



کاربرد شبکه‌های بیزین برای مدیریت ریسک زنجیره تامین صنایع پلیمری

فاطمه صفدری

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و فرهنگ تهران

مرتضی رحمانی

استاد، دانشگاه علم و فرهنگ تهران

چکیده

مدیریت ریسک زنجیره تامین یک جنبه حیاتی از عملیات تجاری مدرن است. شرکت‌ها با طیف گسترده‌ای از خطرات مواجه می‌شوند که ظرفیت آن‌ها را برای ارائه محصولات و خدمات به مشتریان تهدید می‌کنند. یک رویکرد عملی به مدیریت ریسک زنجیره تامین شامل شناسایی و ارزیابی ریسک‌های شناخته شده و ناشناخته، ساختن یک چارچوب مدیریت ریسک و اجرای استراتژی‌هایی برای کاهش ریسک است. هدف پژوهش حاضر ارائه چارچوبی جامع است که بتواند با استفاده از شبکه‌های بیزین به تحلیل ریسک زنجیره تامین صنایع پلیمری با در نظر گرفتن ابعاد گوناگون پردازد و ادبیات موجود در تحلیل ریسک زنجیره تامین را توسعه و بهبود بخشد. در مدل‌سازی مدیریت ریسک زنجیره تامین صنایع پلیمری از شبکه‌های بیزین استفاده شد. چارچوب پیشنهادی در پژوهش حاضر در شرکت داروپات شرق زرنديه به عنوان مطالعه موردی ارزیابی و تحلیل حساسیت می‌شود. اطلاعات مورد نیاز به منظور مدل‌سازی از طریق شناخت کلی حوزه زنجیره تامین، انجام مشاهدات، مطالعه و به کارگیری برخی مجموعه داده‌های ثبت شده، مطالعه گزارش‌های تحلیلی موجود و مصاحبه با مدیران و کارکنان در سطوح مختلف فنی و مدیریتی استخراج شده است. پس از حل مدل توسط نرم‌افزار آجینا ریسک با داده‌های اولیه پایداری زنجیره تامین در حالت متوسط ۷۶.۲۹ درصد به دست آمد.

واژگان کلیدی: زنجیره تامین؛ مدیریت ریسک؛ بیزین



مقدمه

زنجیره تامین به عنوان نوعی شبکه تعریف می‌شود که عمدتاً در بخش‌های صنعتی برای جلب رضایت مشتریان بر اساس نیاز آن‌ها استفاده می‌شود. این چارچوب شامل تولیدکنندگان، عمده فروشان، خرده فروشان، مشتریان و تاجران می‌شود. ساختار زنجیره تامین معمولاً با تولیدکنندگان مواد اولیه آغاز و عرضه محصول نهایی توسط انواع خرده فروشی به مشتریان به اتمام می‌رسد. هر کدام از اجزای زنجیره تامین هزینه‌هایی را برای یک کسب و کار به دنبال دارد. بنابراین طبیعی است که یک زنجیره تامین بهینه، باعث کاهش اتلاف منابع و هزینه‌های اضافه می‌شود (Baryannis et al, 2018).

۱. بیان مسئله

بخش‌های صنعتی برای حفظ پایداری خود در دنیای رقابتی تجارت با مشکلات زیادی مواجه می‌شوند. این مشکلات شامل عدم قطعیت عرضه، اختلالات داخلی، عدم اطمینان داخلی و عدم اطمینان تقاضا است. افزایش رقابت تجاری نیز یکی از آسیب‌های جهانی شدن است. برخی از بخش‌های دیگر مانند بازاریابی، توزیع متمرکز و کاهش مبتنی بر تامین‌کننده ریسک قابل توجهی را در بردارند (Creazza et al, 2021).

ریسک زنجیره تامین مخاطراتی است که ممکن است در ساختارها، فعالیت‌های انسانی، اطلاعات و عملیات تولید محصول یا ارائه خدمت رخ دهد. به عنوان یک نتیجه از توسعه روزافزون روابط با تامین کنندگان، زنجیره تامین برای بسیاری از شرکت‌ها تبدیل به یک منبع ریسک فوق العاده شده است (Alora et al, 2020). زنجیره‌های تامین صنایع مملو از ریسک هستند و مدیریت این ریسک‌ها جزء جدایی ناپذیر هر صنعتی است. ادبیات مدیریت ریسک بر اهمیت استراتژیک زنجیره های تامین که در برابر اختلالات در جریان مواد و اطلاعات مقاوم هستند تاکید می‌کند. در تلاش برای ایجاد انعطاف‌پذیری، بیشتر شرکت‌ها در انواع استراتژی‌های کاهش ریسک سرمایه‌گذاری می‌کنند تا تأثیر مالی یک اختلال جدی در عملیات تجاری را محدود کنند. با این حال، این سرمایه‌گذاری‌ها ممکن است با فرض اساسی کارایی که زنجیره تامین با آن عمل می‌کند مقابله کند (Munir et al, 2020). خطرات تولید، مخاطرات ذخیره‌سازی و حمل و نقل، ریسک‌های مالی، ریسک‌های قانونی، ریسک‌های کیفی، تاخیرهای حمل و نقل، سرقت، بلایای طبیعی، مسائل مربوط به آب و هوا و جرایم سایبری برخی از خطرات مهم مرتبط با زنجیره تامین هستند (Abbasi et al, 2022).

مدیریت ریسک زنجیره تامین یک جنبه حیاتی از عملیات تجاری مدرن است. شرکت‌ها با طیف گسترده‌ای از خطرات مواجه می‌شوند که ظرفیت آن‌ها را برای ارائه محصولات و خدمات به مشتریان تهدید می‌کنند. استراتژی‌های موفقیت در مدیریت ریسک زنجیره تامین شامل تنوع بخشیدن به تامین‌کنندگان، ایجاد روابط قوی با تامین‌کنندگان، نظارت بر عملکرد تامین کننده، و سرمایه‌گذاری در فناوری برای توسعه دید و انعطاف پذیری زنجیره تامین است (Abbasi et al, 2022).

یک رویکرد عملی به مدیریت ریسک زنجیره تامین شامل شناسایی و ارزیابی ریسک‌های شناخته شده و ناشناخته، ساختن یک چارچوب مدیریت ریسک و اجرای استراتژی‌هایی برای کاهش ریسک است (kara et al, 2020).

هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل پیشرفته نیز فناوری‌های کلیدی هستند که می‌توانند به بهبود مدیریت زنجیره تامین و تصمیم‌گیری کمک کنند. فناوری برای کارشناسان مدیریت زنجیره تامین ضروری است تا جزئیات عینی و عملی را از داده‌ها استخراج کنند و بسیاری از مدیران فناوری را ابزاری برای مزیت رقابتی می‌دانند (Benzidia et al, 2021). تقاضا برای



مدیریت ریسک زنجیره تامین در دهه گذشته، به ویژه در پنج سال گذشته، به دلیل افزایش خطرات جهانی، به طور چشمگیری افزایش یافته است. مدیریت ریسک زنجیره تامین به دولت و صنعت اجازه می‌دهد تا در مقابل تهدیدات شناخته شده آماده باشند و در عین حال در برابر خطرات آتی مقاوم شوند (Choudhary et al, 2022).

اجرای ساده یک سیستم از سیاست‌ها، رویه‌ها و فعالیت‌های کاهش ریسک همیشه مؤثر نیست. ماهیت پیچیده و وابسته به هم زنجیره‌های تامین نیازمند ابزار اندازه‌گیری است که به طور مؤثر اطلاعات چند بعدی را در سطوح مختلف در ارزیابی اثربخشی استراتژی‌های کاهش ریسک جمع‌آوری کند. ادبیات مدیریت ریسک زنجیره تامین به طور قابل توجهی در حال رشد است. با این حال، ادبیات اندازه‌گیری و ارزیابی در مدیریت ریسک هنوز نوظا است. بیشتر ادبیات مدیریت ریسک فعلی، زنجیره تامین را به عنوان یک موجودیت یکپارچه در نظر می‌گیرد. در حالی که تحقیقات اخیر در هنگام مطالعه کاهش ریسک، چشم انداز وسیع‌تری از زنجیره تامین را در نظر گرفته‌اند. در نتیجه، هدف پژوهش حاضر ارائه چارچوبی جامع است که بتواند با استفاده از شبکه‌های بیزین به تحلیل ریسک زنجیره تامین صنایع پلیمری با در نظر گرفتن ابعاد گوناگون پردازد و ادبیات موجود در تحلیل ریسک زنجیره تامین را توسعه و بهبود بخشد. و در نهایت این پژوهش به دنبال یافتن پاسخ به این سوال خواهد بود که مدیریت ریسک زنجیره تامین چگونه می‌تواند به بهبود مشکلات و خطرات این حوزه کمک کند.

2. مرور ادبیات

ریسک‌های وارده به زنجیره تامین، به تناسب عامل وارد کننده ریسک، انواع مختلفی را شامل می‌شوند. یکی از ریسک‌های بالقوه در زنجیره تامین، ریسک‌های وارده از تامین‌کنندگان می‌باشد. عواملی نظیر مسائل سیاسی، نوسانات تقاضا، تغییرات تکنولوژی، ناپایداری‌های مالی و حوادث طبیعی موجب افزایش عدم قطعیت و بروز ریسک‌هایی در زنجیره تامین می‌شوند. مدیریت ریسک در زنجیره تامین وظیفه شناسایی، تحلیل، ارائه راهکارهای مناسب جهت پاسخ‌گویی، کنترل و پایش ریسک‌ها در چرخه‌های اقتصادی و تولیدی را بر عهده دارد. تمام تلاش‌های انسانی در راستای مقابله با عدم اطمینان و خطر است. این خطرات را به سه دسته طبقه‌بندی کرده‌اند: (۱) بلایای طبیعی، (۲) فعالیت‌های مخرب و (۳) شکست‌های سیستماتیک در فعالیت‌های انسان. بلایای طبیعی بسیاری از برنامه‌های ما را دچار اختلال می‌کند و آنچه که انسان ساخته را تخریب می‌کند. یک عامل اصلی جلوگیری از شکست ناشی از ریسک در زنجیره تامین انعطاف‌پذیری می‌باشد. به طور کلی انعطاف‌پذیری به این معنی است که چگونه یک زنجیره تامین مؤثر می‌تواند به سرعت و در زمان حال واقعی به نیازهای مشتریان پاسخ دهد بدون اینکه چیزی را اشتباه کند و یا فرصتی از دست برود. هر چه یک شرکت بیشتر انعطاف پذیر باشد، بیشتر می‌تواند خود را با شرایط وفق دهد و ارائه محصولات در زمان مقرر صورت گیرد. فقدان یا مدیریت ناقص ریسک در زنجیره تامین منجر به پیامدهای منفی از جمله طولانی شدن زمان بندی‌ها و تاخیرها و افزایش هزینه‌ها می‌گردد. رتبه‌بندی ریسک‌ها از ارکان اصلی مدیریت ریسک بوده و امکان ارایه پاسخ مناسب و به موقع به ریسک‌ها را فراهم می‌کند. شناسایی و مقابله با خطرات در زنجیره تولید و خدمات که این خطرات شامل نبود بیمه و اتکا به تفکرات فردی می‌باشد، بسیار ضروری است (صفوی و اعتمادی، ۱۳۹۶).

محمدی و همکاران در پژوهشی با عنوان "مدیریت ریسک زنجیره تامین پروژه‌ها در خطوط انتقال گاز ایران: رویکرد تئوری برخاسته از داده‌ها"، یافته‌های حاصل از کدگذاری نشان داد که پدیده اصلی در مدیریت ریسک زنجیره تامین پروژه مشتمل بر ریسک‌های محیطی، سازمانی و شبکه‌ای است. در این پژوهش نیز فقط به شناسایی ریسک‌های یک بخشی از صنعت گاز کشور یعنی خطوط انتقال پرداخته شده و بحث درباره ریسک‌های کل زنجیره تامین و مدیریت آن‌ها نشده است (محمدی و همکاران،



۱۳۹۵). یحیی زاده‌فر و همکاران در پژوهشی با عنوان "طراحی نظام مدیریت راهبردی ریسک زنجیره تامین صنعت خودروسازی، با رویکرد آمیخته اکتشافی"، به منظور طراحی نظام از روش فراترکیب و برای آزمون در صنعت خودروسازی از روش نظرسنجی از خبرگان استفاده کردند. جهت طراحی نظام مدیریت راهبردی ریسک زنجیره تامین در صنعت خودروسازی، شش مرحله و بعد اصلی تشخیص داده شد و مورد تأیید خبرگان قرار گرفت. که عبارت‌اند از: ایجاد بستر، استقرار فرایند و وضع اهداف نظام مدیریت ریسک، شناسایی ریسک‌های زنجیره تامین، تحلیل و اندازه‌گیری ریسک‌های زنجیره تامین، تعیین استراتژی‌های مدیریت ریسک زنجیره تامین، تعیین رویه‌های اطلاع رسانی و آموزش در نظام مدیریت ریسک زنجیره تامین و بهبود نظام مدیریت ریسک زنجیره تامین و بازنگری مستمر (یحیی زاده فر و همکاران، ۱۳۹۷).

یک بررسی سیستماتیک در مورد نقش فناوری بلاک‌چین در مدیریت زنجیره تامین انجام شد. هدف این مطالعه روشن کردن فناوری‌های بلاک‌چین موجود و رابطه آن‌ها با مدیریت زنجیره تامین و همچنین فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از پذیرش آن بود. بنابراین، این مطالعه مروری بر متون موجود برای ارزیابی سطح یکپارچگی بین فناوری‌های بلاک‌چین و مدیریت زنجیره تامین انجام داد. در نتیجه، یافته‌های مطالعه نشان داد که پذیرش فناوری‌های دیجیتال به دلیل عدم آگاهی و ظرفیت آن برای ایجاد تغییرات پیش‌بینی‌نشده در مدل‌های کسب و کار، هنوز در مرحله ابتدایی است. مطالعات بر این باورند که فناوری‌ها با ارائه شفافیت، اطلاعات بلادرنگ، قابلیت ردیابی و داده‌های ایمن، پایداری را در بخش تولید ایجاد خواهند کرد (Khanfar et al, 2021). در مطالعات مدیریت ریسک زنجیره تامین، چندین استراتژی کاهش ریسک توسط محققان پیشنهاد شده است و بر اساس اهداف، آن‌ها به گروه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. آن‌ها پایه‌ای برای تشکیل تصویری جامع از استراتژی‌های کاهش ریسک فراهم می‌کنند. استراتژی‌های کاهش ریسک زنجیره تامین را می‌توان به استراتژی‌های افزونگی و انعطاف‌پذیری بر اساس اینکه چگونه هر استراتژی عدم اطمینان را کاهش می‌دهد، طبقه‌بندی کرد. استراتژی‌های افزونگی بر کاهش پیامدهای خطر با افزایش در دسترس بودن محصول تمرکز می‌کنند و عمدتاً برای رسیدگی به تأثیرات زیاد استفاده می‌شوند (Zhou et al, 2023). استراتژی‌های کاهش ریسک زنجیره تامین را می‌توان بر اساس اینکه یک ریسک ناشی از یک اقدام عمدی (مانند استراتژی مبتنی بر رابطه، استراتژی بازسازی زنجیره تامین) یا غیرعمدی (مانند استراتژی مبتنی بر فرآیند، استراتژی انعطاف‌پذیری زنجیره تامین) دسته‌بندی کرد (DuHadway et al, 2017).

۳. مدل‌سازی مسئله

در این بخش کارهای انجام‌شده در جهت مدل‌سازی مدیریت ریسک زنجیره تامین صنایع پلیمری با استفاده از شبکه‌های بی‌زین ارائه می‌گردد. چارچوب پیشنهادی در پژوهش حاضر در شرکت داروپات شرق زرنديه به‌عنوان مطالعه موردی ارزیابی و تحلیل حساسیت می‌شود. تکرار و مدل‌سازی در مطالعات موردی آتی، امکان بسط و توسعه را برای خوانندگان و پژوهشگران آتی فراهم می‌نماید.

۱.۳ کاربرد شبکه‌های بی‌زی و ضرورت استفاده از آن در مدل‌سازی

دلایل متعددی برای انتخاب شبکه‌های بی‌زی به‌عنوان ابزار مدل‌سازی وجود دارد. به‌طور کلی مرور ادبیات بیانگر توانایی این ابزار در توسعه چارچوب‌های تحلیل ریسک در حوزه‌های مختلف و با ورود فاکتورهای مختلف است. شبکه‌های بی‌زی یکی از ابزارهای توانمند تفکر علی و معلولی و تحلیلی در مورد ریسک هستند. این رویکرد حداقل نیازمندی‌های مدل‌سازی ریسک شامل سادگی و غلبه بر مسئله فقدان یا کمبود داده را داراست.



به‌طور کلی مزایای شبکه‌های بیزی را می‌توان در قالب موارد زیر خلاصه نمود:

- ۱- امکان مدل‌سازی علی متغیرها.
- ۲- قابلیت اتصال به مدل‌های ارزیابی ریسک متداول در حوزه ارزیابی ریسک فنی نظیر درخت تحلیل خطا، درخت رخدادها و... و استفاده از داده‌های آن‌ها.
- ۳- توانمندی استدلال از علت به اثر و بالعکس، به عبارت دیگر تحلیل پیشرو (پیش‌بینی) و تحلیل پسرو (تشخیص).
- ۴- بازنگری و به‌روزرسانی مدل و محاسبات بر اساس شواهد جدید.
- ۵- انجام پیش‌بینی در صورت ناقص بودن مجموعه داده‌ها و قابلیت بهره‌برداری از نظرت متخصصین در صورت فقدان یا کمبود داده به‌ویژه در سطح سازمانی.
- ۶- امکان ترکیب انواع مختلف شواهد شامل باورهای ذهنی و داده‌های عینی.
- ۷- شفاف بودن فرایند تحلیل و تصمیم‌گیری برخلاف تکنیک‌های مدل‌سازی بلک باکس.

۲.۱.۳ شبکه‌های بیزی هیبریدی کیفی-کمی

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد یکی از ابعاد قابل‌ملاحظه در شبکه‌های بیزی استفاده از داده‌های ذهنی است. در رابطه با بخشی از مدل ممکن است دستیابی به اطلاعات عینی مشکل یا غیرممکن باشد و یا اینکه مدل‌ساز متمایل به بهره‌برداری از دانش خبرگان حوزه و دانش کیفی مبتنی بر نظریات در آن حوزه باشد، که در این صورت شبکه‌های بیزی این بستر را فراهم می‌سازد. به عبارت دیگر، در این موارد نیاز به کارگیری روشی است که قادر به استفاده از داده‌های کیفی بدون مقداردی عددی نیز باشد. شبکه‌های بیزی کیفی-کمی این مجال را فراهم می‌نمایند. بر اساس این رویکرد بخش‌هایی از شبکه که از مشاهده مستقیم دورتر است یا مشاهده مستقیم کم‌تر برای آن امکان‌پذیر است با استفاده از مقیاس‌های کیفی (نظیر کم، متوسط، زیاد) در جداول احتمالی ارزیابی می‌شوند.

۳.۱.۳ ابزارهای نرم‌افزاری در شبکه‌های بیزی

ابزارهای نرم‌افزاری فراوانی جهت توسعه و انجام محاسبات شبکه‌های بیزی و در دودسته تجاری (Agenarisk2004) و غیرتجاری (WinBug2007, Open Bayes2007) وجود دارد. این ابزارها عموماً دارای ویژگی‌های ذیل است.

- ۱- توانمندی اتصال و ایجاد ارتباط میان شبکه‌های بیزی از پیش تعریف‌شده به‌منظور ایجاد شبکه‌های دارای ابعاد بزرگ.
- ۲- استفاده از توزیع‌های آماری و احتمالی در ساخت جداول احتمالی.
- ۳- توانایی ترکیب گره‌های گسسته و پیوسته به‌منظور مدل‌سازی متغیرهای کیفی و کمی در قالب یک مدل (مدل‌های ترکیبی).

۲.۳ تشریح مدل تحقیق

۱.۲.۳ جامعه آماری

جامعه آماری به مجموعه کاملی از افراد، موضوعات و رویدادها که دارای خصوصیات مشترکی هستند گفته می‌شود. در یک تحقیق، جامعه آماری مورد مطالعه بایستی در ابعاد مختلف (زمان، مکان، تعداد، سن و ...) محدود و مشخص شوند. جامعه آماری این پژوهش، در دو مرحله مطالعه بخش کیفی و بخش کمی به شرح زیر است:



۱.۱.۲.۳ جامعه مورد مطالعه بخش کیفی

جامعه مورد مطالعه بخش کیفی شامل دو جامعه به شرح ذیل است که بر اساس ویژگی‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند.

الف) جامعه اسناد

جامعه اسناد شامل مقالات، اسناد و مدارک منتخب از بین مآخذهای قابل جست و جو اولیه که با روش غربالگری و در نهایت مآخذهای نهایی، انتخاب خواهند شد. پس از مطالعه دقیق آن‌ها و جمع‌بندی، عناصر اولیه مدلسازی ریسک‌ها در زنجیره تامین صنایع پلیمری استخراج خواهد شد.

ب) جامعه خبرگان

جامعه خبرگان شامل مدیران صنایع پلیمری، کارشناسان این حوزه، خبرگان دانشگاهی و سایر مسئولین مرتبط است که با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب خواهند شد.

۲.۱.۲.۳ جامعه آماری بخش کمی

جامعه آماری بخش کمی شامل دو جامعه به شرح ذیل است که بر اساس ویژگی‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند.

الف) جامعه خبرگان

در این بخش خبرگانی، با روش نمونه‌گیری متناسب، جهت اعتبار سنجی مدل ارایه شده انتخاب خواهند شد. پرسشنامه‌ای تنظیم و در اختیار این خبرگان قرار خواهد گرفت.

ب) جامعه اسناد

جامعه اسناد از اسناد ثانویه‌ای مشتمل بر اطلاعات و آمارهای منتشر شده مانند سالنامه‌های آماری و آمار رسمی که بایستی برای محاسبات مدل و برآوردهای عددی استفاده گردد تشکیل شده است.

۲.۲.۳ روش نمونه‌گیری

چگونه مشارکت‌کنندگان در تحقیق انتخاب می‌شوند؟ منابع مختلف در مورد استراتژی‌های انتخاب، مشاهده و تحلیل واحدهای مورد تحقیق بر اساس هدف تحقیق، راهکارهای مختلفی را ارایه کرده‌اند. منطق و قدرت این نوع از انتخاب به ابن مفهوم باز می‌گردد که نمونه‌های انتخاب شده بیشترین میزان اطلاعات را بر اساس سوال تحقیق فراهم آورند.

۱.۲.۲.۳ نمونه بخش کیفی تحقیق

روش نمونه‌گیری در تحقیق‌های کیفی سعی در تعیین گروه‌های ویژه‌ای از مردم را دارد که دارای ویژگی‌هایی هستند یا در موارد مشابهی از پدیده‌های اجتماعی مورد تحقیق زندگی می‌کنند. در تحقیق‌های کیفی نمونه برای معنی و نه برای تکرار است. یعنی در تحقیق کیفی به دنبال چه مقدار و چه تعداد نیستند بلکه به دنبال "چه" هستند. در بخش کیفی این پژوهش از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده خواهد شد.

۲.۲.۲.۳ نمونه بخش کمی تحقیق

در تحقیق‌های کمی، انواع روش‌های نمونه‌گیری وجود دارند که مبنای اصلی آن‌ها احتمالی بودن و مهم‌ترین ویژگی آن وجود شانس معینی برای هر فرد در انتخاب شدن است. نمونه‌گیری به صورت تصادفی انجام می‌شود و تمام تلاش بر این است که از تورش جلوگیری شود.

۳.۳ حجم نمونه



۱.۳.۳ بخش کیفی

بنا بر اصل کفایت داده‌ها، انتخاب نمونه مورد مطالعه باید تا آنجایی ادامه داده شود که در طی فرآیند تحقیق، کفایت یا اشباع نظری داده‌ها حاصل گردد. به این معنی که حجم هیچ یک از نمونه‌ها از پیش تعیین شده نیست و در مورد هریک از جوامع مورد بررسی، فرایند نمونه‌گیری تا زمانی ادامه می‌یابد که آزمودنی‌های جدید، اطلاعات تازه‌ای به دست ندهند یا تاثیری در توسعه مدل یا نظریه تحقیق نگذارند. به عبارتی تاثیر آن‌ها در بهبود نهایی یا حاشیه‌ای نظریه و یا اطلاعات صفر باشد. برای انتخاب نمونه در این قسمت از ترکیب روش گلوله برفی بهره‌گیری شده است. بر این اساس، تعدادی از کارشناسان انتخاب و مورد مصاحبه قرار گرفتند. در پایان مصاحبه از ایشان درخواست شد تا سایر افراد صاحب‌نظر در زمینه زنجیره تامین را معرفی کنند. بنابراین به جز چند نفر نخست که مستقیماً توسط پژوهشگر بر اساس معیارهای مورد نظر انتخاب شدند، سایر خبرگان علاوه بر معیارهای خبرگی، توسط سایر خبرگان نیز تایید شدند. از نظر معیار مصاحبه‌شوندگان در این پژوهش معیارهای زیر مد نظر خواهد بود.

- ۱- حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی در رشته مهندسی صنایع و رشته‌های مرتبط.
- ۲- داشتن سابقه کاری در حوزه مرتبط.

در جدول یک مشخصات مصاحبه‌شوندگان را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱. مشخصات مصاحبه‌شوندگان

ردیف	موقعیت مصاحبه‌شونده	تعداد	زمان (دقیقه)
۱	هیئت علمی دانشگاه	۵	هر کدام ۹۰ دقیقه
۲	کارشناس زنجیره تامین	۱۰	هر کدام ۶۰ دقیقه
۳	مدیران صنایع پلیمری	۵	هر کدام ۹۰ دقیقه
۴	کارشناس ریسک	۵	هر کدام ۶۰ دقیقه
۵	مهندسان شاغل در شرکت داروپات شرق	۵	هر کدام ۶۰ دقیقه
جمع		۳۰	۲۱۰۰ دقیقه

منبع: یافته‌های تحقیق



۲.۳.۳ بخش کمی

پس از طراحی مدل اولیه، به منظور افزایش اعتبار درونی، تایید اعضا مشارکت در مصاحبه و سایر صاحب‌نظران دریافت شد. بر این اساس مدل ارائه شده برای بخشی از شرکت کنندگان در مصاحبه و تعداد دیگری از نخبگان ارسال گردید و در نهایت این افراد نظرات خود را اعلام کردند. شاخص خبرگی برای تعیین این افراد در بخش کیفی آورده شده بود.

۴.۳ ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها

الف) داده‌های موجود در اسناد و تحقیقات گذشته

در این پژوهش از آمارهای رسمی و آمارهای غیررسمی و مدارک و اسناد سازمانی برای یافتن درک بهتری نسبت به موضوع مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین به بررسی مقالات علمی داخلی و خارجی، مدارک پایان‌نامه‌های نگارش یافته داخلی و خارجی مرتبط با موضوع تحقیق اقدام شد.

ب) مصاحبه

مصاحبه روش مهمی برای بررسی برداشت‌های حاصل از مشاهده است. هدف مصاحبه پی بردن به آنچه در ذهن مردم است. مصاحبه شامل سه متغیر است که بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند. پاسخ‌گو، مصاحبه‌کننده و صورت سؤال‌های مصاحبه. هر یک از این متغیرها و نیز شرایط مصاحبه می‌توانند بر نتایج آن تأثیر عمده‌ای بگذارند. مهم‌ترین ویژگی مصاحبه در صورتی که توسط یک مصاحبه‌گر ماهر انجام شود انعطاف‌پذیری آن است. براساس ساختار پرسش‌های پیش‌بینی‌شده در هر مصاحبه، مصاحبه‌ها را به سه دسته اصلی تقسیم می‌کنند. ساختار یافته، نیمه ساختاریافته و اکتشافی.

در مصاحبه‌های ساختاریافته تمام پرسش‌های مصاحبه از قبل تدوین شده و محقق همان پرسش‌ها را از گروه مورد مطالعه خواهد پرسید. اما در نیمه ساختاریافته فقط خطوطی اصلی گفت‌وگو برای محقق مشخص است و محقق بسته به روند طبیعی مصاحبه می‌تواند پرسش‌های تازه‌ای مطرح کند این روش معمول‌ترین شکل مصاحبه است و تجربه نشان داده از مصاحبه‌های کاملاً ساختاریافته مفیدتر است. سرانجام در مصاحبه اکتشافی فقط کلیات موضوع برای محقق مشخص اسن و پرسش‌های مصاحبه در خلال گفت‌وگو و براساس روند طبیعی آن شکل می‌گیرند.

در این پژوهش با توجه به موضوع، اهداف و سایر شرایط تحقیق از مصاحبه نیمه ساختاریافته استفاده خواهد شد.

ج) پرسشنامه

در تحقیق‌های کمی، پرسشنامه به عنوان یکی از متداولترین ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات در تحقیق‌های توصیفی بوده و عبارت است از مجموعه‌ای از پرسش‌های هدف‌دار که با بهره‌گیری از مقیاس‌های گوناگون، نظر، دیدگاه و بینش یک فرد پاسخگو را مورد سنجش قرار می‌دهد. در این پژوهش پرسشنامه برای گردآوری داده‌های کمی استفاده خواهد شد.

۵.۳ روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش شرحی از روش‌های تجزیه و تحلیل و تکنیک‌های آماری مربوط به آن به همراه استدلال مرتبط برحسب هر مرحله از تحقیق ارائه شده است. تحقیق حاضر با اتخاذ رویکردی آمیخته، به بررسی و تبیین مؤلفه‌های مورد نظر می‌پردازد. تحقیق با روش‌های ترکیبی، ضمن توجه به مناقشه‌های پارادایمی اثبات‌گرایی و غیر اثبات‌گرایی و نیز تلفیق عناصر مکملی این پارادایم-ها مبتنی بر رویکرد پراگماتیسم است.



تحقیق‌های آمیخته، تحقیق‌هایی هستند که با استفاده از ترکیب دو مجموعه روش‌های تحقیق کمی و کیفی به انجام می‌رسند. در روش‌های تحقیق آمیخته، برای بررسی یک مسئله تحقیقی، پژوهشگر با به کار بردن مجموعه روش‌هایی که اساس آن‌ها پارادایم‌های گوناگون است بررسی موقعیت به صورت توأمان را میسر می‌سازد و فرایند آن را تسهیل می‌نماید. در واقع استفاده از رویکرد ترکیبی درک جامع‌تر و مؤثرتری نسبت به طیف وسیعی از سؤالات فراهم می‌کند و از این طریق روایی و پایای بهتری را برای مجموعه یافته‌ها به دست می‌دهد. از مزایای رویکرد ترکیبی می‌توان به همه‌جانبه بودن تحقیق، افزایش میزان یافته‌ها و تشریح بیشتر و با جزئیات کامل‌تر، مکمل‌سازی هر دو رویکرد کیفی و کمی، بسط و توسعه یکدیگر، کشف ضدو نقیض‌ها و مغایرت‌ها و ارتقا محدوده و عمق تحقیق اشاره داشت.

در این پژوهش ابتدا داده‌های کیفی گردآوری و تحلیل می‌شوند. سپس در مرحله دوم داده‌های کمی گردآوری و تحلیل می‌شوند. تحلیل کیفی و کمی یکجا مورد تفسیر قرار می‌گیرند.

روش‌های آمیخته به صورت مراحل زیر خلاصه و جمع بندی می‌شوند.

- تدوین پرسش‌های تحقیق.

- مشخص نمودن هدف از استفاده طرح‌های آمیخته.

- انتخاب متدولوژی مناسب.

- جمع‌آوری داده‌ها.

- تحلیل داده‌ها.

- اعتبار سنجی داده‌ها.

- توصیف داده‌ها.

- نتیجه‌گیری و تدوین گزارش.

۶.۳ شبکه بیزین پیشنهادی

اطلاعات موردنیاز به‌منظور مدلسازی از طریق شناخت کلی حوزه زنجیره تامین، انجام مشاهدات، مطالعه و به‌کارگیری برخی مجموعه داده‌های ثبت‌شده، مطالعه گزارش‌های تحلیلی موجود و مصاحبه با مدیران و کارکنان در سطوح مختلف فنی و مدیریتی استخراج‌شده است. به‌منظور تکمیل شبکه بیزی، ضروری است روابط میان متغیرهای شناسایی و تعریف‌شده، تعیین شود. ارتباطات میان متغیرها در سطوح مختلف از طریق مرور ادبیات و پیشینه تحقیقات در حوزه زنجیره تامین و روش‌های مدیریت ریسک موردبررسی قرار گرفت. همچنین از دانش خبرگان این حوزه برای تصدیق و اعتبارسنجی روابط تعیین‌شده، استفاده شد. در رابطه با سطح فنی و محیطی، از شناخت سیستم، شرایط عملیاتی و فنی آن به‌منظور شناخت روابط میان گره‌ها استفاده شد. به این منظور گزارش‌های تحلیلی و داده‌های تاریخی موجود موردبررسی قرار گرفته و چندین مصاحبه حضوری با خبرگان حوزه زنجیره تامین انجام شد. در گره‌های بدون والد توزیع احتمال اولیه از طریق تخمین ذهنی و بر اساس اطلاعات گذشته به دست می‌آیند و قضاوت خبره می‌تواند برای تخمین وقایع جدید، نادر و پیچیده مورد استفاده قرار گیرد. فرآیند استخراج احتمال از نظر خبره با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد از جمله مصاحبه حضوری، ارائه پرسشنامه و برقراری



ارتباط کتبی با پرسش‌شونده. با فرض اینکه گره‌ها رتبه‌ای و هریک شامل چند سطح (از قبیل: کم، متوسط و زیاد) می‌باشند، در گره‌های بدون والد پاسخ به دو سؤال ضروری می‌باشد:

(۱) هریک از حالات با چه احتمالی رخ می‌دهند؟

(۲) درباره احتمالات نسبت داده‌شده چقدر اطمینان دارید؟

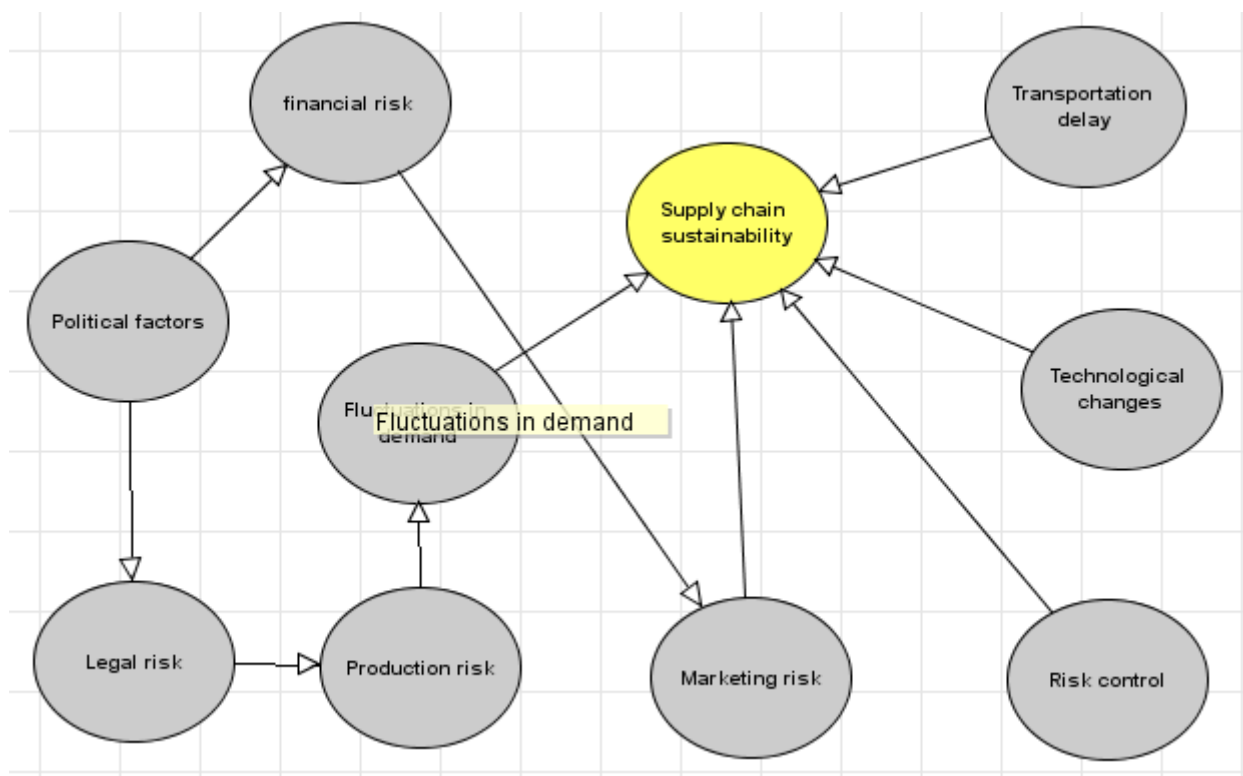
در بسیاری از حوزه‌های کاربردی، اطلاعات موردنیاز محدود و یا غیرقابل دسترسی هستند. از این‌رو دانش و تجربه کارشناسان در این حوزه‌ها منبع اصلی داده‌های احتمالی خواهد بود. استخراج این احتمالات فرآیندی سخت و دشوار و درعین حال زمان‌بر می‌باشد. در گره‌های دارای والد، احتمال هر حالت گره به شرط هر حالت از والدین ارزیابی می‌شود. بنابراین NPT این گره‌ها شامل مقادیر احتمال برای تمام ترکیبات ممکن از حالت‌های والدین آن‌ها خواهد بود. بنابراین در این گره‌ها لازم است رویکردی متفاوت از ریسک‌های بدون والد اتخاذ شود. با فرض اینکه سه گره والد و یک گره فرزند داشته باشیم، NPT برای گره فرزند ۸۱ حالت متفاوت خواهد داشت که تخصیص احتمال به هریک از این گره‌ها بسیار وقت‌گیر خواهد بود. برای مواجهه با این مشکل از توابع موزون استفاده می‌شود که با توجه به نوع اظهارنظر خبره تعیین می‌شود. برای این کار از توابع رتبه‌ای تحت عنوان WMean، WMax، Wmin و MixMinMax با توزیع TNormal که توزیع نرمال در بازه (۰-۱) می‌باشد، استفاده می‌شود. توزیع TNormal دارای میانگینی برابر توابع موزون مذکور و واریانسی معادل عدم قطعیت خبره به صحت تخمین است.

هدف از تعیین جداول احتمال شرطی در شبکه تعیین و تخصیص احتمالات شرطی برای گره‌های تعریف‌شده در مدل و بر مبنای ارتباطات میان متغیرها با استفاده از داده‌های تاریخی موجود و نظرات خبرگان است. این مرحله بستر تحلیل کمی در مدل را فراهم می‌سازد در مواردی که داده‌ای در دسترس نبود از قضاوت خبره به عنوان منبع اصلی استخراج احتمالات شرطی استفاده شد. به این ترتیب رویکردهای به کاررفته در تعیین احتمالات شرطی گره‌های گسسته و پیوسته مدل عبارت‌اند از: ۱- تعیین مستقیم احتمالات از طریق داده‌های در دسترس. ۲- تعیین احتمالات مبتنی بر قضاوت خبرگان بر مبنای مصاحبه‌های ساختاریافته و با مدیران و کارکنان مجموعه. ۳- تعیین احتمالات با ترکیب نتایج حاصل از آرا خبرگان و داده‌های در دسترس. یکی از دغدغه‌های توسعه‌دهندگان و کاربران مدل‌ها و تصمیم‌گیرانی که از اطلاعات حاصل از اجرای مدل استفاده می‌کنند، حصول اطمینان از صحت مدل و نتایج حاصل از آن است. این دغدغه از طریق اعتبارسنجی و تصدیق پاسخ داده می‌شود. یکی از چالش‌های بزرگ در حوزه استفاده از تکنیک‌های مطرح‌شده برای مدلسازی ریسک در یک سیستم پیچیده تکنولوژیک، فقدان روش‌های ارزیابی مناسب است که در رابطه با آن‌ها اجماع وجود داشته باشد. فلهبروج معتقد است: «مقیاس‌های اعتبارسنجی قدیمی به سادگی قابل به کارگیری در این حوزه نیستند». در مواردی که داده در دسترس است از آن برای اعتبارسنجی مدل استفاده می‌شود. اما یکی از دلایل استفاده از شبکه‌های بیزی در رابطه با سیستم‌های پیچیده کمبود یا فقدان داده و امکان استفاده از نظرات خبرگان است که این خود یکی از چالش‌های پیش روی اعتبارسنجی است. در موارد این‌چنینی که به دلیل فقدان یا کمبود داده عینی از نظرات خبرگان نیز استفاده می‌شود، یکی از روش‌های اعتبارسنجی که متداول است، نظرسنجی از خبرگان در رابطه با ساختار و مکانیسم مدل است. در شبکه‌های بیزی، اعتبارسنجی قانونی به معنای ایجاد اطمینان در رابطه با تناسب داشتن دامنه مدل با دامنه وسیع‌تر مرتبط با آن در ادبیات موضوع است. چنانچه نتیجه این آزمون مثبت نباشد، باید دلیل خارج بودن مدل از دامنه ادبیات موضوع موردبررسی قرار گیرد. این مورد البته بسیار غیرمعمول است اما ممکن است در حوزه‌هایی نظیر فیزیک پیشرفته که در آن اطلاعات جدید، کل پارادایم حاکم بر آن حوزه را تغییر می‌دهد، رخ دهد. این فرآیند با سؤال زیر انجام می‌شود:

آیا ایجاد شبکه بیزی بستر مناسبی برای مدلسازی مسئله موردنظر است؟

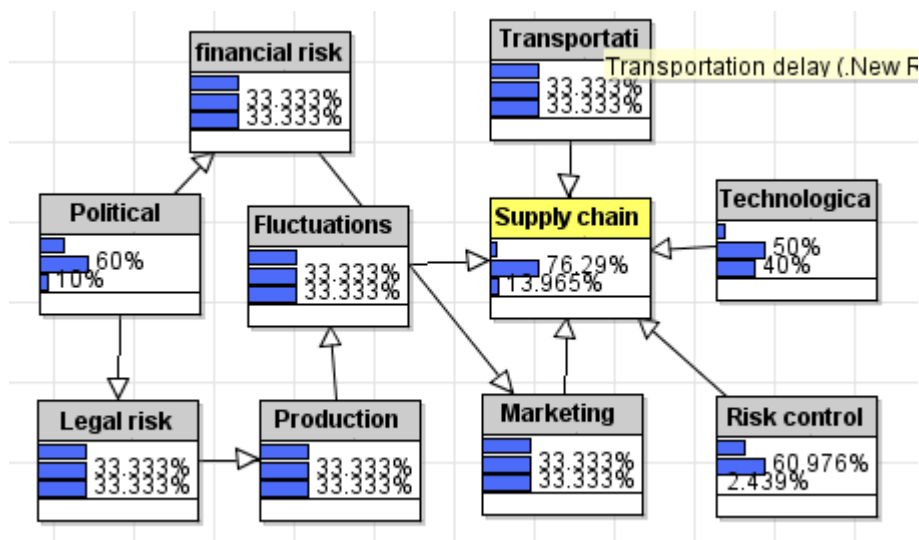


در رابطه با مدل پژوهش با توجه به ماهیت تکنولوژی، عدم قطعیت‌ها و همچنین ارزیابی خبرگان حوزه از نتایج مدل، نتیجه اعتبارسنجی قانونی مدل مثبت بود. در شکل یک شبکه بیزی پیشنهاد شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱. شبکه بیزی پیشنهاد شده.

پس از حل مدل توسط نرم‌افزار آجینا ریسک با داده‌های اولیه پایداری زنجیره تامین در حالت متوسط ۷۶.۲۹ درصد به دست آمده است که در شکل دو حل مدل توسط نرم‌افزار نمایش داده شده است.

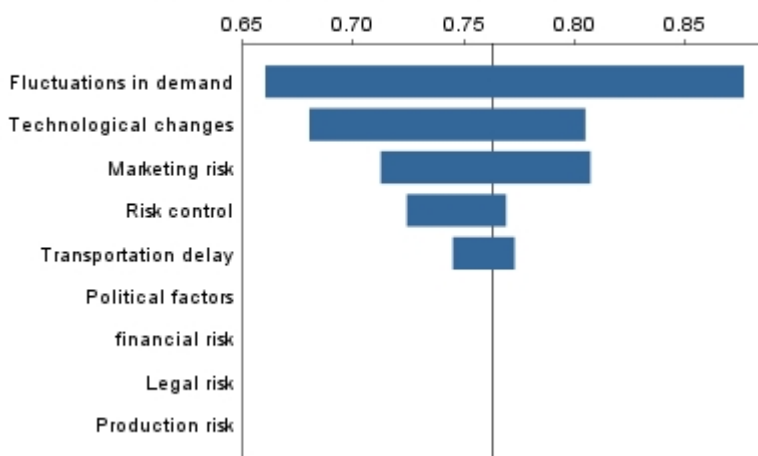


شکل ۲. حل مدل توسط نرم افزار آجینا ریسک.

۴. تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت می‌تواند عاملی را که به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای، خروجی مدل را تحت تأثیر قرار می‌دهد، برجسته سازد چنانچه نتیجه اعتبارسنجی مثبت باشد، به این معنا است که هیچ‌یک از علل ممکن برای رد فرضیه اعتبار مدل رد نشده است و رویه اعتبارسنجی خاتمه یافته است. اما چنانچه نتیجه این فرآیند مثبت نباشد، ضروری است فرآیند تصدیق برای یافتن منابع و دلایل عدم اعتبار مدل انجام شود. در رابطه با مدل پژوهش نتایج تحلیل حساسیت برای گره هدف یعنی پایداری زنجیره تامین گزارش شده است. شکل سه میزان تأثیرگذاری هریک از عوامل را بر پایداری زنجیره تامین در حالت متوسط را در قالب یک گراف تورنادو نشان می‌دهد.

Tornado graph for p(Supply chain sustainability = Medium)



شکل ۳. میزان تأثیرگذاری هریک از عوامل را بر پایداری زنجیره تامین در حالت متوسط

۵. نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

زنجیره‌های تامین صنایع مملو از ریسک هستند و مدیریت این ریسک‌ها جزء جدایی ناپذیر هر صنعتی است. ادبیات مدیریت ریسک بر اهمیت استراتژیک زنجیره های تامین که در برابر اختلالات در جریان مواد و اطلاعات مقاوم هستند تاکید می‌کند. در تلاش برای ایجاد انعطاف‌پذیری، بیشتر شرکت‌ها در انواع استراتژی‌های کاهش ریسک سرمایه‌گذاری می‌کنند تا تأثیر مالی یک اختلال جدی در عملیات تجاری را محدود کنند. خطرات تولید، مخاطرات ذخیره‌سازی و حمل و نقل، ریسک‌های مالی، ریسک‌های قانونی، ریسک‌های کیفی، تاخیرهای حمل و نقل، سرقت، بلایای طبیعی، مسائل مربوط به آب و هوا و جرایم سایبری برخی از خطرات مهم مرتبط با زنجیره تامین هستند.

مدیریت ریسک زنجیره تامین یک جنبه حیاتی از عملیات تجاری مدرن است. شرکت‌ها با طیف گسترده‌ای از خطرات مواجه می‌شوند که ظرفیت آن‌ها را برای ارائه محصولات و خدمات به مشتریان تهدید می‌کنند. استراتژی‌های موفقیت در مدیریت ریسک زنجیره تامین شامل تنوع بخشیدن به تامین‌کنندگان، ایجاد روابط قوی با تامین‌کنندگان، نظارت بر عملکرد تامین کننده، و سرمایه‌گذاری در فناوری برای توسعه دید و انعطاف پذیری زنجیره تامین است.



یک رویکرد عملی به مدیریت ریسک زنجیره تامین شامل شناسایی و ارزیابی ریسک‌های شناخته شده و ناشناخته، ساختن یک چارچوب مدیریت ریسک و اجرای استراتژی‌هایی برای کاهش ریسک است.

بیشتر ادبیات مدیریت ریسک فعلی، زنجیره تامین را به عنوان یک موجودیت یکپارچه در نظر می‌گیرد. در حالی که تحقیقات اخیر در هنگام مطالعه کاهش ریسک، چشم انداز وسیع‌تری از زنجیره تامین را در نظر گرفته‌اند. در نتیجه، هدف پژوهش حاضر ارائه چارچوبی جامع است که بتواند با استفاده از شبکه‌های بیزین به تحلیل ریسک زنجیره تامین صنایع پلیمری با در نظر گرفتن ابعاد گوناگون به‌پردازد و ادبیات موجود در تحلیل ریسک زنجیره تامین را توسعه و بهبود بخشد. در مدل‌سازی مدیریت ریسک زنجیره تامین صنایع پلیمری از شبکه‌های بیزین لستاده شد. چارچوب پیشنهادی در پژوهش حاضر در شرکت داروپات شرق زرنندیه به‌عنوان مطالعه موردی ارزیابی و تحلیل حساسیت می‌شود. اطلاعات موردنیاز به‌منظور مدل‌سازی از طریق شناخت کلی حوزه زنجیره تامین، انجام مشاهدات، مطالعه و به‌کارگیری برخی مجموعه داده‌های ثبت‌شده، مطالعه گزارش‌های تحلیلی موجود و مصاحبه با مدیران و کارکنان در سطوح مختلف فنی و مدیریتی استخراج‌شده است. پس از حل مدل توسط نرم‌افزار آجینا ریسک با داده‌های اولیه پایداری زنجیره تامین در حالت متوسط ۷۶.۲۹ درصد به دست آمد. تکرار و مدل‌سازی در مطالعات موردی آتی، امکان بسط و توسعه را برای خوانندگان و پژوهشگران آتی فراهم می‌نماید.

منابع

- [1] صفوی میرمحله، سید رحیم. اعتمادی، احمدرضا. (۱۳۹۶). مدیریت ریسک در زنجیره تامین، بهشهر مازندران، انتشارات اشرف البلاد.
- [2] محمدی، علی. شجاعی، پیام. یزدانی، حمیدرضا. صادقی‌مقدم، محمد رضا. (۱۳۹۵). مدیریت ریسک زنجیره تامین پروژه‌ها در خطوط انتقال گاز: رویکرد تئوری برخاسته از داده‌ها، فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی دانشگاه علامه طباطبائی، سال چهاردهم، شماره ۲۲، ص ۱۵۷-۱۹۵.
- [3] یحیی زاده‌فر، محمود. آذر، عادل. آقاجانی، حسنعلی. فرهادیان، علی. (۱۳۹۷). مطالعات مدیریت راهبردی دانشگاه شهید بهشتی، دوره ۵، شماره ۱۱، ص ۵-۱۱۲.
- [4] Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2018). Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2179–2202.
- [5] Creazza, A., Colicchia, C., Spiezia, S., & Dallari, F. (2021). Who cares? Supply chain managers' perceptions regarding cyber supply chain risk management in the digital transformation era. *Supply Chain Management*, 27(1), 30–53.
- [6] Alora, A., & Barua, M. K. (2020). Development of a supply chain risk index for manufacturing supply chains. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(2), 477–503.
- [7] Munir, M., Jajja, M. S. S., Chatha, K. A., & Farooq, S. (2020). Supply chain risk management and operational performance: The enabling role of supply chain integration.
- [8] Abbasi, S., Daneshmand-Mehr, M., & Kanafi, A. G. (2022). Designing Sustainable Recovery Network of End-of-Life Product during the COVID-19 Pandemic: A Real and Applied Case Study. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2022, 1–21.
- [9] Kara, M. E., Firat, S. Ü. O., & Ghadge, A. (2020). A data mining-based framework for supply chain risk management.
- [10] Benzidia, S., Makaoui, N., & Bentahar, O. (2021). The impact of big data analytics and artificial intelligence on green supply chain process integration and hospital environmental performance.
- [11] Choudhary, N. A., Singh, S., Schoenherr, T., & Ramkumar, M. (2022). Risk assessment in supply chains: a state-of-the-art review of methodologies and their applications. *Annals of Operations Research*, 322(2), 565–607.
- [12] Khanfar, A. A., Iranmanesh, M., Ghobakhloo, M., Senali, M. G., & Fathi, M. (2021). Applications of Blockchain Technology in Sustainable Manufacturing and Supply Chain Management: A Systematic review. *Sustainability*, 13(14), 7870.
- [13] Zhou, J., Chen, S., Shi, W., & Kanrak, M. (2023). Cruise supply chain risk mitigation strategies: An empirical study in Shanghai, China. *Marine Policy*, 153, 105600.
- [14] DuHadway, S., Carnovale, S., & Hazen, B. T. (2017). Understanding risk management for intentional supply chain disruptions: risk detection, risk mitigation, and risk recovery. *Annals of Operations Research*, 283(1–2), 179–198.



Application of Bayesian networks for risk management of supply chain of polymer industries

Fatemeh Safdari

Master's student, Department of Industrial Engineering, University of Science and Culture, Tehran

Morteza Rahmani

Professor, Department of Industrial Engineering, University of Science and Culture, Tehran

Abstract

Supply chain risk management is a critical aspect of modern business operations. Companies face a wide range of risks that threaten their capacity to provide products and services to customers. A practical approach to supply chain risk management involves identifying and assessing known and unknown risks, building a risk management framework, and implementing strategies to mitigate risk. The aim of the current research is to provide a comprehensive framework that can analyze the supply chain risk of polymer industries by using Bayesian networks, considering various dimensions, and develop and improve the existing literature on supply chain risk analysis. Bayesian networks were used in the risk management modeling of polymer industry supply chain. The proposed framework in the current research is evaluated and sensitivity analyzed as a case study in the Darupath Company of East Zarandiya. The information required for modeling has been extracted through general understanding of the supply chain field, conducting observations, studying and using some recorded data sets, studying existing analytical reports and interviewing managers and employees at different technical and managerial levels. After solving the model by Ajina software, 76.29% of the risk was obtained with the initial data of supply chain stability in the average state.

Keywords:

supply chain, risk management, Bayesian