, S.Y. & Chang, Y.H.
[19] Demirtas, A.E. &Ustun, O.
[20] Analytic network process (ANP)
[21] Goal Programming (GP)
[22] Satisfying Method
[23] Simple Additive Weighting (SAW) Method
[24] Rausand
[25] Relaibility Block Diagram

Archive of SID

www.SID.ir