فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال هفتم / شماره ۲۰ / تابستان ۱۳۹۱

رتبه بندی مخاطرات همبسته زنجیره‌های تأمین به کمک روش تصمیم‌گیری گروهی

رامین سروش
دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب
صدیق رئیسی (نویسنده مسؤول)
دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب
Email: Raissi@Azad.ac.ir
قنبر عباسپوراسفدن
استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۱ * تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۲۲

چکیده

در دنیای امروز ایجاد شبکه‌های تجاری در قالب زنجیره تأمین کارا مزیت های رقابتی مناسبی را برای شرکت ها ایجاد می کند و عملکرد بهینه آنها نیاز به شناسایی و مدیریت مؤثر مخاطرات بحرانی دارد. مخاطرات زنجیره تأمین لزوماً مستقل از یکدیگر نبوده و در یک شبکه ارتباطی طبیعتی پویا داشته و از یکدیگر تأثیر می گیرند. لذا مخاطراتی که دارای بیشترین اثر گذاری و اثر پذیری از سایر عناصر سیستم هستند می بایست در طبقه بندی‌های علت و معلولی قرار گیرند تا پایداری زنجیره های تأمین افزایش یابد. در این موارد بهره گیری از بسیاری از روش‌های مرسوم لزوماً دارای اعتبار لازم نمی باشند. این مسأله زمانی آشکارتر می شود که مخاطرات در جریان بالا دستی و پایین دستی زنجیره تأمین همزمان مورد بررسی قرار گیرند. در مقاله حاضر رویکردی برای چگونگی شناسایی مخاطرات بحرانی در زنجیره های تأمین با توجه به وجود ارتباطات علت و معلولی مخاطرات به کمک روش تصمیم گیری گروهی دیمتل[1] ارائه کرده است. مزیت روش پیشنهادی لحاظ کردن ساختار پیچیده ارتباطات بین مخاطرات در زمانی است که فقدان اطلاعات سبب می شود نقطه نظرات خبرگان فن اهمیت یابد. به منظور نشان دادن قابلیت پیاده سازی روش، نتایج اجرای یک مطالعه موردی در زنجیره تأمین محصولات نیسان شرکت پارس خودرو ارائه شده است.

کلمات کلیدی: مخاطرات بحرانی، تجزیه و تحلیل علت و معلولی، تصمیم‌گیری گروهی، دیمتل.

[1] DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)

۱- مقدمه

مدیریت زنجیره های تأمین که مجموعه جامعی از فعالیت‌های مرتبط با ملزومات اصلی تـأثیر گـذار در تولیـد محصـول یـا ارائـه خدمت می‌باشد در سنوات اخیر شدیداً مورد توجه محققین مختلف قـرار گرفتـه اسـت. امـروزه شناسـایی عوامـل مقـاوم کننـده زنجیره‌های تأمین بسیار اهمیت پیدا کرده است (Tomlin, 2006). توجه به مخاطرات و عدم قطعیت همواره موضـوع مهمـی در تحلیل زنجیره های تأمین بوده است. در تحقیقات پیشین بسیاری از مخاطرات معمولاً خود را در حضور عدم قطعیـت موجـود در تقاضا، ظرفیت، پیش زمان تحویل، چگونگی زمان بندی تولید و هزینه ها خود را نمایان ساخته است (Tang, 2006).

سازمانهای تجاری همواره در معرض خطر شکست تأمین کنندگان در تحویل کالا با توجه به معیارهای کمیت، کیفیـت و قیمـت بوده اند. از آنجا که نتایج و اثرات این‌گونه شکست‌ها در زنجیره تأمین می‌تواند هزینه زا و منجر به تـأخیر قابـل توجـه در زمـان تحویل به مشتری شود، لذا درک درست از منابع ایجاد مخاطرات، نحوه و نوع رابطه مابین مخـاطرات در کنـار نحـوه اسـتفاده از ابزارهای مناسب جهت مدیریت کارآمد، لازمه موفقیت سازمان محسوب می شود که با توجه به ماهیـت پویـا و پیچیـده سیسـتم زنجیره تأمین می‌تواند یک وظیفه چالش برانگیز باشد.

فرایند مدیریت مخاطرات عموماً تحت مراحل شناسایی، ارزیابی و پیش بینی تمهیدات لازم برای مقابله با مخاطرات مطرح می شود. مشخصه مهم مدیریت مخاطرات زنجیره تأمین برخلاف سایر سیستم ها در این است که در آن تمرکز بر کل ضروری است. کاهش و کنترل آسیب پذیری هدف اصلی است که به وسیله شناسایی و مدیریت مخاطرات از طریق رویکرد هماهنگ شده میان اجزاء زنجیره بدست می‌آید (Juttner, 2003, Peck & Christopher).

بروز رخدادهایی نظیر طوفان کاترینا یا سونامی ژاپن و یا مواردی چون زیان‌های ناشی از تأمین کننده یا مشکلات کیفی که سازمان ها همه روزه با آن ها درگیر می‌باشند بر اهمیت توجه به مدیریت مخاطرات در زنجیره های تأمین افزوده است. (Henrik, 2009 & Hoenig). برخی تحقیقات به سمت کارایی در هزینه‌ها، تولید و توالی به هنگام و ایجاد زنجیره تأمین ناب دنبال شده اند. (Svensson, 2004). با توجه به نقش و اهمیتی که مخاطرات در کاهش عملکرد بهینه یک زنجیره تأمین ایفا می‌کنند، لزوم درک درست از نوع و ماهیت مخاطرات، همچنین مکان وقوع آن ها در طول زنجیره تأمین به منظور انتخاب و به کارگیری اقدام‌ها و روش‌های مدیریتی مناسب بیش از پیش احساس می‌شود. براین اساس صاحب‌نظران متعددی با توجه به ماهیت و نواحی آشکار شدن این مخاطرات، طبقه‌بندی‌های گوناگونی را پیشنهاد داده‌اند (Wagner, 2007). تریلوین و شوهارت نیز طبقه‌بندی مخاطرات را براساس ۵ گروه اختلال، قیمت، انبارداری و زمان‌بندی، تکنولوژی و کیفیت انجام داده اند (Treleven, 1988 & Schweikhart). یک نوع دیگر مخاطرات زنجیره تأمین را دو گروه کمی و کیفی طبقه بندی کرد (Svensson, 2000) است. برخی دیگر توجهات آکادمیک در این خصوص را معطوف به مخاطرات مرتبط با پشتیبانی و تأثیر آن بر تحویل به موقع کالا می‌دانند (Spekman, 2004 & Davis).

(Zeng, 2005 & Berger) طبقه‌بندی مخاطرات را بر اساس محدودیت‌های ظرفیت، عدم تطابق‌های تکنولوژیکی، اختلال-های تأمین، نوسانات نرخ ارز و فاجعه‌های طبیعی تقسیم کرده است. (Chopra, 2004 & Sodhi) نیز طبقه بندی مخاطرات را براساس انواع اختلال، تأخیر، سیستم، نوع پیشبینی، دارایی ذهنی، تدارکات، دریافتنی‌ها، انبارداری و ظرفیت دنبال کرده اند. اثر شلاقی[۲] نیز یک مخاطره بسیار معروف در زنجیره های تأمین محسوب می شود که اشاره به تشدید موجودی انبار هنگام حرکت به سمت بالا در زنجیره ارزش را دارد و سبب تحریف اطلاعات می شود. (Lee, 1997, Padmanabhan & Whang).

پیامدهای اختلال زنجیره تأمین می تواند به زیان اقتصادی، ایجاد تصویر منفی از شرکت همچنین زیان در مقدار تقاضا منجر شود (Juttner, 2003, Peck & Christopher). (Hendricks, 2005 & Singhal) نشان می‌دهد که چگونه اعلام رسانه‌ای اختلال‌های زنجیره تأمین بر قیمت سهام و ارزش سهامدار تأثیر می‌گذارد. با توجه به پیامدهای این مخاطرات بر عملکرد زنجیره تأمین، صاحب نظران متعددی، چارچوب‌ها، الگوها و ابزارهای گوناگونی را جهت ارتقای توانمندی‌های سازمانی در زمینه مدیریت مخاطرات زنجیره تأمین به طور اخص در زمینه رتبه‌بندی مخاطرات به منظور شناسایی مهم‌ترین آنها پیشنهاد

[2] Bullwhip effect

داده‌اند. فرایند ارزیابی مخاطرات زنجیره ی تأمین در زمینه منبع یابی نیز مورد توجه برخی دیگر از محققین قرار گرفته است (Schoenherr, 2008, Raotummala & Harrison). آنها ۱۷ عامل مخاطره را در ارتباط با ۴ گزینه بررسی کردند سپس روش تحلیل سلسله مراتبی[۳] را جهت ارزیابی اهمیت هر یک از عوامل مخاطرات به منظور تعیین مناسب‌ترین گزینه به کار گرفتند. (Hallikas, 2002, Virolainen & Tuominen) در مقاله خود دو گونه رویکرد را جهت تجزیه و تحلیل مخاطرات در صنایع الکتریکی و فلزی معرفی می‌کنند. رویکرد اول وجود روابط علت و معلولی مابین مخاطرات در شبکه‌های تأمین را مورد توجه قرار داده است که منجر به درک عمیق‌تر از ماهیت مخاطرات و به دست آوردن تصویر مناسب از عوامل علی آن‌ها در محیط پیچیده زنجیره تأمین خواهد شد. رویکرد دوم نیز ساده سازی ارزیابی مخاطره‌ها در قالب یک مدل مفهومی بر مبنای احتمال وقوع و شدت مخاطره است که باعث تسهیل در فرایند رتبه‌بندی و رفع ابهام از آن می‌شود (Steel, 1996 & Court). توجه خود را بر مدیریت آسیب پذیری، با تکیه بر رویه تجزیه و تحلیل مخاطرات زنجیره تأمین مبتنی بر عناصر احتمال وقوع، پیامدها و مدت زمان وقوع مخاطره قرار دادند. عدد حاصل از حاصل‌ضرب سه عامل مذکور را معیار مناسبی برای رتبه‌بندی معرفی کردند. (Moeinzadeh, 2010 & Hajifathaliha) نیز ارزیابی مخاطرات زنجیره تأمین را به عنوان یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره لحاظ کردند. آنها در ابتدا با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی و براساس ادراک ذهنی خبرگان به ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل پرداختند و با به کارگیری روش تصمیم‌گیری ویکور[۴] رتبه‌بندی اعضای زنجیره تأمین را دنبال کردند. اکثر روش‌های موجود مبتنی بر این فرض است که روابط مابین عوامل مخاطره به شکل ساده سلسله مراتبی و خطی باشد و تعامل مابین عوامل ناچیز و قابل صرفنظر کردن باشد. معین زاده در مقاله خود با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای سعی کرد که این نقص را برطرف و روابط درونی مخاطرات را بررسی کند اما توجه شود که این ارتباطات در قالب ترجیحات تصمیم گیرنده و اهمیت یک مخاطره نسبت به یک مخاطره دیگر بیان شده است و شدت اثرگذاری و میزان نفوذ این مخاطرات بر یکدیگر مورد توجه نبوده است که همین امر باعث کاهش صحت در اندازه‌گیری و ارزیابی مخاطرات خواهد شد.

استفاده از شبیه سازی مبتنی بر شبکه پتری نت در کنار روش تحلیل بالقوه حالات خطا و آثار آن در فرآیند ارزیابی و مدیریت ریسک زنجیره های تأمین توسط (Gonca Tuncel, 2010 & Gulgun Alpan) مورد توجه قرار گرفت. آنها با اجرای یک مطالعه موردی نشان دادند که روش آنها می تواند به پیش بینی تمهیدات مناسب جهت محدود سازی مخاطرات در زنجیره تأمین و در نهایت کاهش هزینه ها کمک قابل توجه کند.

تجزیه و تحلیل مخاطرات در زنجیره های تأمین پیچیده نیازمند بررسی جامع‌تر در خصوص ماهیت آن‌ها می‌باشد. در این رابطه مدل سازی علی و معلولی به عنوان یک راه حل مناسب در توصیف سیستم‌های پیچیده می تواند مورد توجه قرار گیرد. (Hallikas, 2002, Virolainen & Tuominen) در مقاله خود بر اهمیت این موضوع تأکید کردند اما به کمی سازی شدت رابطه علت و معلولی مخاطرات نپرداختند. لذا در این مطالعه سعی شده است علاوه بر در نظرگرفتن یافته‌های تحقیقات پیشین، با استفاده از نتایج یک روش کارا در بررسی وابستگی‌ها، بازخورد میان معیارهای ارزیابی و کمی سازی روابط میان آنها می‌باشد به شناسایی و رتبه‌بندی مخاطرات بحرانی با استناد به قضاوت خبرگان پرداخته و رویکرد جدیدی را در سیستم مدیریت مخاطره زنجیره تأمین مبتنی بر به کارگیری روش دیماتل ارائه شود. این رویکرد یک تصویر شفاف از مراحل شکل‌گیری مخاطرات را موجب می‌شود و از مدیریت پیش‌گیرانه حمایت می‌کند. هر چند به کارگیری دیماتل در انتخاب تأمین کنندگان زنجیره های تأمین توسط (Tseng, 2009, Jui & Lawrence) مورد توجه قرار گرفته است لیکن تاکنون از این روش برای مدل سازی ساختار پیچیده ارتباطات مخاطرات بر یکدیگر استفاده نشده است.

ساختار مقاله حاضر به قرار زیر تنظیم شده است. بخش اول به مرور فرایند عمومی مدیریت مخاطره، مدل‌های طبقه بندی مخاطرات در زنجیره تأمین و نتایج به دست آمده از تحقیقات پیشین در خصوص چگونگی رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته است. در

---

[3] Analytic Hierarchy Process

۴- نام یک روش تصمیم گیری چند معیاره است. این روش برگرفته از نام صربستانی VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje به معنای بهینه سازی مبتنی بر راه حل سازشی (مصالحه ای) می باشد.

بخش دوم روش دیمتل جهت به کارگیری در حوزه مدیریت مخاطره زنجیره تأمین معرفی شده است. ساختار روش پیشنهادی و چگونگی اجرای آن در بخش سوم مقاله مورد توجه قرار گرفته است. بخش انتهایی نیز جهت نمایش توانایی این روش، یک نمونه مورد کاوی در زنجیره تأمین محصولات نیسان شرکت پارس خودرو مورد بررسی قرار داده است.

۲- مواد و روش ها

بررسی راه‌کار مناسب در خصوص تحلیل، ارزیابی و رتبه‌بندی مخاطرات زنجیره های تأمین با توجه به روابط پیچیده علت و معلولی مابین آنها به منظور تبیین شدت اثر گذاری و اثر پذیری مخاطرات بر یکدیگر هدف اصلی مقاله حاضر بوده است و به این منظور از روش تصمیم گیری گروهی دیمتل مبتنی بر آراء خبرگان فن استفاده خواهد شد. این روش در اواخر سال ۱۹۷۱، عمدتاً برای بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی به وجود آمد و در آن اهداف استراتژیک و عینی به منظور دسترسی به راه حل های مناسب، مد نظر قرار گرفت. معمولاً برای کسب آراء خبرگان از مصاحبه و پرسشنامه به صورت مکرر استفاده می شود. سه نوع مختلف از سؤالات مورد استفاده در این روش عبارتند از: سؤالات مربوط به ویژگی‌ها و شاخص‌ها (یا راهکارها)، سؤالات مربوط به روابط ممکن از شاخص‌ها (یا مسائل مختلف) با مشخص کردن شدت روابط به کمک امتیازدهی و همچنین سؤالات بررسی ماهیت عناصر تشخیص داده شده است. دیمتل همچنین برای ساختاردهی به یک دنباله از اطلاعات مفروض کاربرد دارد. به طوری که شدت ارتباطات را به صورت امتیاز دهی مورد بررسی قرار داده بازخوردها توأم با اهمیت آنها را تجسس نموده و روابط انتقال ناپذیر را می‌پذیرد. قدم‌های مورد استفاده در روش دیمتل مطابق با گام‌های ارائه شده ذیل می‌باشد (اصغر پور،۱۳۸۳).

گام اول : مشخص نمودن عناصر تشکیل دهنده سیستم

گام دوم : تعیین عناصر در رئوس یک دیاگراف و روابط حاکم بر آنها

گام سوم : مشخص نمودن قانون تصمیم گیری گروهی به منظور توافق جمعی از قضاوت خبرگان

گام چهارم : تعیین شدت روابط نهایی میان عناصر

گام پنجم : نشان دادن امتیازات نهایی به صورت یک ماتریس شدت روابط مستقیم $\widehat{\mathrm{M}}$

گام ششم : ضرب هر درایه از ماتریس $\widehat{\mathrm{M}}$ در معکوس بیشترین مجموع ردیفی از آن ماتریس و به دست آوردن ماتریس روابط مستقیم نرمال شده M با استفاده از رابطه شماره ۱.

$$\alpha = \min\left[\frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^{n}|a_{ij}|}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^{n}|a_{ij}|}\right] \qquad (1)$$

($M=\alpha\times \widehat{M}$)

گام هفتم : محاسبه مجموع دنباله نامحدود از آثار مستقیم و غیر مستقیم از عناصر بر یکدیگر و به دست آوردن ماتریس شدت روابط مستقیم و غیر مستقیم X با استفاده از رابطه شماره ۲ که در آن که در آن I ماتریس یکه می‌باشد.

$$S = M + M^2 + M^3 + \cdots + M^t = \frac{M(I-M^t)}{(I-M)};\ \lim_{t\to\infty} M^t = 0 \ = \frac{M}{(I-M)} = M(I-M)^{-1} = X \qquad (2)$$

گام هشتم : به منظور تعیین نگاشت روابط شبکه از دو بردار R و D استفاده می شود که به ترتیب مجموع ردیف ها و ستون‌های ماتریس $\mathbf{X}$ می باشند که در رابطه شماره ۳ نحوه محاسبه آنها آورده شده است که هرکدام به ترتیب نشان‌دهنده مجموع ستونی و ردیفی ماتریس X می‌باشند.

$$X = x_{ij}\ ;\ i,j = 1,2,\dots,n \qquad D = \left[\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\right]_{n\times 1} \qquad R = \left[\sum_{i=1}^{n} x_{ij}\right]_{1\times n} \qquad (3)$$

مجموع i امین ردیف ماتریس X نشان دهنده مجموع تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم معیار i بر سایر معیارها است. همچنین مجموع j امین ستون آن ماتریس نشان دهنده مجموع تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم است که دیگر معیارها بر معیار j می گذارند. بعلاوه رابطه $\mathrm{i} = \mathrm{j}(\mathrm{r_i} + \mathrm{d_j})$ نشان دهنده درجه تأثیر داده شده و گرفته شده است. به طور مثال $(\mathrm{r_i} + \mathrm{d_j})$

نمایانگر میزان تأثیر اصلی فاکتور i در مسأله می باشد. اگر $(r_i - d_j)$ مثبت باشد مفهوم آن این است که فاکتورهای دیگر توسط فاکتور i تحت تأثیر قرار می‌گیرند. برعکس، هنگامی که $(r_i - d_j)$ منفی باشد دیگر فاکتورها روی فاکتور i تأثیر می‌گذارند و بدین ترتیب نگاشت روابط شبکه ساخته خواهد شد بنابر این می توان دیاگرام علی را با مؤلفه (D+R) به عنوان محور افقی و مؤلفه(D-R) به عنوان محور عمودی ترسیم کرد که پایان بخش الگوریتم دیمتل می‌باشد.

همانطوری که اشاره شد در تحقیق حاضر، از آراء ۱۷نفر از خبرگان شرکت پارس خودرو که هر کدام به نحو مؤثری در فرایند مدیریت زنجیره تأمین تأثیر گذار بودند استفاده شده است. در این تحقیق ابتدا با تکیه بر مطالعات کتابخانه ای و همچنین مصاحبه با برخی از مدیران برجسته آگاه در زنجیره تأمین، مخاطرات معمول شناسایی شدند. پس از تشریح کلیه مفاهیم مخاطرات زنجیره تأمین سؤالات با استفاده از روش مصاحبه حضوری مطرح شدند تا ذهنیت یکسانی از مفاهیم مطرح شده برای آنان به وجود آید. سپس کلیه مخاطرات شناسایی شده را که خبره مایل به اظهار نظر در رابطه با آن بود، در قالب کارت‌های موضوعی در اختیار ش قرار گرفت تا محرک مناسبی برای ذهن خبره ایجاد شود. از پاسخ دهندگان درخواست شد تا مفاهیم اشاره شده در کارت‌های مورد نظر را تغییر داده و در صورت لزوم کنار گذاشته و یا به آن مفاهیم جدید اضافه کنند به نحوی که این کارت‌ها بتوانند به بهترین شکل بازتاب بخشی از مدل ذهنی آنها در رابطه با مسأله مورد نظر باشد. در نهایت با همکاری پاسخ دهندگان نسبت به بررسی اشتراک‌های مابین مخاطرات و ادغام مخاطرات اقدام شد که ماحصل کار به شناسایی ۲۰ مخاطره عمده در زنجیره تأمین محصولات نیسان شرکت پارس خودرو شد. همچنین به منظور بررسی روابط علت و معلولی، پرسشنامه‌ای در میان خبرگان توزیع شد تا آن ها با مقایسات زوجی به بیان نظرات خود در خصوص شدت اثرگذاری مخاطرات بر یکدیگر با بهره گیری از متغیرهای کلامی بپردازند. در محاسبات نیز متغیرهای کلامی با استفاده از جدول اعداد مثلثی فازی شماره ۱ مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول شماره(۱) : متغیر های کلامی فازی

متغیر کلامی	درجه تأثیر	اعداد فازی مثلثی
بدون تأثیر	۰	(۰،۰،۰/۲۵)
تأثیر خیلی کم	۱	(۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵۰)
تأثیر کم	۲	(۰/۲۵ ،۰/۵۰ ،۰/۷۵)
تأثیر زیاد	۳	(۰/۵۰ ،۰/۷۵ ،۱)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(۰/۷۵ ،۱،۱)

در فرایند تجمیع نظریات خبرگان و به دست آوردن ماتریس نهایی شدت روابط مستقیم از روش غیر فازی کردن (Chang, 2010) استفاده شده است. این روش بر اساس تعیین دامنه بیشینه و کمینه اعداد فازی بنا نهاده شده است. مطابق با توابع عضویت، امتیاز کلی براساس میانگین وزنی محاسبه می شود. اگر در این روش $A_{ij} = (l_{ij}^n, m_{ij}^n, r_{ij}^n)$ به معنی درجه تأثیر معیار i باشد که بر معیار j اثر می گذارد و n تعداد پرسشنامه‌های فازی باشد (n=1,2,3,.....,h) مراحل زیر دنبال خواهد شد.

مرحله ۱ : نرمال سازی

$$xr_{ij}^n = (r_{ij}^n - \min l_{ij}^n)/\Delta_{\min}^{\max}$$
$$xm_{ij}^n = (m_{ij}^n - minl_{ij}^n)/\Delta_{min}^{max}$$
$$xl_{ij}^n = (l_{ij}^n - minl_{ij}^n)/\Delta_{min}^{max}$$

$$\Delta_{min}^{max} = maxr_{ij}^{n} - minl_{ij}^{n}$$

مرحله ۲ : محاسبه ارزش‌های نرمال شده سمت راست (rs) و سمت چپ (ls)

$$xrs_{ij}^{n} = xr_{ij}^{n}/(1 + xr_{ij}^{n} - xm_{ij}^{n})$$

$$xls_{ij}^{n} = xm_{ij}^{n}/(1 + xm_{ij}^{n} - xl_{ij}^{n})$$

مرحله ۳ : محاسبه ارزش‌های کلی قطعی نرمال شده

$$x_{ij}^{n} = \left[xls_{ij}^{n}(1 - xls_{ij}^{n}) + xrs_{ij}^{n} \times xrs_{ij}^{n}\right]/\left[1 - xls_{ij}^{n} + xrs_{ij}^{n}\right]$$

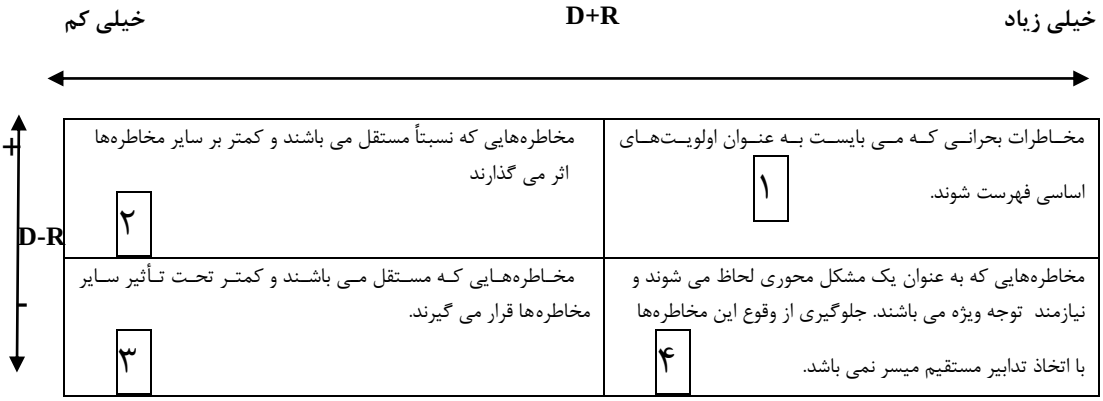
مرحله ۴ : محاسبه ارزش‌های قطعی

$$z_{ij}^{n} = minl_{ij}^{n} + x_{ij}^{n} \times \Delta_{min}^{max}$$

مرحله ۵ : ارزش‌های قطعی یکپارچه شده

$$z_{ij} = 1/h(z_{ij}^{1} + z_{ij}^{2} + \ldots + z_{ij}^{h})$$

پس از انجام محاسبات روش دیماتل و به دست آوردن مقادیر D و R، به منظور تجزیه و تحلیل دقیق‌تر از ماهیت مخاطرات در سیستم زنجیره تأمین مدل شماتیک شکل شماره ۱ طراحی شد.



شکل شماره (۱): مدل شماتیک دیاگرام علت و معلولی

۳- نتایج و بحث

شرکت پارس خودرو در سال ۱۳۳۵ با نام شرکت جنرال موتورز ایران تأسیس شد. بعد از انقلاب شکوهمند جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۵۹ نام آن شرکت خودروسازی ایران و سپس در همان سال به شرکت پارس خودرو تغییر یافت. در سال ۱۳۶۵اولین زمینه‌های همکاری مابین شرکت پارس خودرو و شرکت نیسان ژاپن آغاز شد که حاصل آن تولید خودروهای نیسان پاترول بود. بعدها تولید خودروهای ماکسیما، نیسان ماکسیما، تینا، قشقایی نیز در همکاری مشترک با طرف ژاپنی در دستور کار قرار گرفت. مطالعه موردی حاضر در زنجیره تأمین محصولات نیسان این شرکت به انجام رسیده است. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نظریات خبرگان شرکت پارس خودرو در خصوص مطالعه چگونگی روابط بین مخاطرات در زنجیره تأمین در ۵ بخش زیر دنبال شد.

۱- جمع آوری داده‌های مورد نیاز

۲- ارزیابی شدت رابطه علت و معلولی مابین مخاطرات شناسایی شده و طراحی پرسشنامه فازی

۳- اجرای محاسبات فازی

۴- تجزیه و تحلیل اهمیت معیارهای ارزیابی

۴- به دست آوردن نقشه استراتژی

براساس نظریات خبرگان، مخاطرات شناسایی شده در زنجیره تأمین نیسان شرکت پارس خودرو مطابق با جدول شماره ۲ می باشد.

جدول شماره (۲): مخاطرات شناسایی شده زنجیره تأمین نیسان

ردیف	معیار ارزیابی(نام مخاطره)	نماد
۱	انتخاب تأمین کننده نامطمئن	A1
۲	عملکرد ضعیف لجستیکی تأمین کننده	A2
۳	ورشکستگی تأمین کننده	A3
۴	مشکلات کیفی	A4
۵	رفتار فرصت طلبانه تأمین کننده	A5
۶	وابستگی به تأمین کننده	A6
۷	برون سپاری جهانی	A7
۸	تغییرات در قوانین سیاسی اقتصادی اجتماعی	A8
۹	اختلال در جریان مواد اولیه	A9
۱۰	خوابیدن خط تولید	A10
۱۱	حوادث طبیعی	A11
۱۲	تاخیر در تحویل محصول نهایی	A12
۱۳	از دست دادن مشتری	A13
۱۴	قیمت تمام شده محصول	A14
۱۵	خدشه دار شدن اعتبار برند	A15
۱۶	نوسانات پیوسته در تقاضا	A16
۱۷	عدم پیش بینی صحیح تقاضا	A17
۱۸	استفاده ناکارآمد از ظرفیت تولید	A18
۱۹	افزایش هزینه‌های انبارداری	A19
۲۰	زیان اقتصادی	A20

در اجرای محاسبات نخست ماتریس روابط مستقیم $\widehat{M}$ پس از یکپارچه کردن نظرات خبرگان با استفاده از روش غیر فازی کردن بدست آمد. سپس با استفاده از رابطه شماره ۱، ماتریس روابط مستقیم نرمال شده محاسبه شد که به ترتیب ماتریس آن ها با شماره های ۱ و ۲ در پیوست ارائه شده است. سپس مجموع دنباله نامحدود از آثار مستقیم و غیر مستقیم عناصر بر یکدیگر با کلیه بازخوردهای ممکن، براساس قوانین گراف‌ها با استفاده از معکوس ماتریس اختلاف روابط مستقیم از ماتریس یکه هم ارز یعنی $(I - M)^{-1}$ محاسبه شد. آثار غیر مستقیم با عناصر موجود در این ماتریس همگرایی دارد. مجموع دنباله نامحدود از اثرهای غیر مستقیم و مستقیم از عناصر بر یکدیگر با استفاده از رابطه۲ شماره محاسبه شد و سرانجام ماتریس شدت روابط مستقیم و غیر مستقیم محاسبه گردید که با عنوان ماتریس شماره ۳ در پیوست مقاله ارائه شده است.

سلسله مراتب یا ساختار ممکن از عناصر را براساس ماتریسX مشخص می‌کنیم. ترتیب نفوذ عناصر مفروض از یک مسأله بر دیگر عناصر و یا تحت نفوذ قرار گرفتن آنها به طور مسلم، مشخص کننده ساختار ممکن از سلسله مراتب آن عناصر در بهبود یا حل مسأله خواهد بود. بیشترین مجوع ردیفی (D) نشان دهنده ترتیب عناصری است که قویاً بر عناصر دیگر نفوذ دارند. بیشترین مجموع ستونی (R)نشان دهنده ترتیب عناصری است که تحت نفوذ واقع می‌شوند. محل واقعی هر عنصر در سلسله مراتب نهایی توسط ستون‌های (D-R) و (D+R)، مشخص می‌شود، به طوری‌که نشان دهنده درجه نقش مرکزی[۵] و درجه روابط می‌باشند. (D-R) نشان دهنده موقعیت یک عنصر (در طول محور عرض‌ها) است و این موقعیت در صورت مثبت بودن (D-R)، به طور

[۵] Degree of Central Role

قطع یک نفوذ کننده بوده و در صورت منفی بودن آن ، به طور قطع تحت نفوذ(دریافت کننده) خواهد بود. (D+R) نشان دهنده مجموع شدت یک عنصر (در طول محور طول‌ها) هم از نظر نفوذ کننده و هم از نظر تحت نفوذ واقع شدن می‌باشد. با توجه به ماتریس $M(I-M)^{-1}=X$ گروه بندی مخاطره‌های تحت نفوذ و مخاطره‌هایی که منشأ به وجود آمدن سایر مخاطره‌ها می‌باشند به قرار جداول شماره ۳ و ۴ می باشند لذا می‌توان بیان کرد که با اعمال مدیریت مؤثر بر مخاطرات اشاره شده در جدول شماره ۴ می توان احتمال وقوع مخاطره‌های معلول نشان داده شده در جدول شماره ۳ را کاهش داد تا استحکام زنجیره تأمین افزایش یابد.

جدول شماره(۳) : رتبه بندی مخاطرات براساس مقادیر D+R

عنوان مخاطره	رتبه
تأخیر در جریان مواد اولیه	۱
مشکلات کیفی	۲
قیمت تمام شده محصول	۳
خوابیدن خط تولید	۴
تاخیر در تحویل محصول نهایی	۵
استفاده ناکارآمد از ظرفیت تولید	۶
از دست دادن مشتری	۷
انتخاب تأمین کننده نامطمئن	۸
زیان اقتصادی	۹
افزایش هزینه های انبارداری	۱۰

جدول شماره(۴) : رتبه‌بندی مخاطرات براساس مقادیر D-R

عنوان مخاطره	رتبه
انتخاب تأمین کننده نامطمئن	۱
مشکلات کیفی	۲
برون سپاری جهانی	۳
ورشکستگی تأمین کننده	۴
وابستگی به تأمین کننده	۵
حوادث طبیعی	۶
عملکرد ضعیف لجستیکی تأمین کننده	۷
رفتار فرصت طلبانه تأمین کننده	۸
عدم پیش بینی صحیح تقاضا	۹
تغییرات در قوانین سیاسی اقتصادی و اجتماعی	۱۰

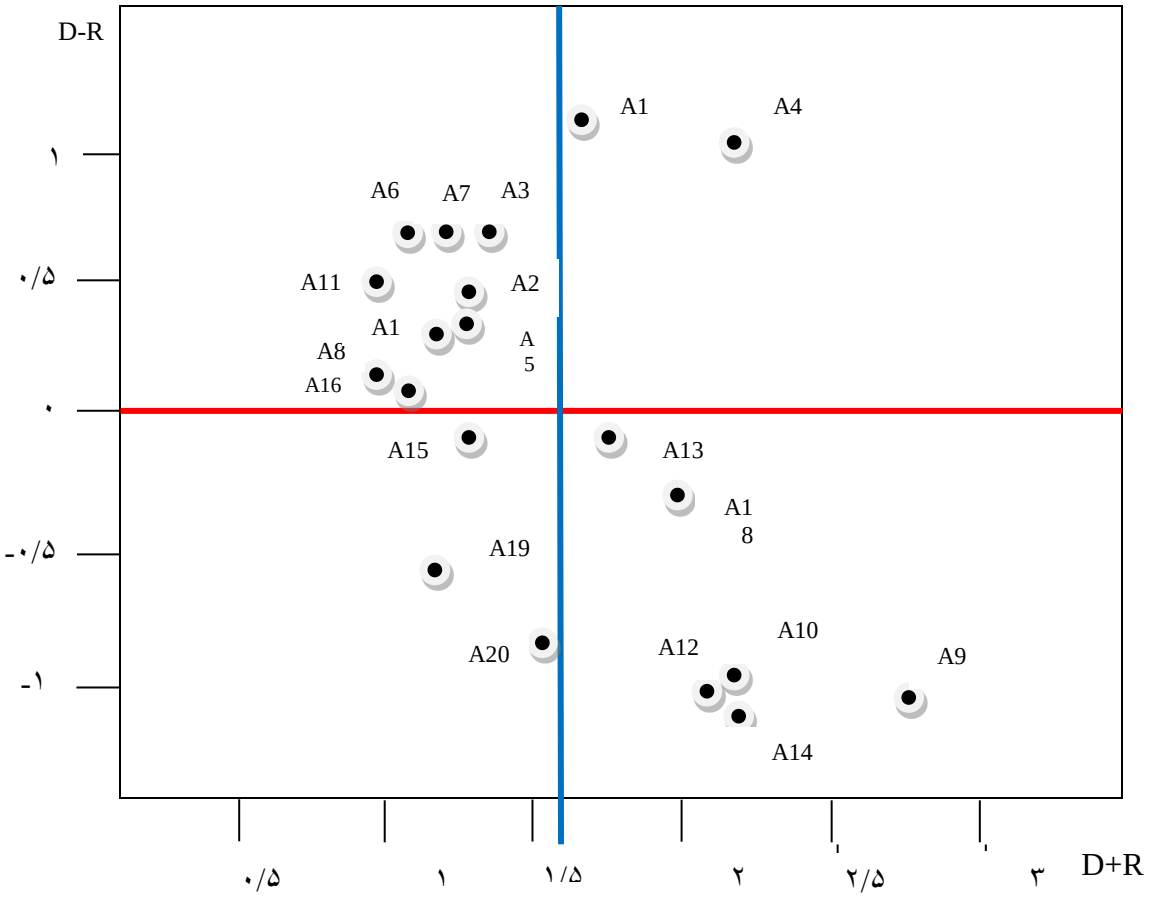
در این مطالعه به منظور به دست آوردن یک تحلیل دقیق‌تر و نتیجه گیری از نتایج DEMATEL و همچنین استفاده از موارد اشاره شده در شکل۱ ، یک ارزش آستانه را برای مقادیر D+R و D-R قائل شدیم. به منظور به دست آوردن ارزش آستانه، کلیه مقادیر D+R و D-R را با یکدیگر جمع نموده و تقسیم بر تعداد این مقادیر نمودیم که حاصل به ترتیب ۱/۵۹ و ۰ شدند. بدین ترتیب ارزش مناسبی جهت تقسیم بندی مناطق چهار گانه شکل۱ فراهم گردید که نتایج حاصل از آن و محل قرار گیری هر یک از مخاطرات شناسایی شده در ذیل دیده می‌شود. با توجه به شکل۲مشاهده می‌شود که مخاطره انتخاب تأمین کننده نامطمئن=A1 و مشکلات کیفی = A4 در ناحیه ۱ قرار گرفتند. به این معنی که این مخاطرات بالاترین درجه تأثیر متقابل را با سایر مخاطرات دارند و بیشترین نقش را در به وجود آوردن آن‌ها به عهده می‌گیرند بنابراین عوامل محرک در جلوگیری از وقوع مخاطرات پیامدی و ارتقای استحکام زنجیره تأمین می‌باشند.

مخاطرات ناحیه ۲ دارای نقش مرکزی اندک و روابط بالا می‌باشند که شامل عملکرد ضعیف لجستیکی تأمین کننده=A2 ، ورشکستگی تأمین کننده = A3، رفتار فرصت طلبانه تأمین کننده=A5، وابستگی به تأمین کننده=A6، برون سپاری جهانی=A7، تغییرات در قوانین سیاسی اقتصادی اجتماعی=A8، حوادث طبیعی=A11، نوسانات در تقاضا=A16 و عدم پیش بینی صحیح تقاضا =A17 می شوند. به علت اهمیتی کمتر از مقدار ۱/۵۹ و دارا بودن درجه روابط نزدیک به مقدار میانگین صفر، این متغیرها بر سایر متغیرها اثر می‌گذارند اما نقش کمتری را در مقایسه با مخاطرات ناحیه ۱ دارند.

مخاطرات ناحیه ۳ که شامل خدشه دار شدن اعتبار برند= A15 ، افزایش هزینه‌های انبارداری=A19 و زیان اقتصادی=A20 هستند دارای نقش مرکزی و روابط اندک می‌باشند .

مخاطرات ناحیه ۴ نقش مرکزی بالا اما روابط اندک دارند که شامل اختلال در جریان مواد اولیه=A9، خوابیدن خط تولید=A10، تأخیر در تحویل محصول نهایی=A12 ، از دست دادن مشتری=A13 ، قیمت تمام شده محصول= A14 و

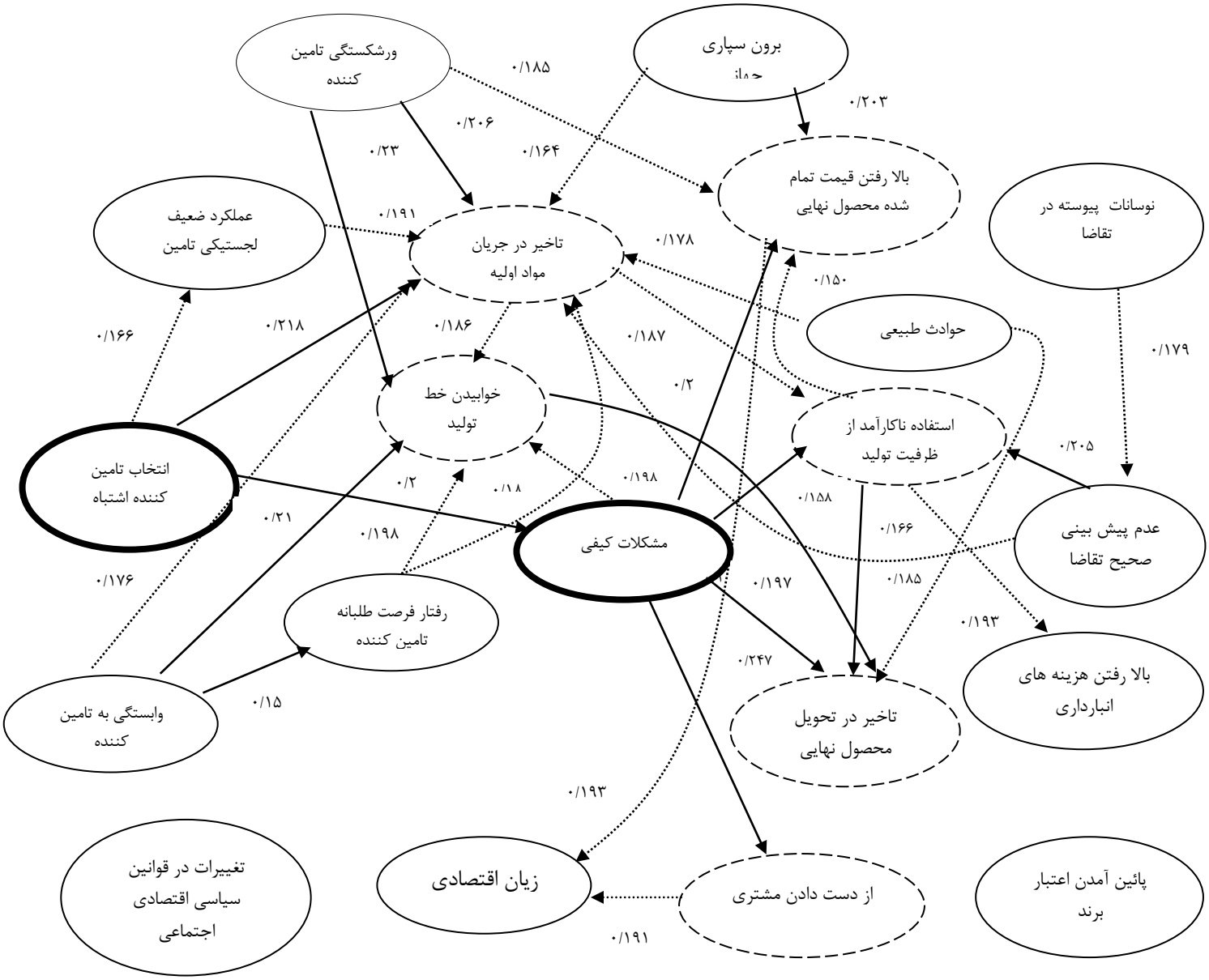
استفاده ناکارآمد از ظرفیت تولید =A18 می‌شوند. در حقیقت این مخاطرات به عنوان آیتم‌های کلیدی لحاظ شده که بـه شـدت تحت تأثیر سایر متغیرها قرار می‌گیرند. بنابراین بنا بر ماهیتشان و به علت تأثیر از سایر مخـاطرات، شـدت اثرشـان بـر عملکـرد زنجیره تشدید می‌شود. این مخاطرات از نوع پیامدی بوده و به علت آن‌که باعث اختلال‌های عمده در عملکرد زنجیره مـی‌باشـند به عنوان مخاطرات بحرانی طبقه بندی می شوند.



شکل شماره (۲) : محل قرار گیری مخاطرات در مناطق چهارگانه

در پایان با ترسیم نقشه استراتژی، الگوی شماتیک روابط درونی مخاطرات زنجیره تأمین و شـدت تـأثیر گذاریشـان بـر یکـدیگر بدست آمد. در این نقشه خطوط پهن بین متغیرx و متغیر y هنگامی کشیده می‌شود که سطح اثـر گـذاری بـین ایـن دو متغیـر بزرگتر از ۰/۲ باشد. خطوط نقطه چین نیز هنگامی کشیده می‌شوند که سـطح اثرگـذاری مـابین ۰/۱۵ و ۰/۲ باشـد و در نهایـت سطح اثر گذاری کوچکتر از ۰/۱۵ داری هیچگونه خطوط ارتباطی نمی‌باشد. متغیرهایی که بوسیله دایره پهن مشخص شـده انـد، مخاطراتی هستند که در ناحیه ۱ دیاگرام علی قرار گرفته‌اند ، عوامل کلیـدی در ارتقـای اسـتحکام زنجیـره تـأمین مـی‌باشـند و بیشترین نقش را در به وجود آمدن سایر مخاطرات در زنجیره تأمین به عهده دارند.

مخاطراتی که به وسیله دایره نقطه چین مشخص شده‌اند ، در ناحیه ۴ دیاگرام علی قرار گرفتـه‌انـد و بیشـترین تـأثیر را از سـایر عناصر درون سیستم دریافت می‌کنند و در حقیقت اثر پیامدی وقوع بسیاری از مخاطرات در شکل‌های مسـتقیم و غیـر مسـتقیم منجر به وقوع مخاطراتی با شکل دایره نقطه چین می‌شود. این موارد با توجه به میزان تأثیری که از سایر مخاطرات دریافت مـی کنند، شدتشان بر عملکرد زنجیره تشدید شده و به عنوان مخاطرات بحرانی قلمداد می‌شوند.



شکل شماره(۳) :نقشه استراتژی ریسک‌های زنجیره تامین

۳- نتایج و بحث

در سال‌های اخیر مدیریت ریسک و مخاطرات زنجیره تأمین مورد توجه صاحب نظران این حیطه قرار گرفته است. دلیل این امر رابطه متقابلی است که مابین عملکرد بهینه و پایدار زنجیره تأمین و مدیریت موُثر مخاطرات موجود در آن وجود دارد. در این راستا لزوم شناسایی و به کارگیری روش‌های نوین در شناسایی و ارزیابی مخاطره‌های زنجیره تأمین بیش از پیش احساس می‌شود.

صاحب‌نظران متعددی بر لزوم رتبه‌بندی مخاطره‌های زنجیره تأمین و مشخص نمودن مخاطرات دارای اولویت بالا جهت اتخاذ استراتژی‌های مقابله با آنها تأکید کرده‌اند اما نکته قابل ذکر این می‌باشد که هیچ یک از مطالعات پیشین مبنای رتبه‌بندی خود را بر نوع رابطه و تعامل درونی مخاطرات یک سیستم قرار نداده‌اند. روش دیمتل این توانایی را داشته که علاوه بر تبدیل رابطه ساده و خطی مابین مخاطرات به روابط دارای بازخورد، همراه با ساختار دهی و تجزیه و تحلیل اطلاعات کیفی خبرگان، به کمی‌سازی این روابط پرداخته و رتبه‌بندی مخاطرات را براساس میزان اثرگذاری و نفوذپذیری آنها ارائه دهد. روش پیشنهاد شده در این مقاله نه تنها اثرات متقابل مخاطرات و روابط علت و معلولی مابین آنها را مورد بررسی قرار داده است، بلکه تسهیل در فرایند شناسایی مخاطراتی را که علل اصلی به وجود آمدن سایر مخاطرات دیگر هستند در بر می گیرد. خروجی این روش با شناسایی مخاطره‌های اصلی و بحرانی تأثیر پذیر و تأثیر گذار و معطوف نمودن استراتژی‌ها و منابع سازمان می تواند از وقوع بسیاری از مخاطره‌ها و پیامدهای آنها جلوگیری کند و به استحکام زنجیره تأمین کمک نماید. همچنین از نتایج روش پیشنهادی می‌توان به عنوان یک سیستم تصمیم ساز برای مراحل ارزیابی و تعریف استراتژی‌های مقابله با مخاطره در ساختار زنجیره تأمین سازمان استفاده کرد.

۴- منابع

1- Chang, B., Chang, C., & Wu, C. (2010). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. Expert Systems with Applications, 38(3), 1850-1858.
2- Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. MIT Sloan Management Review, 46(1), 53-61.
3- Gonca Tuncel & Gulgun Alpan. (2010). Risk assessment and management for supply chain networks: A case study, Computers in Industry, 61 (2010) 250–259.
4- Hallikas, J., Virolainen, V. M., & Tuominen, M. (2002). Risk analysis and assessment in network environments: A dynamic case study. Int. J. Production Economics, 78 45-55.
5- Hendricks, K.B., & Singhal, V. R. (2005). An empirical analysis of the effects of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm. Production Operations Management, 14(1).
6- Henrik Thun, J. & Hoenig, D. (2009). An empirical analysis of supply chain risk management in the German Automotive industry. International Journal of Production Economics, 131 (1), 119-132.
7- Juttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003).Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. International Journal of Logistics, 6(4), 197–210.
8- Lee, H.L., & Padmanabhan, V. & Whang, S. (1997). Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. Management Science, 43(4), 546–558.
9- Moeinzadeh, & Hajifathaliha, P. (2010). A Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment. International Journal of Human and Social Sciences, 5:13 2010.

10- Opricovic, S., & Tzeng, G. (2003). Defuzzification within a multi-criteria decision model. International journal of uncertainty, fuzziness and knowledge-based system, 11(5), 635-652.
11- Schoenherr, T., Raotummala, V. M., & Harrison, T. (2008).Assessing supply chain risks with the analytic hierarchy process: Providing decision support for the offshoring decision by a US manufacturing company. Journal of Purchasing & Supply Management, 14, 100–111.
12- Spekman, R., & Davis, E. (2004). Risky business: expanding the discussion on risk and the extended enterprise. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 34(5), 414–433.
13- Steele, P.T., & Court B. H. (1996). Profitable Purchasing Strategies: A Manager's Guide for Improving Organizational Competitiveness through the Skills of Purchasing, McGraw-Hill Press, London.
14- Svensson, G. (2000). A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 30 (9), 731–749.
15- Svensson, G. (2004).Key areas, causes and contingency planning of corporate vulnerability in supply chains. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34(9), 728–748.
16- Tang, C. S. (2006a). Perspectives in supply chain risk management. International Journal of Production Economics, 103(2), 451-488.
17- Tomlin, B. T. (2006). On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks. Management Science. 52:639–657.
18- Treleven, M., & Schweikhart, S. B. (1988). A risk/benefit analysis of sourcing strategies: Single vs. multiple sourcing. Journal of Operations Management, 7(4), 93-114.
19- Tseng Ming-Lang, Jui Hsiang Chiang & Lawrence W. Lan (2009). Selection of optimal supplier in supply chain management strategy with analytic network process and choquet integral, Computers & Industrial Engineering 57 (2009) 330–340.
20- Wagner, S., & Bode, C. (2007). An empirical investigation into supply chain vulnerability. Journal of Purchasing & Supply Management, 12(5), 301–312.
21- Zeng, A. Z., & Berger, P. (2005).Managing the supply-side risks in supply chains: taxonomies, processes and examples of decision-making modeling. Applications of Supply Chain Management and Ecommerce Research. Springer, Berlin.