Archive of SID

شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره‌ی تأمین مهندسی طبق سفارش با استفاده از روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف و تحلیل بازه‌ای

محمدرضا عدالت سروستانی*: کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. edalatmrs@pgs.usb.ac.ir
محمدرضا شهرکی: استادیار دانشگاه سیستان و بلوچستان، مهندسی صنایع، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۶

چکیده

باتوجه به تغییرات سریع و گسترده زنجیره‌ی تأمین، سازمان‌ها برای بقا در چرخه‌ی رقابت و برای اجرای مدیریت اثر بخش زنجیره تأمین می‌بایست فرآیند شناسایی و ارزیابی دقیق ریسک را انجام دهند. زنجیره تأمین شامل ساختار متنوعی است و در حالی که امروزه تنوع محصولات برای رفع نیازهای مشتریان بسیار زیاد شده، توانایی تولید سفارشی که در واقع همان ساختار مهندسی طبق سفارش(ETO) است، یک مزیت رقابتی محسوب می‌شود. بررسی پیشینه‌ی پژوهش نشان می‌دهد که در رابطه با شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش مطالعات اندکی انجام شده است. در مواقعی که به دلیل کمبود نیروی متخصص و یا محدودیت زمانی، اطلاعات اندکی وجود دارد؛ برخی از مدل‌های موجود رتبه‌بندی دقیقی از ریسک‌های زنجیره‌ی تأمین ارائه نمی‌دهند. جهت رفع این مشکل در این مقاله از روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف استفاده شده است. از آنجایی که تعیین مقدار دقیق ریسک در واقعیت امری مشکل است، بدین منظور از روش تحلیل بازه‌ای برای برآورد ریسک‌ها به شکل بازه با توجه به مفهومِ فاصله اطمینان و نظرات متخصصان استفاده شده است. بنابراین در این مقاله با استفاده از روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف همراه با تحلیل بازه‌ای به ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش پرداخته شده است. نتایج محاسبات به روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف و تحلیل بازه‌ای نشان می‌دهد که دسته‌ی ریسک‌های وابسته به سفارش، ریسک‌های محیطی و ریسک‌های عملیاتی بیشترین اولویت را در بین ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش دارا هستند.

کلمات کلیدی: *ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش، روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف، تجزیه و تحلیل بازه‌ای*

Identification and ranking of Engineering-To-Order supply chain risks by using Jackknife resampling method and interval analysis

Mohammad reza Edalat Sarvestani*[1], Mohammad Reza Shahraki[2]

Abstract

Due to the rapid and extensive changes in the supply chain, organizations need to identify and evaluate the risk accurately in order to survive in the competitive cycle and to implement effective supply chain management. The supply chain consists of a diverse structure, and while today the variety of products to meet the needs of customers has become vast, custom manufacturing capabilities, which are in fact the same engineering structure as the order (ETO), are a competitive advantage. A preliminary study of the research shows that few studies have been carried out on the identification and ranking of Engineering-to-order supply chain risks. There are few information in the absence of experts or time constraints; some existing models do not provide accurate ranking of Engineering-to-order supply chain risks. In order to solve this problem, in this paper, Jackknife resampling method is used. In addition, it is difficult to determine the exact amount of risk in reality. For this purpose, the interval analysis method for estimating the risks in terms of the interval has been used according to the concept of the confidence interval and the opinions of the experts. Therefore, in this paper, using Jackknife resampling method with interval Analysis, the evaluation and ranking of the factors affecting the management of Engineering-to-order supply chain risks has been done. Calculation results of JackKnife resampling method and interval analysis shows that the categories of risks which is Dependent to order risks, Environmental's risks and Operational risks have the most priority among engineer-to-order supply chain risks.

Keywords: *Engineering-To-Order Supply chain risks, Jackknife resampling method, Interval analysis*

1. Master of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan; Email: edalatmrs@pgs.usb.ac.ir
2. Assistant Professor, Industrial Engineering Department, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

به دلیل جهانی شدن بازارهای کسب وکار در سال‌های اخیر، اهمیت مدیریت زنجیره تأمین [۱](SCM) بیش از پیش نمود پیدا کرده است[۱]. زنجیره تأمین ترکیبی از سازمان‌های وابسته به هم، منابع و فرآیندهایی است که محصولاتِ تولیدی و خدمات پس از فروش را به دست مشتریان نهایی می‌رساند[۲]. مدیریت زنجیره تأمین مجموعه روش‌هایی است که عرضه‌کنندگان، تولیدکنندگان، انبارها و مشتریان را به هم مرتبط می‌سازد و هدف آن هماهنگ کردن نیازمندی‌های مشتریان با عرضه‌کنندگان از طریق توازن اهداف مغایر، سرمایه‌گذاری کم، روی موجودی و هزینه پایین هر واحد است. با توجه به تغییرات سریع و گسترده‌ی زنجیره تأمین در سال‌های اخیر و همچنین عواملی مثل برون‌سپاری، افزایش تنوع محصولات و خدمات، جهانی شدن و ظهور فناوری‌های جدید، پیچیدگی و سطح عدم‌اطمینانِ موجود در زنجیره تأمین رو به افزایش است. از آنجا که هر شرکت به صورت زنجیره تأمین به سایر شرکت‌ها مرتبط است، بی‌ثباتی در یک شرکت بر سایر شرکت‌ها و کل زنجیره اثرگذار خواهد بود. از طرفی سازمان‌ها جهت تقویت قابلیت رقابت‌پذیری مجبور به مدیریت اثربخش زنجیره تأمین هستند که در این راستا شناسایی و مدیریت ریسک‌ها در کارایی زنجیره تأمین اهمیت بسیار زیادی دارد[۳]. در دهه اخیر ریسک‌های زنجیره تأمین توجه بسیاری را به خود جلب کرده است[۴]. محققان از منظرها و جهات گوناگونی به بیان این پدیده پرداخته‌اند[۵]. با وجود مطالعات انجام‌شده، مدیریت ریسک زنجیره‌ی تأمین [۲](SCRM) هنوز در دوران طفولیت خود به سر می‌برد و هنوز مفاهیمی وجود دارد که در رابطه با آنها تعریف واحد و مورد توافقی ارائه نشده است[۶]. ریسک زنجیره تأمین به‌عنوان اتفاقی که بر روی عملیات‌های زنجیره تأمین اثرات مخربی می‌گذارد، تعریف می‌شود[۷]. مدیریت ریسک زنجیره تأمین فرآیندی رسمی است که شامل شناسایی ریسک‌های بالقوه، تعیین احتمال وقوع ریسک‌های بالقوه و ارزیابی آنهاست[۸]. هدف از مدیریت ریسک زنجیره تأمین کنترل، نظارت و ارزیابی ریسک زنجیره تأمین برای حفظ یکپارچگی و حداکثر کردن سود است[۳]. امروزه محصولات بیشتر بر پایه عملکرد آنها فروخته می‌شوند؛ اما به هر حال فاکتورهای دیگری از قبیل هزینه‌ی مالکیت و توانایی سفارشی‌سازی محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زنجیره تأمین مهندسی طبقِ سفارش[۳] یکی از انواع زنجیره تأمین است و تأثیر محصولات تولید شده به‌وسیله مهندسی طبق سفارش بر محیط و جامعه یک موضوع مهم و اصلی به‌شمار می‌آید[۹]. استفاده از مهندسی طبق سفارش (ETO) در سیستم‌های تولیدی برای ارائه محصولات سفارشی در حال پیشرفت و گسترش است. شرکت‌های ETO مجبورند راه‌های بهتری برای ادغام ظرفیت‌های مهندسان، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان برای مقابله با سفارش انباشته‌شده پیدا کنند[۱۰]. اغلب از محصولات تولیدشده روش ETO برای برطرف کردن نیازهای مشتری های خرد و با تیراژ کم و دارای طیف وسیعی از تکنولوژی استفاده می‌شود. فعالیت‌های اصلی کسب‌وکار در چنین شرکت‌هایی شامل پیشنهاد قیمت، طراحی، ساخت‌وساز، مونتاژ و همچنین طرح‌ریزیِ تأسیسات است[۱۲،۱۱]. اگرچه مشکلات زیادی توسط شرکت‌هایی که در زمینه تولید محصولات به روش مهندسی طبقِ سفارش فعالیت می‌کنند، تجربه می‌شود؛ اما تعداد کمی مقاله در رابطه با ریسک‌های تولید به این روش موجود است[۱۳]. امروزه عواملی مانند برون‌سپاری، افزایش تنوع محصولات و خدمات، ظهور فناوری‌های جدید و تغییرات سریع و گسترده زنجیره تأمین منجر به افزایش پیچیدگی در زنجیره تأمین شده است[۱۴]. ساری[۴] بین وضعیت‌های مختلفِ تولید تمایز قائل شده و آنها را به چهار دسته شامل ساخت برای ذخیره (MTS)[۵]، مونتاژ طبق سفارش (ATO)[۶]، ساخت طبق سفارش (MTO)[۷] و مهندسی طبق سفارش (ETO) تقسیم کرد. وی همچنین اظهار کرد که در مورد مهندسی طبقِ سفارش (ETO) تا زمانی که سفارش دریافت نشده، شناخت اندکی در رابطه با چیزی که می‌خواهد ساخته شود، وجود دارد و در واقع پس از دریافت سفارش مرحله‌ی شناخت تکمیل شده و توسعه‌ی طراحی و مهندسی انجام می‌شود[۱۵]. گوسلینگ[۸] و همکاران با توجه به مفهوم نقطه‌ی انفصالِ سفارش مشتری[۹]، شش نوع ساختار مختلف برای زنجیره‌ی تأمین تعریف کردند: مهندسی طبق سفارش(ETO)، خرید طبق سفارش[۱۰](BTO)، ساخت طبق سفارش (MTO)، مونتاژ طبق سفارش (ATO)، ساخت برای ذخیره(MTS)[۱۱] و حمل برای ذخیره(STS)[۱۲] [۱۶]. برتراند و مانتسلگ[۱۳] اظهار کردند که بین (MTS) و (ATO) با (MTO) و به‌ویژه ETO از لحاظ نقش سفارش مشتری تفاوت وجود دارد. در ETO مهندسی و طراحی طبق سفارشِ مشتری شکل می‌گیرد[۱۷]. اولهاگر[۱۴] بیان کرد که زنجیره‌ی تأمین ETO در مواقعی استفاده می‌شود که مراحل طراحی شامل نقاط انفصال بوده و در آن هر مشتری می‌تواند فاز طراحیِ محصول را تحت تأثیر قرار دهد[۱۸]. در این راستا نویسندگان زیادی اظهار کردند که در زنجیره تأمین ETO تمامی ابعاد تولید سفارشی‌سازی شده؛ به طوری که نقطه‌ی انفصالِ سفارش مشتری در مرحله‌ی طراحی و در جایی که پروژه‌ایی خاص تعریف می‌شود، قرار دارد[۱۹]. در زنجیره تأمین ETO توافقی جهت توسعه‌ی طرح‌های موجود و یا به‌طور کلی طرح هایی که برای هر سفارش به‌طور جدید ارائه می‌شوند، وجود ندارد. بنابراین نبود توافق بین طراحان، کارشناسان و اجزای زنجیره تأمین جهت پذیرش طرح یک سفارش در مرحله اولیه خود می‌تواند یک ریسک در زنجیره تأمین ETO باشد[۱۰]. این پیچیدگی، افزایش سطح عدم اطمینان و ریسک موجود در زنجیره تأمین را به دنبال دارد[۲۰]. بسیاری از محققان به تأثیر ریسک‌های زنجیره تأمین اشاره کرده‌اند[۲۱،۲۲]. برای غلبه بر ریسک‌های زنجیره تأمین، سازمان‌ها بایستی از راهبردهای کاهشی به نحو مطلوب استفاده کنند. در صورتی که برنامه‌ی کاهشی مناسبی برای فائق آمدن بر ریسک‌های زنجیره وجود نداشته باشد، این ریسک‌ها به عملکرد زنجیره تأمین آسیب می‌رسانند[۲۳]. بسیاری از محققان ریسک‌های زنجیره تأمین را به دو دسته داخلی و خارجی تقسیم‌بندی کرده‌اند. ریسک‌های داخلی آن دسته از ریسک‌هایی هستند که در فرآیند تولید ظاهر می‌شوند و برای مثال شامل تاخیر

www.SID.ir

Archive of SID

در تحویل، موجودی اضافی، پیش‌بینی ضعیف، ریسک‌های مالی، خطاهای انسانی و نقص در سیستم‌های فناوری اطلاعات می‌شوند. ریسک‌های خارجی نیز ریسک‌هایی هستند که خارج از زنجیره تأمین به وجود می‌آیند و برای مثال شامل زمین‌لرزه، طوفان، جنگ، حملات تروریستی، افزایش قیمت، کمبود مواد اولیه و اختلالات مالی می‌شوند[۲۴]. عبدل باست[۱۵] و همکاران یک چهارچوب برای ارزیابی و مدیریت ریسک ارائه کردند. آنها برای تعیین میزان ریسک‌ها در زنجیره‌ی تأمین از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نوتروسیفیک[۱۶] (N-AHP) استفاده کردند. در این راستا آنها با استفاده از روش نوتروسیفیک اثرِ اطلاعات مبهم و غیرقطعی را بر مدیریت ریسکِ زنجیره تأمین کنترل کردند[۲۵]. شاهبندرزاده و مصلی‌نژاد یک مدل سلسله مراتبی جهت شناسایی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک در زنجیره تأمین معرفی کردند و در آن عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک زنجیره را در شش دسته کلی به شرح زیر تقسیم‌بندی کردند[۲۶]: **۱.ریسک محیطی:** آن دسته از ریسک‌ها که از تعامل بین زنجیره تأمین و محیط خارجی نشأت می‌گیرند و شامل بلایای طبیعی، مسائل سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و صنعت می‌شود[۲۷]. **۲.ریسک تقاضا:** ریسک‌هایی که در اثر تغییرات غیرقابل منتظره به‌وجود می‌آیند. علل وقوع آنها ممکن است از طریق نوسان تقاضای مشتریان، تغییر سریع در انتظارات مشتری، نوسان قیمت بازار، رقابت و یا پیش‌بینی نادرست تقاضا باشد[۲۸]. **۳.ریسک سیستم‌های اطلاعاتی:** موضوعاتی مانند امنیت سیستم اطلاعات، صحت اطلاعات، اثر شلاقی[۱۷]، شکست سیستم اطلاعاتی، ناهماهنگی اطلاعات و دسترسی نداشتن به اطلاعات، عوامل مورد توجه ریسک سیستم اطلاعاتی هستند[۲۹]. **۴.ریسک عملیاتی:** در حوزه عملیاتی برای هر شرکت با توجه به نیروی کار یا دیگر ورودی‌ها یک عدم اطمینانِ منحصربه‌فرد وجود دارد که می‌تواند بر کل زنجیره تأمین تأثیر بگذارد[۲۸]. این عدم اطمینان می‌تواند حاصل اعتصاب کارگری، کمبود مواد اولیه، تغییر کیفیت ورودی‌ها، خرابی تجهیزات و یا فقدان اپراتور باشند. **۵.ریسک تأمین‌کننده:** از آنجا که در برخی موارد تأمین‌کننده‌ها قادر به تأمین نیازهای زنجیره تأمین خود نیستند و یا به‌درستی نمی‌توانند عرضه بازار را پیش‌بینی کنند، بنابراین بخشی از ریسک زنجیره تأمین مربوط به تأمین‌کننده است[۳۰]. برخی از ریسک‌های تأمین‌کننده می‌تواند مربوط به تعداد عرضه‌کننده، کمیت و کیفیت عرضه، احتمال ورشکستگی عرضه‌کننده، زمان تحقق سفارشات مواد اولیه و یک منبع عرضه داشتن باشد. **۶.ریسک پشتیبانی:** در برخی موارد ممکن است میان اعضای زنجیره تأمین در حمل و ذخیره مواد اولیه، فرآیند تولید و فروش و ... اشتباهاتی اتفاق بیفتد[۳۰]. نتیجه این اشتباهات ریسک‌های سیستم پشتیبانی است که می‌توانند از عدم اطمینان در مورد نوسان زمان تأخیر تا دریافت سفارش، هزینه‌های توزیع، اختلال در مسیر لجستیک، حوادث، میزان و زمان حمل کالا نشأت بگیرند.

عدالت سروستانی و همکاران مدلی برای رتبه‌بندی ریسکِ پروژه‌ها به روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف همراه با تحلیل بازه‌ای ارائه کردند. آنها از روش غیر پارامتری نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف برای برآورد ریسک‌ها به شکل بازه‌ای با توجه به مفهوم فاصله اطمینان و نظرات متخصصان استفاده کرده و سپس با استفاده از روش تحلیل بازه‌ای به ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه‌های بزرگ پرداختند[۳۱]. همچنین آنها به مقایسه رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسکِ زنجیره تأمین به روش الکترا I فازی و روش نمونه‌گیری جک‌نایف همراه با تحلیل بازه‌ای پرداختند. آنها نشان دادند که روش نمونه‌گیری مجدد جک‌نایف همراه با تحلیل بازه‌ای رتبه‌بندی دقیق‌تری نسبت به روش الکترا I فازی ارائه می‌دهد و ریسک عامل محیط بیرونی دارای بیشترین اهمیت و ریسک عاملِ پشتیبانی دارای کمترین اهمیت است[۳۲]. جینگ[۱۸] و همکاران یک الگوریتم ترکیبی برای برنامه‌ریزی چند پروژه با فرآیند مونتاژِ ETO ارائه کردند. آنها با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاریِ جستجوی ممنوعه (TS) و بهینه‌سازی ذرات (PSO) به بهینه‌سازی تخصیصِ منابع در تولید به روشِ ETO پرداختند و عدم تخصیصِ بهینه‌ی منابع را یک ریسک معرفی کردند[۳۳]. دالاسگا[۱۹] و همکاران به پایداری زنجیره تأمین شرکت‌های ETO از طریق هماهنگ‌سازیِ عرضه و تقاضا پرداختند. آنها بیان کردند که در صنعتِ ETO هر محصول منحصربه‌فرد است و هزینه‌های تاخیر و ناکارآمدی منابع زمانی رخ می‌دهد که مقدار یا کیفیتِ مواد مورد نیاز برای ساختِ محصول در محل موجود نیست و این می‌تواند یک ریسک در تولید به روشِ ETO باشد[۳۴]. استرندهاگن[۲۰] و همکاران اصول تولید ناب را برای کاهش زمان تولید به روش مهندسی طبق سفارش(ETO) بررسی کردند. آنها با استفاده از رویکرد نقشه‌برداری از جریان ارزش[۲۱](VSM) به بهبود فرآیندهای کسب‌وکار و مقابله با ریسکِ افزایش زمان تولید به روشِ ETO پرداختند[۳۵]. گوسلینگ و همکاران با توجه به پروژه‌های ساختمانی از نوع مهندسی طبق سفارش(ETO) به ریسک‌های زیر در ساختار ETO اشاره کردند[۱۹]: الف.فقدان اصول نظری و تحقیقات ریاضی ب.فقدان برنامه‌های کاربردی و ناآگاهی در رابطه با کاربرد اصول نظری د.انتخاب نامناسب اجزا یا شرکای تأمین ج.رد آزمایش‌های مربوط به مواد، اصول و برنامه‌ها در شرایط خاص ه.عدم تطابق بین طراحی‌های انجام شده و یا کدها و استانداردهای از قبل تعریف‌شده در هنگام اجرای پروژه.

مانتسلگ[۲۲] به ارزیابی ریسک و سود در تولید و مهندسیِ مشتری محور پرداخت. وی ریسک‌های وابسته به سفارش مشتری را در تولید مهندسی طبق سفارش (ETO) به شرح زیر به سه دسته تقسیم‌بندی کرد[۳۶]: الف) ریسک **کیفیت یا فنی:** به‌عنوان رخدادی که محصول (یا یک قطعه از محصول) از لحاظ فنی قادر به تولید نباشد، تعریف می‌شود. این ریسک منجر به موقعیتی می‌شود که ساعت‌های مورد نیاز برای طراحی جزئیات و مهندسی محصول در مرحله سفارش به‌طور قابل توجهی بیشتر از برآورد اولیه در مرحله پیشنهاد و مظنه‌گویی باشد. گوسلینگ و همکاران وجود ریسک در دسته‌ی پژوهش و تحقیق (که می‌توان آن را جزو موارد فنی به حساب آورد) را به شرح: الف- عدم قطعیت در رابطه با موجود بودنِ راه حل، اصول نظری و دانش

www.SID.ir

Archive of SID

اولیه ب- عدم قطعیت در رابطه با کاربرد و عملکرد اصول نظری و دانش اولیه ج- عدم قطعیت در رابطه با موفقیت در آزمایشِ مواد و موفقیت در آزمایش‌های فنی بیان کردند[۲۴]. ب) ریسک **زمان**: اتفاقی است که زمان عملکرد مورد نیاز برای مهندسی و تولید محصول طولانی‌تر از زمان برآوردشده در مرحله پیشنهاد و مظنه‌گویی باشد. نتیجه وقوع این ریسک تحویل نشدن سفارش مشتری در زمان مورد توافق به مشتری است. ریسک زمانی ممکن است به دلیل وجود ریسک فنی به‌وجود آید؛ اما وقوع این ریسک می‌تواند به دلیل وجود فاکتورهای دیگری هم باشد. ج) ریسک **مالی**: به‌عنوان رخدادی که در آن هزینه تولید و مهندسی محصول از برآورد اولیه در مرحله پیشنهاد و مظنه‌گویی بیشتر شود، تعریف می‌شود. گرچه وقوع این ریسک می تواند به دلیل وقوع ریسک‌های فنی و یا زمانی باشد، اما سایز فاکتور نیز می‌تواند دلیلی برای وقوع این ریسک باشد. گالیبریس[۲۳] سه فاکتور عدم قطعیت را که می‌تواند بر موقعیت و پیچیدگیِ مهندسی طبق سفارش(ETO) تأثیرگذار باشد، شامل عدم قطعیت مربوط به تولید(تولید یک محصول ویـژه)، عدم قطعیت مربوط به تقاضای آینده و عدم قطعیت مربوط به فرآیند، بیان کرد[۳۷]. گوسلینگ و همکاران چارچوب عدم قطعیت‌های زنجیره تأمین را با توجه به محدوده عدم قطعیت‌ها در پنج منبع شامل: فرآیند، عرضه (تأمین) تقاضا، کنترل و منبع خارجی طبقه‌بندی کردند. آنها اظهار کردند که عدم قطعیتِ فرآیند به‌طور معمول شامل: ضایعات، دوباره‌کاری و صف برای اضافه‌کاری منابع است. عدم قطعیت عرضه(تأمین) از ضعف تواناییِ تأمین‌کنندگان شامل خدمات، محصولات و مصنوعات مختلف تأمین‌شده به‌وسیله فروشندگان نتیجه می‌شود. طول و بی‌ثباتی زمانِ تحویلِ سفارش مثالی از این طبقه است. عدم قطعیت تقاضا مربوط به مشتری‌های خاص شامل تنوع برنامه‌ی سفارش و عدم شفافیت جریان اطلاعات و مشخصات پروژه است. آنها همچنین اظهار داشتند که عدم قطعیت کنترل شامل مواردی مانند تصمیم‌گیری پراکنده، عدم شناسایی و صلاحیت تیم پروژه و ... هستند[۳۸]. گوسلینگ و همکاران علاوه بر چهار منبعِ عدم قطعیت مذکور برای پروژه‌های ETO به منابع خارجی عدم قطعیت شامل ویژگی‌های زمین‌شناسی، آب‌وهوای بد و شرایط اقتصادی بازار اشاره کردند و بیان کردند که منابع عدم قطعیت به هم وابسته هستند[۳۸].

هدف از این مقاله شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسکِ زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش در مواقعی که اطلاعات جامع در رابطه با ریسک‌ها (به دلیل کمبود اطلاعات، نیروی متخصص و یا محدودیت زمانی) وجود ندارد، است و در این راستا از روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف[۲۴] همراه با تحلیل بازه‌ای با توجه به مفهوم فاصله‌ی اطمینان به‌جای به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شده است. در ادامه ابتدا در بخش روش‌شناسی پژوهش، روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف همراه با تحلیل بازه‌ای در سه مرحله شاملِ جمع‌آوری اطلاعات ریسک، روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف و تحلیل بازه‌ای شرح داده شده است. سپس کاربرد روش پیشنهادی برای رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسکِ زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش، به همراه نتایج رتبه‌بندی و تجزیه و تحلیل آنها ارائه شده است.

روش‌شناسی پژوهش

روش جک‌نایفِ غیر پارامتری از روش‌های نمونه‌گیریِ مجدد است که با استفاده از تعدادی مشاهده به‌عنوان نمونه اصلی، روش مناسبی است برای تخمین واریانس جامعه و محاسبه فاصله اطمینان در مواقعی که اطلاعات زیادی در رابطه با جامعه موجود نیست[۳۹]. در این مقاله طی سه مرحله شناسایی، ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌ها صورت می‌گیرد. در مرحله اول داده‌های ریسک جمع‌آوری می‌شوند. شناسایی و جمع‌آوری ریسک‌ها می‌تواند با استفاده از روش‌هایی مثل مصاحبه، پرسش‌نامه، طوفان فکری و داده‌های تاریخی انجام شود[۴۰,۴۱]. پس از شناسایی ریسک‌ها دو معیار ارزیابی ریسک، احتمال وقوع و شدت ضربه محاسبه می‌شوند. لازم به ذکر است که احتمال (P) تحقیق در رابطه با احتمال وقوع یک ریسک و شدت ضربه(I) بررسی اثرات بالقوه روی اهدافی مثل کیفیت، هزینه، زمان و ایمنی محیط زیست تعریف می‌شود[۴۲,۴۳]. در مرحله دوم از آنجا که تعیین مقدار دقیق ریسک مشکل و پیچیده است، با استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد جک‌نایف که از داده‌های جمع‌آوری شده به‌عنوان نمونه اصلی استفاده می‌کند، فاصله اطمینان را به شرح زیر محاسبه می‌کنیم:

۱. تعیین مشاهدات و داده‌های ریسک جمع‌آوری شده و در نظر گرفتن آنها به‌عنوان نمونه اصلی.

$X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ نمونه اصلی (۱)

۲. تعیین نمونه‌های جک‌نایف (در این نمونه‌ها مشاهده iام از نمونه اصلی حذف شده) = X_{-i}

۳. محاسبه میانگین نمونه‌های جک‌نایف (نمونه‌هایی که یکی از مشاهدات از آنها حذف شده) = θ_i

۴. به‌دست آوردن برآورد میانگین($\hat{\theta}^*$) با استفاده از θ_i و از رابطه‌ی:

$$\hat{\theta}^* = \frac{1}{n}\Sigma\theta_i \qquad (۲)$$

۵. محاسبه انحراف معیارِ میانگین‌های نمونه‌های جک‌نایف با استفاده از رابطه‌ی ۳:

$$S^* = \sqrt{\frac{1}{n-1}\Sigma\left(\theta i - \hat{\theta}^*\right)} \qquad (۳)$$

۶ . به‌دست آوردن بازه‌ی اطمینان با استفاده از رابطه‌ی:

$$\hat{\theta}^* \pm t_{\alpha/2}\cdot\frac{S^*}{\sqrt{n}} \qquad (۴)$$

که در آن α ضریب اطمینان و t با (n-1) درجـه‌ی آزادی است[۳۹].

مرحله سوم خود به دو مرحله تقسیم می‌شود. در مرحله‌ی ۳-۱ امتیاز بازه ریسک[۲۵](IRS) با توجه به معیارهای احتمال(P)

www.SID.ir

Archive of SID

و شدت ضربه(I) با استفاده از رابطه‌ی (۵) به شرح زیر محاسبه می‌شود[۴۶]:

$$P\times I=[p^L,p^U]\times[i^L,i^U]=[\min(p^Li^L;p^Li^U;p^Ui^L;p^Ui^U), \max(p^Li^L;p^Li^U;p^Ui^L;p^Ui^U)] \quad (۵)$$

که در آن L حد پایین و U حد بالای بازه هستند.

در مرحله ۳-۲ رتبه‌بندی نهایی ریسک انجام می‌شود. بدین منظور به مقایسه‌ی امتیازات بازه‌ی ریسک می پردازیم. برای مثال فرض کنید[۴۵]:

$IRS_1=[rs_1^L,rs_1^U]$ و $IRS_2=[rs_2^L,rs_2^U]$ دو امتیاز بازه ریسک(IRS) هستند که ما می خواهیم مینیمم IRS بین آنها را انتخاب کنیم. این دو IRS می تواند چهار وضعیت به شرح زیر داشته باشد[۴۵]:

۱. اگر امتیازات بازه‌های ریسک(IRSs) تقاطع نداشته باشند، مینیمم IRS آن بازه‌ای است که مقادیرش پایین‌تر است. به عبارت دیگر، اگر $rs_1^U \le rs_2^L$ ما IRS_1 را به‌عنوان مینیمم IRS انتخاب می‌کنیم.

۲. اگر دو IRS ها مشابه هستند، هر دوی آنها برای ما اولویت برابری دارند.

۳. در مواقعی که $rs_1^L \le rs_2^L < rs_2^U \le rs_1^U$ مینیمم IRS به این شرح زیر انتخاب می‌شود:

اگر $\gamma(rs_2^L-rs_1^L)\ge(1-\gamma)(rs_1^U-rs_2^U)$ آنگاه IRS_1 مینیمم ماست و در غیر این صورت IRS_2 برابر با مینیمِ IRS است.

۴.در مواقعی که $rs_1^L<rs_2^L<rs_1^U<rs_2^U$ اگر $\gamma(rs_2^L-rs_1^L)\ge(1-\gamma)(rs_2^U-rs_1^U)$ سپس IRS_2 مینیمم IRS است و در غیر این صورت مینیمم IRS_1 خواهد بود.

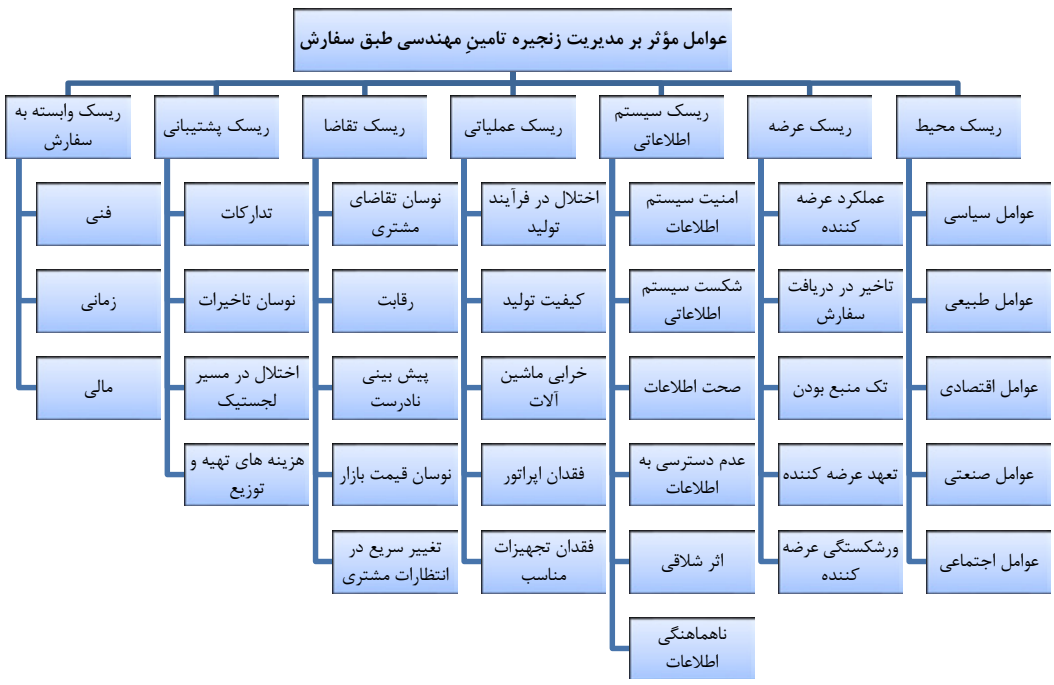
در اینجا γ سطح خوش‌بینی متخصص یا تصمیم‌گیرنده را مشخص می‌کند و مقدار آن $0<\gamma\le1$ است.

۳.کاربرد روش پیشنهادی برای رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش

دراین بخش به کاربرد روشِ شرح داده‌شده برای ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک در زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش پرداخته شده است.

جمع‌آوری اطلاعات در رابطه با ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش

در این قسمت با درنظرگرفتن پیشینه پژوهش (داده‌های تاریخی)، ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش شناسایی شده و با تایید متخصصین ساختار شکست مناسب ارائه شده است. با توجه به نوع ساختارِ زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش(ETO) که وابسته به سفارش مشتری است و از آنجا که زنجیره تأمین ETO خود یک نوع از انواعِ ساختار زنجیره تأمین است، علاوه بر وجودِ ریسک‌ها، عدم قطعیت‌ها و عوامل اثرگذار بر مدیریت زنجیره‌ی تأمین، این نوع ساختار شاملِ ریسک‌های وابسته به سفارش هم است[۳۶]. با بررسی مطالعات گذشته در حوزه شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین و زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش(ETO) ساختار شکست ابتدایی تهیه و برای تایید نزد متخصصان فرستاده شد. در نهایت ساختار شکست نشان داده شده در تصویر ۱ با در نظر گرفتن تحقیقات گذشته و بررسی ۲۶ مقاله پس از پایشِ بیش از ۷۴ مقاله، با تایید متخصصان به‌عنوان ساختار شکست ریسک در زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش(ETO) ارائه شده است.



تصویر۱: ساختار شکست ریسک برای مدیریت ریسک زنجیره تأمین ETO

www.SID.ir

Archive of SID

برای سهولت در محاسبات ریسک‌های شناسایی‌شده در زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش به شرحی که در جدول۱ نشان داده شده، نام‌گذاری شده‌اند.

با توجه به کمبود نیروی متخصص در زمینه‌ی ریسکِ زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش در کشور ایران و همچنین استفاده از زنجیره‌های تأمین مهندسی طبق سفارش در پروژه‌ها و محصولات نظامی (به‌طور معمول کار طراحی تا تحویل یک محصول نظامی به دلیل مسائل امنیتی در یک زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش در مراکز نظامی انجام می‌شود)، نظرسنجی از چهار متخصص یا تصمیم‌گیرنده (DM)[۲۶] در زمینه‌ی ریسکِ زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش با سابقه حضور در مراکز و پروژه های نظامی و غیرنظامی، برای ارزیابی معیارهای ریسک (احتمال وقوع (P) و شدت ضربه (I)) انجام و در جدول۴ نشان داده شده است. بدین منظور جهت تعیین احتمال و شدت ضربه هر یک از ریسک‌های شناسایی‌شده فرم نظرسنجی طراحی شده و ریسک‌ها به صورت به‌هم‌ریخته(تصادفی) و خارج از شکل ساختار شکست رسم‌شده مورد نظرسنجی واقع شده‌اند. از آنجا که این داده‌ها شاملِ اصطلاحاتِ زبانی هستند، ابتدا اصطلاحاتِ زبانی به‌وسیله نسبتِ تبدیل در جداول (۲) و (۳) به مقادیر عددی تبدیل می‌شوند.

نظرات متخصصان در رابطه با احتمال وقوع و شدت ضربه هر یک از ریسک‌ها به شرح جدول ۴ است.

جدول۵ تبدیل شده‌ی اصطلاحات زبانیِ موجود در جدول(۴) را با استفاده از جداول ۲ و۳ نشان می‌دهد.

جدول۱: شرح ریسک‌های مؤثر بر مدیریت ریسک در زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش

شرح	ریسک	شرح	ریسک	شرح	ریسک
تعهد عرضه‌کننده	$R_{۲۳}$	اختلال در مسیر لجستیک	$R_{۱۲}$	عوامل سیاسی	$R_{۱}$
دسترسی نداشتن به اطلاعات	$R_{۲۴}$	فنی	$R_{۱۳}$	عملکرد عرضه‌کننده	$R_{۲}$
فقدان اپراتور	$R_{۲۵}$	عوامل طبیعی	$R_{۱۴}$	امنیت سیستم اطلاعات	$R_{۳}$
نوسان قیمت بازار	$R_{۲۶}$	تاخیر در دریافت سفارش	$R_{۱۵}$	اختلال در فرآیند تولید	$R_{۴}$
هزینه‌های تهیه و توزیع	$R_{۲۷}$	شکست سیستم اطلاعاتی	$R_{۱۶}$	نوسان تقاضای مشتری	$R_{۵}$
عوامل اجتماعی	$R_{۲۸}$	زمانی	$R_{۱۷}$	تدارکات	$R_{۶}$
ورشکستگی عرضه‌کننده	$R_{۲۹}$	کیفیت تولید	$R_{۱۸}$	عوامل اقتصادی	$R_{۷}$
اثر شلاقی	$R_{۳۰}$	رقابت	$R_{۱۹}$	تک منبع بودن	$R_{۸}$
فقدان تجهیزات مناسب	$R_{۳۱}$	مالی	$R_{۲۰}$	صحت اطلاعات	$R_{۹}$
تغییر سریع در انتظارات مشتری	$R_{۳۲}$	نوسان تاخیرات	$R_{۲۱}$	خرابی ماشین آلات	$R_{۱۰}$
ناهماهنگی اطلاعات	$R_{۳۳}$	عوامل صنعتی	$R_{۲۲}$	پیش‌بینی نادرست	$R_{۱۱}$

جدول۲: توصیف درجه‌ی احتمال[۴۳]

مقادیر	شرح	درصد احتمال
۰/۰۵	ممکن، اما خیلی بعید	خیلی کم (VL)
۰/۱۵	ممکن، اما بعید	کم (L)
۰/۳	ممکن، اما کمی بعید	کمی کم (SL)
۰/۵	ممکن و محتمل	متوسط (M)
۰/۷	محتمل	کمی زیاد (SH)
۰/۹	احتمال بالا	زیاد (H)
۰/۹۵	احتمال خیلی بالا	خیلی زیاد (VH)

جدول۳: توصیف درجه‌ی شدت ضربه[۴۳]

مقادیر	شرح	درصد شدت ضربه
۰/۱	اثر خیلی کم روی اهداف دارد	خیلی کم (VL)
۰/۳	اثر کمی روی اهداف دارد	کم (L)
۰/۵	روی اهداف اثر دارد	متوسط (M)
۰/۷	اثر قابل توجهی روی اهداف دارد	زیاد (H)
۰/۹	اثر غیرقابل قبولی روی اهداف دارد	خیلی زیاد (VH)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴: داده‌های مشاهده‌شده‌ی ریسک با استفاده از اصطلاحات زبانی

ریسک	DM_1		DM_2		DM_3		DM_4	
	P	I	P	I	P	I	P	I
R_1	M	VH	SH	H	M	H	M	VH
R_2	SL	M	VH	VH	SL	L	M	M
R_3	L	M	H	H	SH	M	SL	H
R_4	SL	VH	H	H	SH	M	M	H
R_5	VL	M	SH	M	VL	L	L	M
R_6	SL	L	L	M	L	L	VL	L
R_7	H	M	M	H	H	VH	SH	M
R_8	SH	H	M	M	M	M	M	H
R_9	SL	M	L	M	VL	H	L	M
R_{10}	M	M	M	M	M	L	SH	M
R_{11}	VL	M	L	L	VL	L	VL	L
R_{12}	L	L	VL	L	VL	VL	VL	VL
R_{13}	SH	VH	M	VH	SH	H	M	H
R_{14}	SH	M	M	H	SH	H	SH	M
R_{15}	L	VL	VL	L	L	L	VL	VL
R_{16}	M	M	SL	H	SL	H	SL	M
R_{17}	M	VL	M	L	SH	L	M	L
R_{18}	SH	M	SL	H	SH	H	M	H
R_{19}	SL	M	L	M	L	H	M	M
R_{20}	SL	M	M	M	SH	H	M	H
R_{21}	M	VL	SH	L	L	L	SL	L
R_{22}	M	H	M	H	SH	H	SH	VH
R_{23}	M	L	M	M	SH	M	SH	L
R_{24}	SH	H	SL	H	M	M	SH	M
R_{25}	SL	M	M	H	SH	M	SL	M
R_{26}	M	M	M	H	SH	H	SH	M
R_{27}	L	VL	SL	VL	VL	VL	VL	L
R_{28}	SL	H	M	VH	M	VH	SH	H
R_{29}	VL	VL	L	VL	VL	VL	VL	L
R_{30}	M	M	L	M	L	L	SL	L
R_{31}	M	H	SH	H	SL	L	M	M
R_{32}	SL	M	SL	H	L	M	SL	L
R_{33}	L	M	L	M	L	L	VL	M

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵: تبدیل داده‌های مشاهده‌شده ریسک به اعداد

ریسک	DM_1		DM_2		DM_3		DM_4	
	P	I	P	I	P	I	P	I
R_1	۰،۵	۰،۹	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۷	۰،۵	۰،۹
R_2	۰،۳	۰،۵	۰،۹۵	۰،۹	۰،۳	۰،۳	۰،۵	۰،۵
R_3	۰،۱۵	۰،۵	۰،۹	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۳	۰،۷
R_4	۰،۳	۰،۹	۰،۹	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۵	۰،۷
R_5	۰،۰۵	۰،۵	۰،۷	۰،۵	۰،۰۵	۰،۳	۰،۱۵	۰،۵
R_6	۰،۳	۰،۳	۰،۱۵	۰،۵	۰،۱۵	۰،۳	۰،۰۵	۰،۳
R_7	۰،۹	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۹	۰،۹	۰،۷	۰،۵
R_8	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۷
R_9	۰،۳	۰،۵	۰،۱۵	۰،۵	۰،۰۵	۰،۷	۰،۱۵	۰،۵
R_{10}	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۳	۰،۷	۰،۵
R_{11}	۰،۰۵	۰،۵	۰،۱۵	۰،۳	۰،۰۵	۰،۳	۰،۰۵	۰،۳
R_{12}	۰،۱۵	۰،۳	۰،۰۵	۰،۳	۰،۰۵	۰،۱	۰،۰۵	۰،۱
R_{13}	۰،۷	۰،۹	۰،۵	۰،۹	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۷
R_{14}	۰،۷	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۵
R_{15}	۰،۱۵	۰،۱	۰،۰۵	۰،۳	۰،۱۵	۰،۳	۰،۰۵	۰،۱
R_{16}	۰،۵	۰،۵	۰،۳	۰،۷	۰،۳	۰،۷	۰،۳	۰،۵
R_{17}	۰،۵	۰،۱	۰،۵	۰،۳	۰،۷	۰،۳	۰،۵	۰،۳
R_{18}	۰،۷	۰،۵	۰،۳	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۷
R_{19}	۰،۳	۰،۵	۰،۱۵	۰،۵	۰،۱۵	۰،۷	۰،۵	۰،۵
R_{20}	۰،۳	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۷
R_{21}	۰،۵	۰،۱	۰،۷	۰،۳	۰،۱۵	۰،۳	۰،۳	۰،۳
R_{22}	۰،۵	۰،۷	۰،۵	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۹
R_{23}	۰،۵	۰،۳	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۵	۰،۷	۰،۳
R_{24}	۰،۷	۰،۷	۰،۳	۰،۷	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۵
R_{25}	۰،۳	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۷	۰،۵	۰،۳	۰،۵
R_{26}	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۵
R_{27}	۰،۱۵	۰،۱	۰،۳	۰،۱	۰،۰۵	۰،۱	۰،۰۵	۰،۳
R_{28}	۰،۳	۰،۷	۰،۵	۰،۹	۰،۵	۰،۹	۰،۷	۰،۷
R_{29}	۰،۰۵	۰،۱	۰،۱۵	۰،۱	۰،۰۵	۰،۱	۰،۰۵	۰،۳
R_{30}	۰،۵	۰،۵	۰،۱۵	۰،۵	۰،۱۵	۰،۳	۰،۳	۰،۳
R_{31}	۰،۵	۰،۷	۰،۷	۰،۷	۰،۳	۰،۳	۰،۵	۰،۵
R_{32}	۰،۳	۰،۵	۰،۳	۰،۷	۰،۱۵	۰،۵	۰،۳	۰،۳
R_{33}	۰،۱۵	۰،۵	۰،۱۵	۰،۵	۰،۱۵	۰،۳	۰،۰۵	۰،۵

روش نمونه‌گیری مجددِ جک‌نایف برای تعیین فاصله‌ی اطمینانِ احتمال و شدت ضربه‌ی ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش

در این مرحله با استفاده از روش جک‌نایف(روابط(۱)و(۲) و(۳)) یک فاصله‌ی ۹۵ درصدی(α=۰/۰۵) برای معیارهای ریسک (احتمال(P) و شدت ضربه(I)) به‌دست آمده است. داده‌های به‌دست‌آمده از نظرات متخصصان در رابطه با احتمال وقوع ریسک و یا شدت ضربه آن به‌عنوان نمونه اصلی[۲۷] در نظر گرفته می‌شوند؛ سپس نمونه‌های جک‌نایف با حذف یکی از داده‌ها در هر مرتبه به‌دست آمده و میانگین این نمونه‌ها محاسبه می‌شود. با استفاده از میانگین نمونه‌های جک‌نایف و رابطه (۱) و (۲) برآورد میانگین و (*S) به‌دست می‌آیند. در پایان هم با استفاده از رابطه (۴) و با توجه به اینکه (n=4) و (t0.025 =18/3) است، بازه اطمینان محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است که n برابر با تعداد متخصصان(تصمیم‌گیرندگان) است و t نیز توزیع آماری t استیودنت است که مقدار آن با توجه به مقدار α و رابطه (۴) از جداول آماری توزیع t استیودنت قابل محاسبه است. برای مثال مراحلِ به‌دست آمدنِ فاصله اطمینانِ احتمال وقوع ریسک R_1 با استفاده از روش جک‌نایف به این شرح است که داده‌های به‌دست آمده از نظرات متخصصان در رابطه با احتمال وقوع ریسک R_1

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶: نظرات متخصصان برای احتمال وقوع ریسک R_1 (نمونه اصلی)

داده‌های مربوط به نظرات متخصصان برای احتمال وقوع R_1 (نمونه اصلی)			
DM_1	DM_2	DM_3	DM_4
۰،۵	۰،۷	۰،۵	۰،۵
میانگین و انحراف معیار نمونه اصلی			
ave.original		SD.original	
0.55		0.1	

جدول۷: نمونه‌های جک‌نایف و میانگین آنها

نمونه‌های جک‌نایف	s_4	s_3	s_2	s_1
	۰،۵	۰،۵	۰،۷	۰،۵
	۰،۵	۰،۵	۰،۵	۰،۷
	۰،۷	۰،۵	۰،۵	۰،۵
میانگین نمونه‌ها	۰،۵۶۷	۰،۵۰۰	۰،۵۶۷	۰،۵۶۷
انحراف معیار نمونه‌ها	۰،۱۱۵	۰،۰۰۰	۰،۱۱۵	۰،۱۱۵

جدول۸: بازه‌های اطمینان برای احتمال و شدت ضربه ریسک‌های زنجیره تأمین ETO

ریسک	شدت ضربه(I)		احتمال وقوع (P)		ریسک	شدت ضربه(I)		احتمال وقوع (P)		ریسک
	q_2	q_1	q_2	q_1		q_2	q_1	q_2	q_1	
R_1	۰،۸۶	۰،۷۴	۰،۶	۰،۵	R_{18}	۰،۷	۰،۶	۰،۶۵	۰،۴۵	R_{18}
R_2	۰،۶۸	۰،۴۲	۰،۶۷	۰،۳۵	R_{19}	۰،۶	۰،۵	۰،۳۶	۰،۱۹	R_{19}
R_3	۰،۶۶	۰،۵۴	۰،۷	۰،۳۳	R_{20}	۰،۶۶	۰،۵۴	۰،۵۹	۰،۴۱	R_{20}
R_4	۰،۷۹	۰،۶۱	۰،۷۴	۰،۴۶	R_{21}	۰،۳	۰،۲	۰،۵۴	۰،۲۹	R_{21}
R_5	۰،۵	۰،۴	۰،۴	۰،۰۷	R_{22}	۰،۸	۰،۷	۰،۶۶	۰،۵۴	R_{22}
R_6	۰،۴	۰،۳	۰،۲۲	۰،۱۱	R_{23}	۰،۴۶	۰،۳۴	۰،۶۶	۰،۵۴	R_{23}
R_7	۰،۷۵	۰،۵۵	۰،۸۵	۰،۶۵	R_{24}	۰،۶۶	۰،۵۴	۰،۶۵	۰،۴۵	R_{24}
R_8	۰،۶۶	۰،۵۴	۰،۶	۰،۵	R_{25}	۰،۶	۰،۵	۰،۵۵	۰،۳۵	R_{25}
R_9	۰،۶	۰،۵	۰،۲۲	۰،۱۱	R_{26}	۰،۶۶	۰،۵۴	۰،۶۶	۰،۵۴	R_{26}
R_{10}	۰،۵	۰،۴	۰،۶	۰،۵	R_{27}	۰،۲	۰،۱	۰،۲	۰،۰۷	R_{27}
R_{11}	۰،۴	۰،۳	۰،۱	۰،۰۵	R_{28}	۰،۸۶	۰،۷۴	۰،۵۹	۰،۴۱	R_{28}
R_{12}	۰،۲۶	۰،۱۴	۰،۱	۰،۰۵	R_{29}	۰،۲	۰،۱	۰،۱	۰،۰۵	R_{29}
R_{13}	۰،۸۶	۰،۷۴	۰،۶۶	۰،۵۴	R_{30}	۰،۴۶	۰،۳۴	۰،۳۶	۰،۱۹	R_{30}
R_{14}	۰،۶۶	۰،۵۴	۰،۷	۰،۶	R_{31}	۰،۶۵	۰،۴۵	۰،۵۹	۰،۴۱	R_{31}
R_{15}	۰،۲۶	۰،۱۴	۰،۱۳	۰،۰۷	R_{32}	۰،۵۹	۰،۴۱	۰،۳	۰،۲۲	R_{32}
R_{16}	۰،۶۶	۰،۵۴	۰،۴	۰،۳	R_{33}	۰،۵	۰،۴	۰،۱۵	۰،۱	R_{33}
R_{17}	۰،۳	۰،۲	۰،۶	۰،۵						

به‌عنوان نمونه اصلی در نظر گرفته می‌شود (جدول۶). در گام دوم نمونه‌های جک‌نایف با حذف یکی از داده‌ها در هر مرتبه به‌دست می‌آیند. سپس میانگین این نمونه‌ها محاسبه می‌شود (جدول۷).

حال با استفاده از میانگین نمونه‌های جک‌نایف و رابطه (۲) و (۳) برآورد میانگین و (S*) به‌ترتیب برابر با ۰/۵۵ و ۰/۰۳ به‌دست می‌آیند. در پایان نیز با استفاده از رابطه (۳) و با توجه به اینکه (n=4) و (t0.025 =18/3) است، بازه اطمینان برای احتمالِ وقوع ریسک R_1 برابر با (۰/۶ و ۰/۵) محاسبه می‌شود. به همین ترتیب می‌توان برای سایر ریسک‌ها بازه‌های اطمینان را محاسبه کرد. جدول۸ بازه‌های اطمینان محاسبه‌شده برای ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش (R_1-R_{33}) را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

که در آن q_1 حد پایینی بازه و q_2 حد بالایی بازه است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۹: بازه امتیاز ریسک برای ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش

ریسک	بازه امتیاز ریسک(IRS)		ریسک	بازه امتیاز ریسک(IRS)		ریسک	بازه امتیاز ریسک(IRS)	
	q_1	q_2		q_1	q_2		q_1	q_2
R_1	۰,۳۷۰۰	۰,۵۱۶۰	R_{12}	۰,۰۰۷۰	۰,۰۲۶۰	R_{23}	۰,۱۸۳۶	۰,۳۰۳۶
R_2	۰,۱۴۷۰	۰,۴۵۵۶	R_{13}	۰,۳۹۹۶	۰,۵۶۷۶	R_{24}	۰,۲۴۳۰	۰,۴۲۹۰
R_3	۰,۱۷۸۲	۰,۴۶۲۰	R_{14}	۰,۳۲۴۰	۰,۴۶۲۰	R_{25}	۰,۱۷۵۰	۰,۳۳۰۰
R_4	۰,۲۸۰۶	۰,۵۸۴۶	R_{15}	۰,۰۰۹۸	۰,۰۳۳۸	R_{26}	۰,۲۹۱۶	۰,۴۳۵۶
R_5	۰,۰۲۸۰	۰,۲۰۰۰	R_{16}	۰,۱۶۲۰	۰,۲۶۴۰	R_{27}	۰,۰۰۷۰	۰,۰۴۰۰
R_6	۰,۰۳۳۰	۰,۰۸۸۰	R_{17}	۰,۱۰۰۰	۰,۱۸۰۰	R_{28}	۰,۳۰۳۴	۰,۵۰۷۴
R_7	۰,۳۵۷۵	۰,۶۳۷۵	R_{18}	۰,۲۷۰۰	۰,۴۵۵۰	R_{29}	۰,۰۰۵۰	۰,۰۲۰۰
R_8	۰,۲۷۰۰	۰,۳۹۶۰	R_{19}	۰,۰۹۵۰	۰,۲۱۶۰	R_{30}	۰,۰۶۴۶	۰,۱۶۵۶
R_9	۰,۰۵۵۰	۰,۱۳۲۰	R_{20}	۰,۲۲۱۴	۰,۳۸۹۴	R_{31}	۰,۱۸۴۵	۰,۳۸۳۵
R_{10}	۰,۲۰۰۰	۰,۳۰۰۰	R_{21}	۰,۰۵۸۰	۰,۱۶۲۰	R_{32}	۰,۰۹۰۲	۰,۱۷۷۰
R_{11}	۰,۰۱۵۰	۰,۰۴۰۰	R_{22}	۰,۳۷۸۰	۰,۵۲۸۰	R_{33}	۰,۰۴۰۰	۰,۰۷۵۰

تحلیل بازه‌ای برای ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش

امتیاز بازه‌ی ریسک(IRS) برای ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش به کمک نرم‌افزار اکسل و با استفاده از رابطه(۵) به شرحی که در جدول۹ نشان داده شده، محاسبه شده‌اند.

که در آن q_1 حد پایینی بازه و q_2 حد بالایی بازه است. پس از محاسبه امتیاز بازه‌ی ریسک، جهت افزایش سرعت و دقت در رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره‌ی تأمین مهندسی طبق سفارش، گام دوم تحلیل بازه‌ای (شامل چهار حالتِ موجود در تحلیل بین دو بازه‌ی امتیاز ریسک) به زبان سی‌شارپ توسط نرم‌افزار «ویژوال استادیو» برای رسیدن به رتبه‌بندی نهایی برنامه‌نویسی شده است. لازم به ذکر است که سطح خوش‌بینی برای همه‌ی تصمیم‌گیرندگان برابر با ۰/۸ در نظر گرفته شده است($\gamma=0.8$). در نهایت ریسک‌های رنجیره‌ی تأمین مهندسی طبق سفارش به شرح زیر اولویت‌بندی شده‌اند:

$$R_{13}>R_1>R_{14}>R_7>R_{22}>R_{26}>R_{28}>R_{18}>R_8>R_{24}>R_4>R_{20}>R_{23}>R_{16}>R_{25}>R_3>R_{31}>R_{10}>R_{32}>R_{19}>R_{17}>R_2>R_{30}>R_9>R_{33}>R_{21}>R_{11}>R_{15}>R_{29}>R_{27}>R_5>R_6>R_{12}$$

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به رتبه‌بندی به‌دست آمده در قسمت قبل، ریسک‌های فنی، عوامل سیاسی و عوامل طبیعی دارای بیشترین اولویت و ریسک‌های اختلال در مسیر لجستیک، تدارکات و نوسان تقاضای مشتری به‌ترتیب دارای کمترین اولویت هستند. رتبه‌بندی به‌دست آمده در برخی موارد منطبق بر مطالعات پیشین در رابطه با ریسک‌های زنجیره تأمین است و در برخی موارد با توجه به ماهیت زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش اولویت‌بندی جدیدی را بیان می‌کند. برای ارائه یک تحلیل مناسب اگر رتبه‌بندی به دست آمده برای ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش را به‌ترتیب به سه دسته‌ی یازده‌تایی تقسیم کنیم و دسته اول را شامل ریسک‌های با اولویت بالاتر، دسته دوم را شامل ریسک‌های با اولویت متوسط و دسته سوم را ریسک‌های با اولویت پایین‌تر در نظر بگیریم، جدولی منطبق با اولویت‌ها و رتبه‌های به‌دست‌آمده به وجود می‌آید که در جدول ۱۰ نشان داده شده است.

همان‌گونه که رتبه‌بندی به‌دست‌آمده نشان می‌دهد، ریسک فنی از زیرمجموعه ریسک‌های مربوط به ریسک‌های وابسته به سفارش (با توجه به پذیرش سفارش از مرحله طراحی، در زنجیره‌های تأمین ETO و احتمالِ ناتوانی ساخت و طراحی یک قطعه از محصول و یا وجودِ عدم قطعیت در رابطه با موفقیت آزمایش‌های فنیِ محصولات) بیشترین اولویت را داراست و در دسته‌ی ریسک‌های با اولویت بالاتر قرار گرفته است. ریسک‌های سیاسی، عوامل طبیعی، عوامل اقتصادی، عوامل صنعتی(مربوط به صنعت) و عوامل اجتماعی از زیرمجموعه ریسک‌های مربوط به ریسک‌های مرتبط با محیط(محیط بیرونی) نیز در دسته‌ی ریسک‌های با اولویت بالاتر قرار گرفته‌اند. این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعات گذشته توسط شاهبندرزاده و مصلی‌نژاد[۲۶] در رابطه با اولویت‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین و همچنین مظاهری و همکاران[۲۹] مطابقت دارد و به نوعی صحت رتبه‌بندی به‌دست‌آمده را بیان می‌کند. ریسک‌های اختلال در

www.SID.ir

Archive of SID

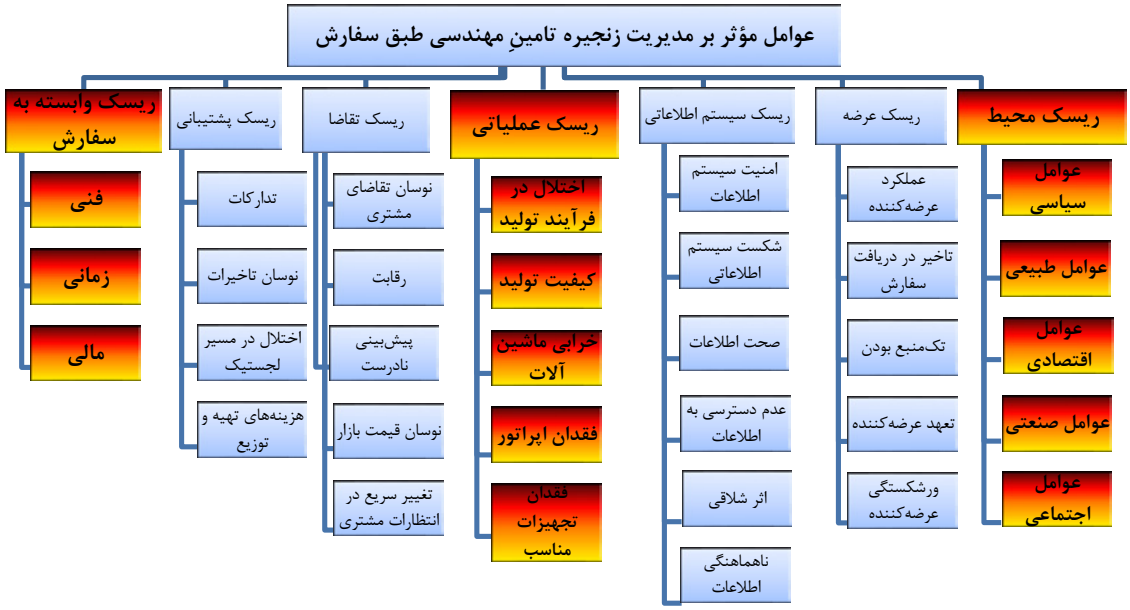
جدول۱۰: دسته‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین ETO به‌ترتیب اولویت و رتبه‌ی آنها

دسته سوم (ریسک‌های با اولویت پایین‌تر)		دسته دوم (ریسک‌های با اولویت متوسط)		دسته اول (ریسک‌های با اولویت بالاتر)	
اثر شلاقی	R_{30}	مالی	R_{20}	فنی	R_{13}
صحت اطلاعات	R_{9}	تعهد عرضه‌کننده	R_{23}	عوامل سیاسی	R_{1}
ناهماهنگی اطلاعات	R_{33}	شکست سیستم اطلاعاتی	R_{16}	عوامل طبیعی	R_{14}
نوسان تاخیرات	R_{21}	فقدان اپراتور	R_{25}	عوامل اقتصادی	R_{7}
پیش‌بینی نادرست	R_{11}	امنیت سیستم اطلاعات	R_{3}	عوامل صنعتی	R_{22}
تاخیر در دریافت سفارش	R_{15}	فقدان تجهیزات مناسب	R_{31}	نوسان قیمت بازار	R_{26}
ورشکستگی عرضه‌کننده	R_{29}	خرابی ماشین آلات	R_{10}	عوامل اجتماعی	R_{28}
هزینه‌های تهیه و توزیع	R_{27}	تغییر سریع در انتظارات مشتری	R_{32}	کیفیت تولید	R_{18}
نوسان تقاضای مشتری	R_{5}	رقابت	R_{19}	تک‌منبع بودن	R_{8}
تدارکات	R_{6}	زمانی	R_{17}	دسترسی نداشتن به اطلاعات	R_{24}
اختلال در مسیر لجستیک	R_{12}	عملکرد عرضه‌کننده	R_{2}	اختلال در فرآیند تولید	R_{4}

فرآیند تولید و کیفیت تولید از زیرمجموعه ریسک‌های مرتبط با ریسک‌های عملیاتی نیز در دسته اول(ریسک‌های با اولویت بالاتر) جای گرفته‌اند که با نتایج مطالعات پیشین در رابطه با رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین توسط شاهبندرزاده و مصلی‌نژاد[۲۶]، ابراهیم‌نژاد و همکاران[۴۷] و سوفیالیوقلو و کارتل[۲۸][۴۴] مطابقت داشته و صحت رتبه‌بندی را تاکید می‌کند. ریسکِ دسترسی نداشتن به اطلاعات در مطالعات انجام‌شده توسط شاهبندرزاده و مصلی نژاد[۲۶] و همچنین مظاهری و همکاران[۲۹] از اولویت پایینی برخوردار بوده است. این در حالی است که در رتبه‌بندی به‌دست‌آمده به روش ارائه‌شده در این مقاله ریسک دسترسی نداشتن به اطلاعات با توجه به ماهیت زنجیره تأمین ETO که در آن پذیرش سفارش از مرحله‌ی طراحی شروع می‌شود و احتمالِ دسترسی نداشتن و کمبود اطلاعات به دلیل جدید بودن محصول سفارش داده‌شده وجود دارد، در دسته اول (ریسک‌های با اولویت بالاتر) جای گرفته است. همچنین ریسک نوسانِ تقاضای مشتری از زیرمجموعه ریسک‌های مرتبط با تقاضا با توجه به ماهیت زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش(ETO) که در آن به‌طور معمول سفارش(میزان تقاضا) مشخص است، در دسته سوم(با اولویت پایین‌تر) و نزدیک به انتهای رتبه‌بندیِ ریسک‌های زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش قرار گرفته است. این در حالی است که در رتبه‌بندی‌های ارائه‌شده در رابطه با ریسک‌های زنجیره تأمین توسط شاهبندرزاده و مصلی‌نژاد[۲۶] و سوفیالیوقلو و کارتل[۴۴] ریسکِ نوسانِ تقاضای مشتری از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. همان‌گونه که رتبه‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین ETO به روش جک‌نایف همراه با تحلیل بازه‌ای نشان می‌دهد، ریسک‌هایی اختلال در مسیر لجستیک و تدارکات از زیرمجموعه ریسک‌های مرتبط با ریسک سیستم پشتیبانی در پایین‌ترین رتبه و در دسته سوم(با اولویت پایین‌تر) قرار گرفته‌اند. این نتیجه نیز بر نتایج مطالعات پیشین توسط شاهبندرزاده و مصلی‌نژاد[۲۶] و ابراهیم‌نژاد و همکاران[۴۷] منطبق بوده و بیش از پیش صحت رتبه‌بندی را بیان می‌کند. بنابر توضیحات داده‌شده، با وجود اولویت بالای ریسکِ فنی و اولویت متوسط ریسک‌های مالی و زمانی که از زیرمجموعه ریسک‌های وابسته به سفارش هستند، اهمیت بالای ریسک‌های وابسته به سفارش مشخص می‌شود. بررسی بیشتر نشان می‌دهد که به دلیل وجود اولویت بالای ریسک‌های اختلال در فرآیند تولید، کیفیت تولید و همچنین حصول اولویت متوسط توسط ریسک‌های خرابی ماشین‌آلات، فقدان تجهیزات مناسب و فقدان اپراتور (که همگی از زیرمجموعه ریسک‌های عملیاتی هستند) ریسک‌های عملیاتی نیز از اهمیت و اولویت بالایی برخوردار هستند. همچنین حصول اولویتِ بالا توسط ریسک‌های مربوط به عوامل سیاسی، طبیعی، اقتصادی، صنعتی و اجتماعی که همگی از زیرمجموعه ریسک‌های محیطی هستند، اهمیت و اولویت بالا و قابل توجه ریسک‌های محیطی را بیان می‌کنند. بنابراین ریسکِ محیط، ریسکِ وابسته به سفارش و ریسکِ عملیاتی از مهمترین و اولویت‌دارترین ریسک‌های اصلی اثرگذار بر مدیریت زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش هستند. تصویر ۲ ساختار شکست ریسک زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش(ETO) را با توجه به مهمترین و اولویت‌دارترین ریسک‌ها جهت شناساندن مسیرِ استراتژیک برای مدیریت ریسک زنجیره تأمین مهندسی طبق سفارش نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر۲: ساختار شکست ریسک زنجیره تأمین ETO با توجه به مسیر استراتژیک برای مدیریت ریسک آن

پی‌نوشت

1. Supply Chain Managment
2. Supply Chain Risk Managment
3. Engineering-To-Order
4. Sari
5. Make-To-Stock
6. Assemble-To-Order
7. Make-To-Order
8. Gosling

۹. گوسلینگ و همکاران نقطه انفصال را نقطه‌ای که سفارش وارد می‌شود(پذیرفته می‌شود) و از آن به بعد کارها مطابق با سفارش انجام می‌شود، تعریف‌کرده‌اند[۲۴].

10. Buy-To-Order
11. Make-To-Stock
12. Ship-To-Stock
13. Bertrand and Muntslag
14. Olhager
15. Abdel-Basset
16. Neutrosophic Analytical Hierarchy Process

۱۷ . تقویت تغییرپذیریِ تقاضا از پایین زنجیره به سمت بالای زنجیره را اثر شلاقی می‌نامند.

18. Jaing
19. Dallasega
20. Strandhagen
21. Value Stream Mapping
22 . Muntslag
23. Galbraith
24. Jackknife
25. Interval Risk Score
26. Decision Maker
27. Original Sample
28. Sofyalıoğlu & Kartal

مراجع

1. Xu, J., Li, B., Wu, D., 2009. Rough supply chain to application its and analysis envelopment data evaluation. International Journal Production Economics, Vol (122), pp 628–638.
2. Russell, R., Taylor, B., 2001 .Operations management (3rd ed). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
3. Sinha, P.R., Whitman, L.E., Malzahn, D., 2004. Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain. Supply Chain management: An International Journal, Vol (9). No 2, pp 154-168.
4. Tang,O., Musa, S.N., 2011. Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management, Int. J. Production Economics, Vol (123), pp 25-34.
5. Sodhi, M.S., Son, B.G., Tang, C.S., 2012. Perspectives on Supply Chain Risk Management. International Journal of Production and Operations Management, Vol (21). No 1, pp 1–13.
6. Vilko, J., 2012. Approaches to supply chain risk management: identification, analysis and control. Lappeenranta University of Technology Digipaino.
7. Tummala, R., Schoenherr, T., 2011. Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP) .Supply Chain Management: An International Journal, pp, 474-483.

www.SID.ir

Archive of SID

8. Giunipero, L., Eltantawy, R., 2004. Securing the upstream supply chain: a risk management approach. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol (34). No 9, pp 698–713.

9. Cameron, N.S., Braiden, P.M., 2004. Using business process re-engineer- ing for the development of production efficiency in companies making engineered to order products. International Journal of Production Economics 89 (3), 261–273.

10. Gosling, J., Naim, MM ., 2009. Engineer-to-order Supply Chain Management: A Literature Review and Research Agenda. International Journal of Production Economics 122(2):741–754.

11. Alderman, N., Braiden, P.M., Hills, W., Maffin, D., Thwaites, A., Vaughan, R., 1998. Business process analysis and technological change in the capital goods industry. International Journal of Computer Applications in Technology11 (6), 418–427.

12. Braiden, P.M., Alderman, N., Thwaites, A.T., 1993. Engineering design and product development and its relationship to manufacturing: A programme of case study research in British companies. International Journal of Production Economics 30–31, 265–272.

13. Rodrigues, PCC., Oliveira, OJ., 2010. Engineering-to-order Versus Make-to-stock Strategy: An Analysis at Two Printing Companies. Independent Journal of a Management & Production 1(1):1–23.

۱۴. میرغفوری. ح؛ مروتی شریف آبادی. ع؛ اسدیان اردکانی. ف؛ (۱۳۹۱). مدیریت ریسک زنجیره‌ی تأمین: مفاهیم و کاربردها. نخستین همایش ملی علوم مدیریت نوین، استان گلستان، گرگان، پنجم شهریور.

15. Sari, J.F., 1981. The MPS and the Bill of Material go hand-in-hand. Richard C. Ling, Inc.

16. Gosling, J., Naim, M., Fowler, N. and Fearne, A. 2007, "Manufacturer's preparedness for agile construction", International Journal of Agile Manufacturing, 10(2), 113-24.

17. Bertrand, J.W.M. and Muntslag, D.R., 1993. Production control in engineer-to-order firms. Int. J. Prod. Econom., 30-3 1: 3322.

18. Olhager, J., 2003. Strategic positioning of the order penetration point. International Journal of Production Economics 85 (3), 319–329.

19. Gosling, J, Hewlett, B and Naim, M., 2011. A framework for categorising engineer-to order construction projects In: Egbu, C. and Lou, E.C.W. (Eds.) Procs 27th Annual ARCOM Conference, 5-7 September 2011, Bristol, UK, Association of Researchers in Construction Management, 995-1004.

20. Manuj, I & ,Mentzer,J., 2008. Global supplychain risk management strategies .International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. 223-192.

21. Wagner, S. M., Neshat, N., 2010. Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory. International Journal Production Economics, Vol (126), pp 121–129.

22. Lavastre, O., Gunasekaran, A., Spalanzani, A., 2012. Supply chain risk management in French companies. Decision Support Systems, Vol (52), pp 828–838.

23. Xia, D., Chen, B., 2011. A comprehensive decision-making model for risk management of supply chain. Expert Systems with Applications, Vol (38), pp 4957–4966.

24. Waters, D., 2007. Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics. Kogan Page Limited.

25. Abdel-Basset, M., MaiMohamed., Gunasekaran, M., Chilamkurti, N., 2019. A framework for risk assessment, management and evaluation: Economic tool for quantifying risks in supply chain. Future Generation Computer Systems, Volume 93, PP 1076-1077.

۲۶. شاهبندرزاده. ح؛ مصلی نژاد .ل؛ (۱۳۹۱). ارائه مدل سلسله مراتبی جهت شناسایی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک در زنجیره تأمین. سومین همایش ملی مهندسی صنایع و سیستم، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب.

27. Bochao,L., 2010. Supply Chain Risk Assessment Based on AHP anD Fuzzy Comprehensive Evaluation. International Conference on Management of e-Commerce and e-Government.

28. Shashank Rao,S., & Goldsby,T.J., 2009. Supply chain risks: a review and typology, The International Journal of Logistics Management, pp.97-123.

۲۹. مظاهری. ع؛ کرباسیان. م؛ شیرویه زاد. ه؛ (۱۳۹۰). شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین در سازمان‌های تولیدی با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره. دومین کنفرانس مدیریت اجرایی. ۱و۲ تیرماه.

30. Jingwuu, C., Pengwu, Y., 2009. Research on Supply Chain and Logistics Risk Management Model, The 1s International Conference on Information Science and Engineering.

31. Edalat Sarvestani, M.R, Shahraki, M.R, Anisseh, M., 2016. Developing a new project risk ranking model by means of jackknife resampling method consider interval analysis. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, vol. 30, no. 5, pp. 2593-2600.

۳۲. عدالت سروستانی. م ر؛ شهرکی. م ر؛ (۱۳۹۴). مقایسه رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت ریسکِ زنجیره تأمین به روش الکترا فازی و روش نمونه‌گیری جک‌نایف همراه با تحلیل بازه‌ای. دوفصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران. دوره ۴ شماره هشتم صفحه ۱۰۷-۱۱۱.

33. Jaing, ch., Hu, X., Xi, J., 2019. A hybrid algorithm of product-service framework for the multi-project scheduling in ETO assembly process. Procedia CIRP 83. Volume 83, PP 298-303.

34. Dallasega, P., Rauch, E., Matt, D., 2015. Sustainability in the supply chain through synchronization of demand and supply in ETO-companies. Procedia CIRP 29. PP 215 – 220.

35. Strandhanen, Jo., Vallandingham, L., Alfnes, E., Strandhanen, Jan., 2018. Operationalizing lean principles for lead time reduction in engineer-to-order (ETO) operations: A case study. IFAC-PapersOnLine. Volume 51, Issue 11, PP 128-133.

36. Muntslag, D.R.,1994. Profit and risk evaluation in

www.SID.ir

Archive of SID

customer and manufacturing. Int. J. Production Economics 36 , 97-107.

37. Galbraith, J.R., 1973. Designing Complex Organizations, Addison-Wesley, Reading.

38. Gosling, J., Naim, M., Towill, D., 2013. Identifying and Categorizing the Sources of Uncertainty in Construction Supply Chains. JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT. 2013.139:102-110.

39. Ramachandran, K. M., & Tsokos, C. P., 2009. Mathematical statistics with applications. Amsterdam ; Boston: Academic Press.

40. Ebrahimnejad, S., Mousavi, S.M., Mojtahedi, S.M.H., 2008. A fuzzy BOT project risk evaluation model in Iranian power plant industry. In: Proc. 5th IEEE Int. Conf. on Ind. Eng. Eng. Manag. Singapore, pp. 1038–1042.

41. Mojtahedi, S.M.H., Mousavi, S.M., Makui, A., 2008. Risk identification and analysis concurrently: group decision making approach. In: Proc. 4th IEEE Int. Conf. Manag. Innov. Technol. (ICMIT), Thailand, pp. 299–304.

42. Project Management Institute., 2008. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), fourth ed. Proj Manage Inst., Newton Square, PA.

43. Mojtahedi, S.M.H., Mousavi, S.M., Makui, A., 2010. Project risk identification and assessment simultaneously using multi-attribute group decision making technique. Saf. Sci. 48 (4), 499–507.

44. Sofyalıoğlu ,Ç & ,.Kartal, B., 2012 .The selection of global supply chain risk management strategies by using fuzzy analytical hierarchy process-a case from Turkey .Procedia - Social and Behavioral Sciences, pp.1448-1457.

45. Sayadi, M.K., Heydari, M., Shahanaghi, K., 2009. Extension of VIKOR method for decision making problem with interval numbers. Appl. Math. Model. 33 (5), 2257–2262.

46. Moore, R.E., 1979. Methods and Applications of Interval Analysis. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA.

۴۷. ابراهیم نژاد. س؛ موسوی. م؛ قربانی‌کیا. آ؛ (۱۳۸۶). شناسایی و تحلیل ریسک‌های زنجیره ریسک‌های زنجیره‌ی تأمین در چهارچوب تصمیم‌گیری چند معیاره فازی. نخستین کنفرانس بین‌المللی مدیریت زنجیره تأمین و سیستم‌های اطلاعات.

www.SID.ir