نشریــه علمــی حسابداری مدیریت
سال سیزدهم/ شماره چهل‌وپنجم/ تابستان ۱۳۹۹

ارائه الگویی با هدف کاهش هزینه ریسک زنجیره تامین با رویکرد ترکیبی

فریبا صلاحی[۱]

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۰۸

چکیده

امروزه مدیریت زنجیره تامین به دلیل جهانی شدن بازارهای کسب و کار، اهمیت بیشتری پیدا کرده است. با افزایش پیچیدگی، آسیب پذیری و ریسک موجود در زنجیره افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش وقفه در تولید یا ارائه خدمت به مشتریان می‌باشد. این روند، بکارگیری روش های نوین مدیریت ریسک را ضروری می‌سازد. در همین راستا، در این تحقیق با ارایه و حل الگوی ترکیبی دیمتل فازی-الگوریتم ژنتیک به بررسی هزینه ریسک زنجیره تامین پرداخته شده است. در ابتدا یک مدل ریاضی با تاکید بر کاهش هزینه با در نظر گرفتن پارامتر اختلال بر روی زنجیره طراحی گردیده، سپس روابط بین اختلالات از طریق تکنیک دیمتل فازی فرموله شده، و مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل شده است. در این تحقیق به بررسی تاثیر چهار اختلال بر روی هزینه‌های زنجیره تامین پرداخته شده و اختلال ها براساس هزینه هایی که به زنجیره اعمال می کنند رتبه بندی شده اند. نتایج نشان می دهد که به ترتیب مهمترین اختلالات زنجیره تامین شامل اختلال مربوط به بلایای طبیعی، تامین، حمل و نقل و تقاضا می باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک، اختلال، زنجیره تامین، دیمتل فازی، الگوریتم ژنتیک.

۱- استادیار رشته مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت ، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Salahi_en@yahoo.com

۱- مقدمه

ریسک و نیز ایجاد شکست در زنجیره تامین می-تواند اثر معنی داری بر عملکرد کوتاه مدت و نیز اثر منفی بلند مدت بر عملکرد مالی سازمان داشته باشد. لذا مدیریت ریسک زنجیره تامین برای کاهش شکست‌های ناشی از ریسک‌های مختلفی نظیر چرخه های نامطمئن اقتصادی، تقاضای نامطمئن مشتری و حوادث طبیعی و انسانی غیرقابل پیش بینی و ... ضروری است(حیاتی و همکاران،۱۳۹۳).

امروزه یکی از موضوعات کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین، شکل گیری زنجیره تأمین و هماهنگی مؤثر بین اجزاء آن با هدف رضایتمندی مشتریان است .انجام این هماهنگی نیازمند جریان پیچیدهای از اطلاعات، مواد اولیه و سرمایه در سطوح مختلف وظیفه ای بین شرکتهای مختلف درون شبکه تأمین است .برای نائل شدن به این مهم، بایستی ابعاد مختلف ریسکهای زنجیره تأمین مورد شناسایی قرار گرفته تا بتوان آنها را مدیریت نمود .منابع ریسک ممکن است محیطی ، سازمانی یا ناشی از خود زنجیره تأمین باشد، در نتیجه امکان پیش بینی تأثیرات آنها با قطعیت بسیار دشوار خواهد بود(فیصل و همکاران،2006) .

در مطالعاتی، ریسک زنجیره تامین به‌عنوان حاصل‌ضرب احتمال در اثر یک رخداد محسوب شده و دو شاخص «میزان تاثیر» و «احتمال وقوع» ریسک در قالب ماتریس احتمال - اثر ریسک مورد استفاده قرار گرفته‌اند(Thun & Hoenig, 2011). علاوه بر این در ارزیابی اختلالات زنجیره تامین باید این موضوع در نظر گرفته شود که اختلالات مجموع ساده از اختلال در بخش های مختلف نمی باشد و همپوشانی اختلالات باید مورد توجه قرار گیرد. کلیه چارچوب های مطرح شده برای تحلیل و مدیریت اختلال در مسیر بررسی خود به هر اختلال، مستقل از دیگری پرداخته اند. حال آنکه رخداد اختلال ممکن است منجر به رخداد دیگری و یا افزایش احتمال رخداد دیگر می شود که در چارچوب پیشنهادی این ویژگی خاص مد نظر قرار گرفته است. با توجه به اهمیت موضوع ریسک اختلال و اثرات آن بر روی زنجیره تامین، در این تحقیق به منظور ارزیابی اختلال های مختلف زنجیره تامین ، در ابتدا یک مدل ریاضی و با در نظر گرفتن پارامتر اختلال بر روی زنجیره طراحی گردیده ، سپس با استفاده از تکنیک دیمتل روابط بین اختلالات و نحوه تاثیرگذاری و تاثیرپذیری شناسایی شده و خروجی آن به عنوان پارامتر وزن وارد مدل ریاضی شده و مدل با استفاده از الگوریتم فراابتکاری ژنتیک حل شده است که در نتیجه آن تاثیر چهار اختلال بر روی هزینه های زنجیره تامین بررسی شده و اختلال ها براساس هزینه هایی که به زنجیره اعمال می کنند رتبه بندی شده اند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- پیشینه نظری تحقیق

مدیریت زنجیره تامین، شامل تمام فعالیت هایی است که برای پیوند بین تامین کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع کنندگان و مشتریان به کار می رود تا کالاها به مقدار مناسب و در زمن و مکان مناسب با هدف حداقل سازی هزینه های سیستم و حداکثر سازی سطح خدمت دهی به مشتری، تولید و توزیع شوند (میرغفوری و همکاران، ۱۳۹۲). تامین کنندگان می توانند براساس نوع درخواستهای متفاوت مرحله بعد انعطاف پذیر بوده و تغییرات از قبل پیش بینی شده را ارائه نمایند. پیدا کردن بهترین تامین کننده با بهترین سناریوها یکی از نقاطت بحرانی در مدیریت زنجیره تامین و تصمیم گیرندگانی است که میخواهند این مشکل را با کمتر ین خطر حل کنند. در این راستا، برای هر تامین کننده، تمام سناریوها باید مشخص شود و با توجه به اولویت تصمیمها در سازمان، وزن برای هر معیار باید محاسبه شود. بنابراین داشتن سیاست هایی برای کنترل و کاهش اختلالات برای شرکت ها امری مهم و ضروری است(مقدس و همکاران، ۱۳۹۶).

قبل از آن که سازمانها روشهای مؤثری برای کاهش و کنترل ریسکهای زنجیره تأمین به کار گیرند لازم است مدیران طبقه بندی هایی از ابعاد و مؤلفه های تأثیرگذار بر ریسک های زنجیره تأمین را فراهم نمایند .

شناسایی اجزاء مختلف این پدیده این امکان را فراهم میآورد تا مدیران بهتر بتوانند رویکردهای کاهش ریسک را برای سازمان خود اتخاذ نمایند(محمدی و شجاعی، ۱۳۹۵).

در این تحقیق روابط بین اختلالات مد نظر قرار گرفته و نیز مدل ریاضی ارایه شده برای زنجیره تامین با سیاست تک منبعی و با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل شده و مقدار بهینه تابع هدف محاسبه گردیده است.

۲-۲- پیشینه تحقیقات انجام شده

بکارگیری مدیریت زنجیره تامین در سازمان ها با وجود کاربرد وسیع آن، نا اطمینانی هایی را بهمراه دارد. از این رو مدیریت ریسک زنجیره تامین یکی از موضوعاتی است که توجه سازمان ها را به خود جلب کرده است(میرغفوری و همکاران، ۱۳۹۲). مدیریت ریسک در مرحله اول از وقوع ریسک جلوگیری می کند و در صورت بروز ریسک، هدف آن کاهش زیان ها و خسارات به حداقل ممکن می باشد .برخی نویسندگان هدف سومی به آن اضافه کرده اند که به روشی برای مواجه با ریسکی که اتفاق افتاده اشاره دارد .مدیریت ریسک، روشی است برای جلوگیری، کاهش، انتقال یا تسهیم ریسک ها (فکورثقیه و الفت، ۱۳۹۳). تحقیقات متعددی به بحث مدیریت و ارزیابی ریسک به طور عام و در زنجیره تامین به طور خاص پرداخته شده است. در این راستا می توان به موارد زیر اشاره کرد: محمدزاده و همکاران(۱۳۹۷)با ارائه یک مدل ریاضی از نوع برنامه ریزی عدد صحیح مختلط با اهداف بهینه سازی مجموع هزینه های تمام سطوح زنجیره تأمین، مدت زمان تحویل محصول و نرخ قابلیت اطمینان سیستم های حمل و نقل محصول به مشتریان، به طراحی ساختار یک زنجیره تأمین چهار سطحی شامل تأمین کنندگان، تولید کنندگان، توزیع کنندگان و مشتریان پرداخته اند. محمدی و شجاعی(۱۳۹۵) در مقاله ای با عنوان مدل جامعه مدیریت ریسک زنجیره تامین ارائه نمودند. هدف این تحقیق آن بود که ابعاد و مؤلفه های مختلف اینپدیده مورد شناسایی و واکاوی قرار گرفته و از طریق تحلیل محتوای آن، طبقه بندی و اولویت بندی مناسبی صورت گیرد .برای این منظور با استفاده از فراترکیب، نتایج و دستاوردهای تحقیقات پیشین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت .از بین 401 مقاله یافت شده بین سالهای 2000تا 2014 تنها 75 مقاله برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد .در نهایت جنبه های مختلف مدیریت ریسک زنجیره تأمین در قالب پنج بعد اصلی، هفده بعد فرعی و یکصد و بیست و چهار کد مشخصه طبقهبندی گردید .سپس با استفاده از آنتروپی شانون جایگاه و تأثیر هر یک از کد مشخصه ها مورد ارزیابی قرار گرفت. ربانی و همکاران (۱۳۹۴) به ارائه مدلی برای طراحی چند هدفه زنجیره تامین با در نظر گرفتن ریسک اختلال در زمینه تسهیلات، عرضه و تقاضا در شرایط غیر قطعی بودن پارامترهای اقتصادی پرداخته اند و به علت پیچیده بودن مدل آن را از طریق الگوریتم ژنتیک حل نموده اند. حیاتی و همکاران (۱۳۹۲) با ارایه یک مدل جامع و سلسله مراتبی برای ارزیابی ریسک، ضمن شناسایی ریسک-های اصلی زنجیره تامین با تکیه بر روش ساختار شکست ریسک و تعیین معیارهای اندازهگیری، پرسشنامه جامعی تهیه کرده و بر اساس آن اهمیت نسبی هر ریسک در شرکت ذوب آهن اصفهان به-عنوان مطالعه موردی با استفاده از روش تحلیل تاکسونومی کردند. لذا ریسک‌های مربوط به فرایند تامین و تامین کننده به‌عنوان بحرانی‌ترین ریسک‌ها در این مجتمع شناخته شدند. زند حسامی و ساوجی (۱۳۹۱) نیز با شناسایی ریسکهای زنجیره تأمین و تعیین شدت آنها نسبت به یکدیگر با استفاده از تکنیک دیمتل، مهمترین ریسکهای زنجیره تأمین را اولویت-بندی کردند .نتایج پژوهش آنان نشان داد که به ترتیب ریسکهای محیطی، مالی، استراتژی، فناوری اطلاعات، و تجهیزات تکنولوژی بیشترین تأثیر را در عملکرد بنگاهها دارند. میرفخرالدینی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از فنون تصمیم گیری چندشاخصه به ارزیابی عوامل ریسک در زنجیره تأمین پرداختند .آنان با مطالعه فناوری اطلاعات در بنگاه های کوچک و متوسط مدلی را برای رتبه بندی ریسک ارائه نموده و

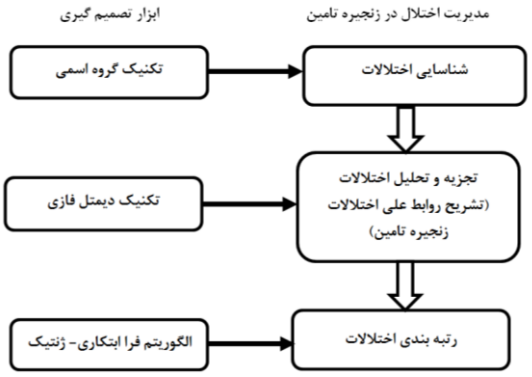
برای این منظور از فنون تصمیم گیری چندمعیاره استفاده نمودند. مهرعلی دهنوی و همکاران (۱۳۹۰) به مرور ادبیات موضوعی در مدیریت ریسک زنجیره تأمین پرداختند .طبق بررسی آنها در مدیریت ریسک زنجیره، تأمین اغلب از رویکردهای مفهومی در صنایعی نظیر صنایع تولیدی، هوا وفضا، الکترونیک و سیستمهای اطلاعاتی استفاده شده است. اسلامی بیگدلی و جلیلی (۱۳۸۸) ،به سنجش عملکرد مدیریت زنجیره تامین با توسعه رویکرد ارزیابی متوازن پرداخته اند که عملیات روزانه کسب و کار تجاری را از چهار منظر مالی، رشد و یادگیری، مشتریان و فرایندهای تجاری درون سازمانی مورد ارزیابی و سنجش قرار داده اند.

ماسار و همکاران(۲۰۱۹) در سیزدهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل به بررسی وضعیت مدیریت ریسک پروژه در بخش حمل و نقل پرداختند که هدف اصلی آنها توصیف . تجزیه و تحلیل وضعیت فعلی ارزیابی ریسک پروژه در اروپا، آسیا، آفریقاو امریکا بود. در همان سال محمدی و ناظمی بر روی مسئله محاسبات بهینه سازی با توجه به سناریو ارزش ریسک تمرکز کردند، ایده اصلی آنها جایگزینی مدل پورتفلوی انتخاب با مسائل برنامه ریزی خطی بود و از مدل شبکه عصبی برای حل مدل برنامه ریزی خطی استفاده کرند. همچنین عباس و همکاران نیز یک روش ترکیبی را برای پیش بینی نرخ تولید و خطرات ناشی از ان در میدان نفتی ارائه کردند. بهدانی و همکاران(۲۰۱۹) با توجه به پیچیدگی های زنجیره عرضه جهانی یک چارچوب شبیه سازی عامل گرا برای کنترل و مدیریت اختلالات برای مقابله با افزایش آسیب پذیری کسب و کارهای جهانی بویژه در شرکت های تولید مواد شیمیایی ارائه کردند. همچنین ونگ و همکاران(۲۰۱۸) نیز در مقاله ای به اندازه گیری پیچیدگی و تجزیه و تحلیل شبکه زنجیره تامین تحت ریسک های اختلال پرداختند و یک روش اندازه گیری کمی بر پایه مدل DSM پیشنهاد داده و رابطه داخلی بیم ارزش پیچیدگی، اندازه شبکه و احتمال ارتباط را تحلیل کردند. کمال احمدی و دولت پرست (۲۰۱۷)در مطالعه ای با عنوان ارزیابی استراتژی های کاهش اختلال زنجیره تامین، به ارزیابی اثربخشی سه روش موجودی پیش فروش، تامین کنندگان پشتیبان و تامین کنندگان محافظت شده برای مقابله با دو نوع اختلال، اختلال عرضه و اختلال زیست محیطی پرداخته اند. آنها یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح دو هدفه را برای انتخاب تامین کننده و سفارش ارائه داده و به تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان، ریسک، وابستگی و هزینه ها بر روی هر یک از استراتژی ها برای انتخاب تامین کننده و تخصیص تقاضا و توانایی توسعه زنجیره تامین تحت ریسک های زنجیره تامین پرداختند. همچنین راجش و راوی (۲۰۱۵)یک مدل جدید را برای کاهش ریسک زنجیره تامین معرفی کردند. آنها بر روی توانمندسازها ی عمده کاهش ریسک زنجیره تامین با تمرکز روی زنجیره های تامین الکترونیکی تاکید کردند. در این تحقیق ترکیبی از تئوری خاکستری و دیمتل برای یافتن رابطه علت و معلولی بین توانمندسازهای کاهش ریسک زنجیره تامین بکارگرفته شده است. زگردی و داورزنی (۲۰۱۲) یک مدل پتری نت را به عنوان ابزاری برای تشخیص انتشار اختلال و اثر آن روی عملکرد تولید زنجیره تامین توسعه دادند، مدل نشان می دهد که چگونه تغییرات در زنجیره گسترش می یابند و اثر اختلالات را بر روی زنجیره تامین محاسبه می کند. داورزنی و همکاران (۲۰۱۱)، اثرات سه استراتژی (تک، دو و سه منبعی) را برای کنترل اختلالات در زنجیره تامین مقایسه کردند. تمرکز اصلی این کار روی تعیین سهم هر تامین کننده و پیدا کردن سیاست های منبع یابی مناسب با توجه به احتمالات مختلف از اختلال بوده است. لذا نتیجه مرور مطالعات و تحقیقات گذشته و بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که بیشتر مقالات و تحقیقات انجام شده به موضوعات مفاهیم مدیریت ریسک زنجیره تامین، ارایه مطالعات میدانی و موردی و مرور ادبیات پرداخته‌اند و موضوعاتی از قبیل کاربرد رویکردهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی بسیار محدود می‌باشد. لذا با توجه به اهمیت این مسئله ریسک در این تحقیق سعی بر این

بوده است روابط بین اختلالات مورد بررسی قرار گیرد و نهایتا مشخص گردد که اختلالات چه هزینه ای را به زنجیره تحمیل می کنند.

۳- ارائه مدل پژوهش

بطور کلی مدل از سه بخش تشکیل شده است. در بخش اول با استفاده از مرور تحقیقات گذشته و تکنیک گروه اسمی اختلالات موجود در زنجیره شناسایی شده اند، در بخش دوم برای تعیین ارتباط بین اختلالات و میزان تاثیر آنها بر روی یکدیگر از مدل دیمتل فازی استفاده شده است و در بخش سوم برای رتبه بندی اختلالات الگوریتم فرا ابتکاری ژنتیک بکاربرده شده است. در شکل شماره ۱ مدل پیشنهادی تحقیق نمایش داده شده است.



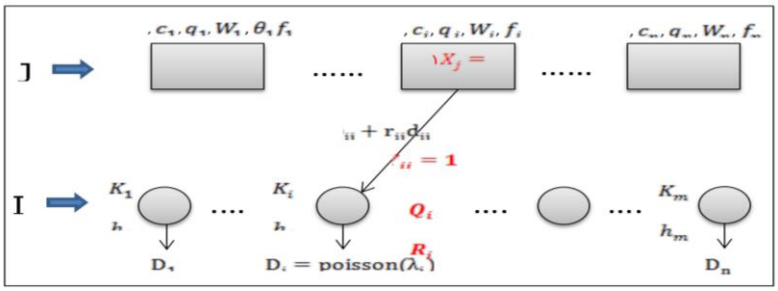
شکل۱. فلوچارت کلی مدل پیشنهادی

با توجه به اهمیت مساله روابط بین اختلالات در زنجیره تامین و در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت پارامترهای این مساله ، در این بخش یک مدل ریاضی یکپارچه‌ی انتخاب تامین‌کننده برای هر کارخانه برای شبکه زنجیره تامین با پارامترهای تصادفی ارائه شده است که تابع هدف آن، کاهش مجموعه هزینه های زنجیره تامین است که با استفاده از نرم افزار متلب حل شده است.

در این تحقیق یک شبکه زنجیره تامین دو سطحی را در نظر گرفته شده است که در سطح اول کارخانه های تولیدی ودر سطح دوم تامین کننده ها قرار دارند. در این مدلسازی تقاضای هر کارخانه بصورت تصادفی و روزانه تعریف و فرض گردیده است که تامین کنندگان و کارخانه ها با اختلالات روبرو هستند. در مدل طراحی شده اختلالات با دو پارامتر تناوب خرابی و مدت زمان خرابی، وهمچنین یک پارامتر وزن که خروجی مدل دیمتل می باشد، تعریف شده اند که بر روی ظرفیت، کمبود موجودی، عملکرد حمل ونقل تامین کنندگان، میزان تقاضای روزانه کارخانه و هزینه ها تاثیر خواهند داشت. هدف اصلی پژوهش حداقل سازی هزینه‌ها است. شکل ۲ ساختار تصویری مساله تک منبعی را نمایش می دهد. هزینه‌های سیستم تک منبعی نیز بصورت زیر تعریف می‌گردند:

به‌طورکلی هزینه‌های سیستم در سه دسته جای می‌گیرند.

۱) هزینه‌های انتخاب تأمین‌کنندگان و بستن قرارداد با آن‌ها
۲) هزینه‌های سیستم موجودی کارخانه شامل هزینه‌های نگهداری، سفارش، کمبود، خرید.
۳) هزینه‌های حمل‌ونقل بین کارخانه و تأمین‌کنندگان.



شکل ۲. ساختار تصویری مدل تک منبعی

در شکل ۱ پارامترها مدل عبارتند از:

I : مجموعه کارخانه‌ها

J : مجموعه تأمین‌کنندگان پیش گزیده

c_j : هزینه خرید هر واحد از تامین کننده j

f_j : هزینه ثابت قرارداد با تأمین‌کننده j

p_{ij}: هزینه ثابت حمل سفارش به کارخانه i از تأمین‌کننده j توسط هر کامیون

r_{ij} : هزینه متغیر حمل موجودی به کارخانه i از تأمین‌کننده j توسط هر کامیون

d_{ij} : فاصله بین کارخانه i و تأمین‌کننده j

LT_{ij} : مدت زمان تحویل سفارش تأمین‌کننده i به کارخانه j

s_i : هزینه هر واحد سفارش معوّق در کارخانه i

K_i : هزینه ثابت سفارش کارخانه i

h_i : هزینه نگهداری هر واحد موجودی در کارخانه i

Q_j^{min} : حداقل مقدار قابل سفارش از تأمین‌کننده j

q_i^{min} : حداقل سطح کیفیت قابل پذیرش برای کارخانه i

W_j : ظرفیت خروجی سالانه تأمین‌کننده j

q_j : درصد محصولات با کیفیت خوب توسط تأمین‌کننده j

θ_j : نرخ فراوانی توقف ها(اختلال)

V_j : بازه اختلال j (مدت زمان اختلال)

wh_j: وزن اختلال j

D_i : مقدار تقاضای کارخانه i

M: ظرفیت کامیون‌ها

متغیرهای تصمیم نیز شامل موارد زیر می باشد:

X_j : اگر تأمین‌کننده j انتخاب شود برابر ۱ و در غیر این صورت برابر ۰ است.

Y_{ij} : میزان تقاضای ارضا شده سالانه کارخانه i توسط تأمین‌کننده j

Q_{ij} : مقدار هر بار سفارش کارخانه i از تأمین‌کننده j

R_{ij} : نقطه سفارش مجدد کارخانه i از تأمین‌کننده j

با توجه به تعریف پارامترها، متغیرهای تصمیم و هزینه های سیستم، مدل حاصله مطابق رابطه ۱ فرموله گردیده است.

رابطه ۱)

$$\min S(X,Y,Q,R) = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J}\frac{n_j(R_i)E[D_i]Y_{ij}}{Q_i}$$

$$\min G(X,Y,Q,R)=\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}c_j E[D_i]Y_{ij}+\sum_{j\in J}f_i X_j+\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}\left\{\frac{(p_{ij}+r_{ij}d_{ij})E[D_i]Y_{ij}}{M}\right\}+$$
$$\sum_{i\in I}\frac{K_i E[D_i]}{Q_i}+\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}h_i\left[\frac{Q_i}{2}+R_i-E[LTD]\right]Y_{ij}+\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}\frac{s_i n_j(R_i)E[D_i]Y_{ij}}{Q_i}$$

$$St:$$
$$\sum_{j\in J}Y_{ij}=1,\forall i\in I$$
$$Y_{ij}\le X_j,\forall i\in I,\forall j\in J$$
$$\sum_{i\in I}E[D_i]Y_{ij}\le W_j X_j,\forall i\in I,\forall j\in J$$
$$q_j X_j\ge q_i^{min}Y_{ij},\forall i\in I,\forall j\in J$$
$$Q_i\ge Q_j^{min}Y_{ij},\forall i\in I,\forall j\in J$$
$$Q_i\ge 0,\forall i\in I$$
$$Y_{ij}\in\{0,1\},\forall i\in I,\forall j\in J$$
$$X_j\in\{0,1\},\forall j\in J$$

متغیرهای تصمیم در این تحقیق شامل ۴ نوع متغیر هستند. انتخاب تامین کنندگان یک بردار باینری با ابعاد 1×M می باشد.تعیین اینکه در هر روز حمل کالا از تامین کننده به هر کارخانه انجام شود یا نه، یک مسئله انتخاب باینری با ابعاد N×M است که N تعداد کارخانه ها و M تعداد تامین کننده ها است.. علاوه بر دو نوع متغیر تصمیم ذکرشده، متغیرهای دیگر شامل مقدار کالای سفارش داده شده در هر روز به تامین کنندگان، تعیین نقطه سفارش مجدد هر تامین کننده هستند . در مدل فوق، پارامترهای مختلفی برای عدم قطعیت سیستم در نظر گرفته شده که بصورت تصادفی تعریف شده اند.

همچنین اختلال در کل سیستم بصورت عدم تامین کالا، اضافه تقاضا، حوادث عملیاتی و حوادث طبیعی مانند سیل و زلزله و ... در نظر گرفته شده است که با سه فاکتور تناوب رخداد اختلال ، طول زمانی اختلال و معیاری به عنوان وزن اختلال که توسط تکنیک دیمتل محاسبه می گردد، تعریف شده اند. در این مساله تقاضای کارخانه ها بصورت غیر قطعی و تصادفی با توزیع پواسون (λ) و بصورت روزانه تعریف شده است.

در این مقاله یک روش ترکیبی دیمتل فازی[1] و الگوریتم ژنتیک[2] مبتنی بر جستجوی متاهیوریستیک ارائه شده است. الگوریتم‌های متاهیوریستیک یا مبتنی بر جمعیت بوده و مکانیزم جستجوی سراسری

خوبی دارند، و یا تک-جمعیتی هستند و قابلیت بالایی برای جستجوی محلی دارند. روش دیمتل فازی به بررسی روابط بین معیارها و زیرمعیارها می-پردازد و توسط ماتریس ارتباط کل معیارهای تاثیرگذار و تاثیرپذیر (یا به عبارتی دیگر علت و معلول) را مشخص می‌سازد. این روش از روشهای تصمیم گیری چند شاخصه می باشد. همان طور که از نام این روش پیداست تمامی محاسبات در محیط فازی صورت می گیرد. الگوریتم ژنتیک متداولترین الگوریتم تکاملی مبتنی بر جمعیت است. این الگوریتم علاوه بر استراتژی جستجوی سراسری[۳] قوی (با استفاده از عملگر ترکیب) دارای قابلیت فرار از مینیمم‌های محلی (با استفاده از عملگر جهش ژنی) می‌باشد.

۳-۱- تکنیک دیمتل فازی

در بخش اول برای تعیین ارتباط بین اختلالات و میزان تاثیر آنها بر روی یکدیگر از مدل دیمتل فازی استفاده شده است. روش دیمتل فازی یک روش گسترده برای تحلیل یک ساختار براساس روابط علی بین مولفه های مهم است.

مراحل روش دیمتل فازی: (Faezi& khatami,2014)

مرحله اول: با توجه به جدول ۱ می توان از اعداد فازی مثلثی برای قضاوت استفاده کرد.

جدول ۱: طیف مورد استفاده در تکنیک دیمتل

عبارت کلامی	مقدار فازی
بدون تاثیر	(0, 0.1, 0.3)
تاثیر خیلی کم	(0.1, 0.3, 0.5)
تاثیرکم	(0.3,0.5, 0.7)
تاثیر زیاد	(0.5, 0.7, 0.9)
تاثیر خیلی زیاد	(0.7, 0.9, 1)

مرحله دوم: ماتریس فازی اولیه روابط مستقیم بصورت زیر تکمیل می‌گردد که در آن $\tilde{z}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ مقادیر فازی مثلثی می باشند.

رابطه(۲)

$$\tilde{Z} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12} & \cdots & \tilde{z}_{1n} \\ \tilde{z}_{21} & 0 & \cdots & \tilde{z}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{n1} & \tilde{z}_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

مرحله سوم: از طریق نرمال کردن مقادیر ماتریس فازی اولیه، ماتریس فازی نرمال شده را بصورت زیر خواهد بود.

رابطه ۳)

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & 0 & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{\tilde{R}} = \left(\frac{\tilde{z}_{ij,l}}{r_l}, \frac{\tilde{z}_{ij,m}}{r_m}, \frac{\tilde{z}_{ij,u}}{r_u}\right)$$

$$r_s = \max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n} \tilde{z}_{ij,s}\right), (s = l, m, u)$$

مرحله چهارم: در این مرحله ماتریس نهایی روابط را از رابطه ۴ بدست می آید که درآن $\tilde{t}_{ij}$ نرخ تاثیر تصمیم گیرنده برای هر معیار i در مقابل هر معیار J خواهد بود.

رابطه(۴)

$$\tilde{T} = \lim_{n\to\infty}\left(\tilde{X} + \tilde{X}^2 + \cdots + \tilde{X}^w\right) = \tilde{X}(1 - \tilde{X})^{-1}$$

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \tilde{t}_{12} & \cdots & \tilde{t}_{1n} \\ \tilde{t}_{21} & \tilde{t}_{12} & \cdots & \tilde{t}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \tilde{t}_{n2} & \cdots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix}, \qquad \tilde{t}_{ij} = (t_{ij,l}, t_{ij,m}, t_{ij,u})$$

مرحله پنجم: در ادامه می توان از طریق محاسبه جمع سطری و ستونی ماتریس t_l, t_m, t_u مقادیر $\tilde{R}_i$ و $\tilde{D}_i$ را بدست می آورد.

رابطه ۵)

$$\tilde{D}_i = \sum_{i=1}^{n} \tilde{t}_{ij} \text{ and } \tilde{R}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{t}_{ij}$$

مرحله ششم: در پایان مقادیر $\tilde{R}_i$ و $\tilde{D}_i$ را بااستفاده از روش مناسب دیفازی می گردیده سپس دو مقدار $\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ و $\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ که نشان دهنده میزان تاثیرگذاری و تاثیر پذیری متغیرها خواهند بود را محاسبه می شوند.

مرحله هفتم: برای محاسبه ارزش اختلال در مدل ریاضی، نیاز به وزن اختلال ها(نرخ تاثیر گذاری) داریم که با استفاده از رابطه ۶ این مقدار را محاسبه می گردد.

رابطه ۶)

$$w_i=\{(\widetilde{D}_i^{def}+\widetilde{R}_i^{def})^2+(\widetilde{D}_i^{def}-\widetilde{R}_i^{def})^2\}^{1/2}$$

در ادامه با استفاده از رابطه ۷ مقادیر وزن را نرمال می شود.

رابطه ۷)

$$w_i=\frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$

۳-۲- فاز الگوریتم ژنتیک

در الگوریتم ژنتیک فرآیند جستجو با تولید یک جمعیت اولیه تصادفی از کروموزوم‌ها آغاز می‌گردد. یک کروموزوم کدگذاری می‌شود. برای تولید یک کروموزوم اولیه در روش پیشنهادی، ۲ ساختار باینری به‌صورت تصادفی ایجاد می‌شوند. همچنین مقادیر هر کدام از ۲ ساختار مقداری به‌صورت تصادفی در محدوده مجاز انتخاب می‌شوند. پس از ایجاد جمعیت اولیه، در هر تکرار از الگوریتم ژنتیک دو مرحله کلی وجود دارد: مرحله اول ارزیابی خطای راه‌حل‌های تولید شده، و مرحله دوم بروز رسانی جمعیت. این دو مرحله پی‌درپی به صورت تکراری اجرا می‌شوند، تا زمانی که شرط خاتمه الگوریتم (به اتمام رسیدن تعداد تکرارهای الگوریتم) فرا برسد. بروز رسانی جمعیت شامل سه فاز است: بازترکیبی[۴] ، ترکیب[۵] و جهش[۶] ، که به ترتیب Pr ، Pc و Pm درصد از نسل بعد را ایجاد می‌کنند. در اینجا این مقادیر به ترتیب ۱۰٪ و ۵۰٪ و ۴۰٪ تعیین شدند. در فاز بازترکیبی به تعداد Pr درصد از بهترین کروموزوم‌های نسل جاری (که کمترین خطای تابع هدف را حاصل کرده‌اند) مستقیما به نسل بعد منتقل می‌شوند. در این تحقیق از اپراتورهای مختلفی برای ترکیب و جهش استفاده شده است که در ادامه بررسی می‌شوند.

- **عملگر ترکیب**

برای تولید یک فرزند[۷] با استفاده از عملگر ترکیب، ابتدا دو والد از بین کروموزوم‌های جاری با استفاده از روش چرخ رولت با ضریب توانی ۲ انتخاب می‌شوند. در این تحقیق از عملگر ترکیب یکنواخت[۸] برای تمامی ساختارهای باینری و مقداری استفاده شده است. برای تولید هر فرزند با استفاده از عملگر ترکیب یکنواخت، هر ژن فرزند (در هر کدام از ۴ ساختار مختلف) به‌صورت تصادفی از همان ژن والد اول یا والد دوم منتقل می‌شود.

- **عملگر جهش**

برای تولید یک کروموزوم با استفاده از عملگر جهش، ابتدا یک کروموزوم با استفاده از روش چرخ رولت با ضریب توانی ۲ انتخاب می‌شود. سپس یکی از ۴ ساختار آن به‌صورت تصادفی انتخاب شده و جهش بر روی آن انجام می‌شود. در این مقاله از دو روش جهش باینری[۹](معاوضه، تغییر) ودو روش جهش مقداری[۱۰] (معاوضه ، تغییر) استفاده شده است. در روش جهش معاوضه باینری[۱۱] یک ژن به‌صورت تصادفی در ساختار انتخاب شده و مقدار آن متمم می‌شود (اگر صفر باشد به یک و اگر یک باشد به صفر تغییر می‌یابد). همچنین در روش جهش معاوضه مقداری[۱۲] یک ژن به‌صورت تصادفی در ساختار مقداری انتخاب شده و مقدار آن در بازه مجاز برای آن ژن به‌صورت تصادفی تغییر می‌کند. در روش جهش تغییری باینری[۱۳] دو ژن به‌صورت تصادفی در ساختار انتخاب شده و جای صفر و یک عوض می شود. همچنین در روش جهش تغییر مقداری[۱۴] دو ژن به‌صورت تصادفی در ساختار مقداری انتخاب شده و مقدار آن ها با هم جا بجا می شود.

۴- مثال عددی

از آنجا که اعتبار و استحکام هر پژوهش، به کاربردی کردن آن می‌باشد. در ابتدا از طریق مطالعه سوابق موجود و مصاحبه های متعدد با افراد متخصص و برگزاری جلسات طوفان فکری ۴ اختلال شناسایی

شد. آن چیزی که به عنوان اختلالات در این تحقیق در نظر گرفته شده است عبارتند از:

اختلال تامین کننده، اختلال اضافه تقاضا(تقاضای روزانه ممکن است به دلیل اختلالات بوجود آمده ،در یک روز خاص دچار افزایش لحظه ای تقاضا گردد)، اختلال حمل و نقل و اختلال فاجعه بلایای طبیعی.

این رخـدادها از یکـدیگر مسـتقل نیسـتند و یـک رخداد می تواند عاملی برای رخداد دیگری باشد و این اختلالات دارای ارتباط متقابلی با یکدیگر مـی باشـند، لذا در این تحقیق با استفاده از تکنیـک دیمتـل فـازی تاثیر ارتباط متقابل بین این اختلالات را مورد بررسـی قرار گرفت که خروجی مدل دیمتل در جدول ۲ تا ۶ و دیاگرام علی بین اختلالات در شـکل ۳ ارائـه گردیـده است.

جدول ۲: میانگین نظرات خبرگان

میانگین نظرات	C1			C2			C3			C4			
	L	M	U	l	m	U	L	M	u	L	m	U	Uj
C1	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.56	0.76	0.93	0.23	0.43	0.63	3.26
C2	0.56	0.76	0.93	0	0.1	0.3	0.7	0.9	1	0.3	0.5	0.7	3.43
C3	0.56	0.76	0.93	0.63	0.82	0.96	0	0.1	0.3	0.23	0.36	0.56	3.25
C4	0.63	0.82	0.96	0.63	0.82	0.96	0.63	0.82	0.96	0	0.1	0.3	3.81

جدول ۳: ماتریس نرمالیزه شده

ماتریس نرمالیزه شده	C1			C2			C3			C4		
	L	M	u	L	M	U	L	M	U	l	M	U
C1	0	0.03	0.08	0.13	0.18	0.24	0.15	0.2	0.24	0.06	0.11	0.17
C2	0.15	0.2	0.24	0	0.03	0.08	0.18	0.24	0.26	0.03	0.13	0.18
C3	0.15	0.2	0.24	0.17	0.22	0.25	0	0.03	0.08	0.06	0.09	0.15
C4	0.17	0.22	0.25	0.17	0.22	0.25	0.17	0.22	0.25	0	0.03	0.08

جدول۴: ماتریس روابط کل

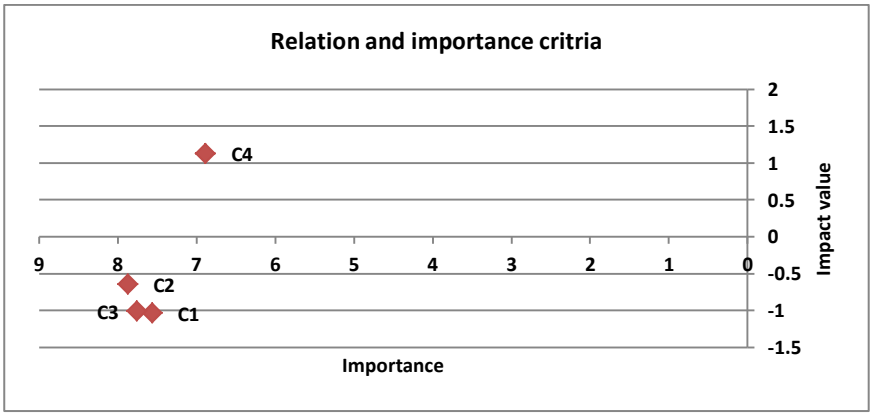
ماتریس روابط کل	C1	C2	C3	C4
C1	(0.08,0.34,1.99)	(0.19,0.46,2.07)	(0.22,0.5,2.16)	(0.08,0.29,1.55)
C2	(0.08,0.52,2.17)	(0.2,0.35,1.97)	(0.24,0.56,2.22)	(0.06,0.33,1.6)
C3	(0.22,0.49,2.12)	(0.23,0.49,2.07)	(0.1,0.35,2.1)	(0.09,0.28.1.53)
C4	(0.27,0.58,2.43)	(0.27,0.57,2.36)	(0.28,0.6,2.46)	(0.05,0.27,1.69)

جدول۵: ماتریس نتایج فازی

	D+R	D-R
C1	(1.53,4.29,20.14)	(-0.29,-0.67,-2.52)
C2	(2.43,4.34,20.37)	(-0.45,-0.36,-1.4)
C3	(1.81,4.39,20.43)	(-0.37,-0.73,-2.19)
C4	(1.36,3.82,18.55)	(0.56,0.8,2.37)

جدول۶: ماتریس نتایج دیفازی

	D+R	D-R	w_i	W_I(وزن نرمالیز شده)
C1	7.56	-1.03	7.629843	0.25
C2	7.87	-0.64	7.89598	0.26
C3	7.75	-1.005	7.814891	0.26
C4	6.88	1.13	6.97218	0.23



شکل ۳. روابط علی بین اختلالات

در شکل شماره ۳ (نمودار علی)، محور X ها شامل $(D+R)^{def}$ است که مقدار آن همیشه مثبت بوده و وزن یا اهمیت آن عامل در سیستم را نشان می‌دهد و محور Y ها شامل $(D-R)^{def}$ می باشد که اگر مثبت باشد عامل تاثیرگذار قطعی بوده و در غیر اینصورت تاثیر پذیر قطعی است که از آن با نام نسبت اثرگذاری در سیستم یاد می شود. نمودار علی این مساله نشان می‌دهد که اختلال چهارم به عنوان عامل تاثیر گذار قطعی می باشد و اختلال های اول و دوم و سوم تاثیرپذیر می باشند. در ادامه با توجه به مدل ارائه شده و تعریف مربوط به هر یک از پارامترها و متغیرهای مساله در بخش قبلی، در این بخش مقادیر کمی در نظر گرفته شده برای پارامترهای مدل در جدول شماره ۷ تعریف شده و مدل مورد نظر با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری حل شده است.

جدول ۷. مقادیر کمی پارامترهای مساله

I=5 J=5 Duration: 365 day c_j : (5-10) f_j : rand [1,2]*w s_i : rand [30,50] K_i : rand [10000,20000] h_i : (0.05-0.1) p_{ij} : rand [100,200] r_{ij} : (5-10) λ_i: rand [50, 100] Q_j^{min}: round(D/50) q_i^{min}:(0.6-0.8)	q_j:(0.7- 0.9) θ_j : rand [0,5](num/ year) V_j:(1-5) day wh_j:0.25 θ_i : rand [0,3](num/ year) V_i:(1-5) day wh_i:0.26 θ_t : rand [0,2](num/ year) V_t:(1-21) day wh_t :0.26 θ_{nd} : rand [0,1](num/ year) V_{nd} :(1-5) day wh_{nd}:0.23 D_iتصادفی با تابع توزیع پواسون: M: 500

۴-۱- ارزیابی ریسک

ریسک در واقع تهدیدی است که نقاط آسیب‌پذیر را مورد بهره‌برداری قرار داده و می‌تواند موجب وارد شدن آسیب و خسارت به یک دارایی شود.در این بخش برای بررسی اختلالات سه پارامتر: (۱) فرکانس اختلال θ ، (تعداد اختلالات در سال)، یا به عبارتی تعداد اختلالاتی در سال، که می تواند منجر به توقف خطوط تولید گردد)، (۲) بازه اختلال V(مدت زمانی است اختلال طول می کشد) و (۳) وزن یا میزان تاثیر گذاری هر اختلال w (با استفاده از تکنیک دیمتل و

روابط بین اختلالات) در نظر گرفته شده است. سپس به بررسی تاثیر هریک از اختلالات بر روی مدل پرداخته شده است که نتایج در جدول شماره ۸ ارائه شده است.

جدول ۱۰. مقایسه چهار شکل اختلال

انواع اختلال / پارامتر	تامین	تقاضا	حمل و نقل	بلایای طبیعی
θ	Rand[0,5]	Rand[0,3]	Rand[0,2]	Rand[0,1]
V	5	5	14	60
W	0.25	0.26	0.26	0.23
مقدار تابع هدف	4.2398e+06	5.6478e+05	3.4773e+06	4.5472e+06

مدیریت ریسک زمانی به کمک ما می‌آید که ما نمی‌دانیم صرف کردن زمان، انرژی و پول برای حذف یک ریسک نسبت به هزینه‌ی رخ داد آن به صرفه است یا خیر. آنچه در این تحقیق به عنوان معیاری برای ارزیابی اختلال ها در نظر گرفته شده است بعد مالی و هزینه ای است که هر یک از اختلالات بدنبال دارند. که در این تحقیق سعی شد با تعریف تابع هزینه این مقدار اندازه گیری شود. جدول بالا میزان هزینه ناشی از تاثیرگذاری هر یک از اختلالات براساس میزان تناوب و فرکانس رخداد اختلال و شدت اثر آنها بر روی زنجیره تامین است. در مقایسه بین اختلال ها با توجه به مقادیر هزینه، می توان دید که اختلال مربوط به بلایای طبیعی اگرچه دارای کمترین مقدار تناوب(بطور تصادفی حداکثر یکبار در سال) در سال می باشد اما منجر به بیشترین مقدار خسارت به زنجیره تامین و هزینه ای معادل 4.5472e+06می-گردد، سپس اختلال مربوط تامین با هزینه ای معادل 4.2398e+06و اختلال حمل و نقل با هزینه ای معادل 3.4773e+0و اختلال مربوط به اضافه تقاضا با تناوب تکرار حداکثر ۳ با در سال ، با بازه حداکثر ۵ روزه دارای کمترین اثر بر روی زنجیره تامین و هزینه ای معادل 5.6478e+05 می باشد، به عبارتی اختلال چهارم بیشترین مقدار تاثیرگذاری را بر روی زنجیره تامین دارد.

۵ - نتیجه‌گیری

در حال حاضر برای شرکت‌ها ریسک‌هایی که پتانسیل بالا برای از بین بردن نقدینگی و دارایی‌های شرکت را دارند بسیار مهم هستند، چرا که بقای شرکت یا سازمان و عدم ورشکستگی آن به این نوع ریسک‌ها بستگی دارد. در حال حاضر تغییرات رادیکال در عرصه اقتصاد کلان نیز در مقوله ریسک‌های فوق‌العاده بزرگ می‌گنجندو وقتی که از دید صاحبان بنگاه‌های تجاری به‌طور منطقی به قضیه بنگریم، متوجه می‌شویم که برای آن‌ها بسیار عجیب است که مدیران ارشد، مدیران عامل و مدیران ریسک سازمان‌ها بسیار کم وقت برای شناخت، ارزیابی کمّی و آمادگی برای پیشگیری از ریسک‌ها در اقتصاد کلان می‌گذارند.

در این تحقیق با توجه به اهمیت ریسک های وارده به زنجیره تامین به شناسایی و ارزیابی ریسک اختلال در زنجیره تامین، جهت بهینه سازی مسئله با هدف کاهش هزینه پرداخته شد. در این مقاله به منظور تعیین چگونگی تاثیر بروز اختلال های مختلف بر یکدیگر و بر زنجیره تامین به بررسی تاثیر چهار اختلال (تامین کننده ؛ اضافه تقاضا، حمل و نقل، فاجعه بلایای طبیعی) با استفاده از تکنیک دیمتل پرداخته شده است و خروجی مدل دیمتل به عنوان پارامتر وزن برای اختلالات در نظر گرفته شده است. و سپس مدل با الگوریتم ژنتیک حل گردیده است. با توجه به نتایج دیده شد که اختلال مربوط به بلایای طبیعی اگرچه دارای کمترین مقدار تناوب اختلال در سال می باشد اما منجر به بیشترین مقدار خسارت به زنجیره تامین می گردد و اختلال مربوط به اضافه تقاضا دارای کمترین اثر بر روی زنجیره تامین می باشد. بنابراین با توجه به تجزیه و تحلیل های انجام شده، توصیه می شود قبل از عقد قرارداد با تامین کنندگان از ظرفیت آنان اطلاع حاصل گردد و تامین کننده های جایگزینی را در نظر داشت که در موارد

لزوم از انها استفاده کرد. پیش بینی درست تقاضا، برنامه ریزی در تحویل به موقع و بهبود سیستم های حمل و نقل و برنامه ریزی مناسب تولید از مواردی هستند که تاثیر شایانی در کاهش اختلال دارند بنابراین می توان نتیجه گرفت، اثراتی که هر یک از این اختلالات بر زنجیره می گذارند متفاوت می باشد و توجه به اختلال ها و ارزیابی آنها بایستی از اولویت های کار در بحث مدیریت ریسک باشد.

فهرست منابع

* اسلامی بیگدلی، غ.، جلیلی،ص.، (۱۳۸۸). سنجش عملکرد مدیریت زنجیره تامین با رویکرد ارزیابی متوازن. فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مدیریت، سال ۲ شماره ۱.
* ربانی، م.، معنوی زاده، ن.، فرشباف گرانمایه، ا.، (۱۳۹۴)، طراحی چندهدفه زنجیره تأمین با در نظر گرفتن ریسک اختلال تسهیلات، عرضه و تقاضا در شرایط غیر قطعی بودن پارامترهای اقتصادی. فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال سیزدهم، شماره ۷۳.
* حیاتی، م.، عطایی، م.، خالو کاکایی، ر.، صیادی، ا.، (۱۳۹۳)، ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک در زنجیره تامین با استفاده از روش تحلیل تاکسونومی (مطالعه موردی: مجتمع ذوب آهن اصفهان). مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، شماره۱،ص ۱۰۳-۸۵.
* حیاتی، م.، عطایی، م.، خالو کاکایی، ر.، صیادی، ا.، (۱۳۹۲)، ارائه مدلی برای ارزیابی ریسک های زنجیره تامین با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چند شاخصه. فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال دوازدهم، شماره ۳۴.
* فکورثقیه، ا.، الفت، ل.، (۱۳۹۳)، مدیریت ریسک زنجیره تامین با رویکرد شناسایی و مواجهه با نقاط آسیب زا با استفاده از تاپسیس فازی. نشریه علمی پژوهشی مدیریت فردا، سال سیزدهم، شماره ۳۸.
* مقدس، ز.، واعظ قاسمی، م.، رحمانی پرچکلایی، ب.، (۱۳۹۶)، انتخاب بهترین تامین کننده با ورودی و خروجی های انعطاف پذیر در مدیریت زنجیره تامین با تحلیل پوششی داده ها، پژوهش های نوین در ریاضی، سال ۳، شماره ۱۱.
* محمدزاده سقاء، پ.، ابراهیمی، ا.، لطفی، م.، (۱۳۹۷). بهینه سازی هزینه، زمان و نرخ قابلیت اطمینان سیستم حمل و نقل در زنجیره تامین چهارسطحی، با بهره گیری از برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط. فصلنامه علمی پژوهشی حسابداری مدیریت، سال ۱۱ شماره ۳۸.
* محمدی، ع.، شجاعی، ع.، (۱۳۹۵)، ارئه مدل جامع مولفه های مدیریت ریسک زنجیره تامین-رویکرد فرا ترکیب. پژوهش های مدیریت اجرایی، سال هشتم، شماره۱۵.
* میرغفوری، ح.، شریف ابادی، ع.، اردکانی، ف.، (۱۳۹۲)، طراحی مدلی برای ارزیابی ریسک زنجیره تامین با رویکرد شبکه عصبی. فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال یازدهم، شماره ۳۰.
* Abbas, M., Khan, F., Zendehboudi, S., Adebigba, S., (2019). Dynamic Risk assessment of Reservoir Production Using Data-Driven Probabilistic Approach. Journal of Petroleum Science and Engineering.
* Behdani, B., Lukszo, z., Srinivasan, R., (2019). Agent- oriented simulation framework for handling disruptions in chemical supply chains. Computers& Chemical Engineering. Volume 122, pages 306-325.
* Chapman, C. B., Ward, S. C., (2003). Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights. John Wiley, Second edition. UK: Chichester
* Faeezi-Rad, M.A., Khatami, M.A., (2014). Positioning business in uncertain condition by weighing a competitive profile matrix using the fuzzy DEMATEL. Management Science Letters, 4, 1425-1432.
* Faisal, M. N. Banwet, D.K. and Shankar, R. (2006),"Supply Chain Risk Mitigation: Modeling the Enablers", Business Process Management Journal, Vol.12, No4, PP.535-552.
* Kamalahmadi, M., Mellat Parast, m., (2017). An assessment of supply chain

یادداشت‌ها

[1] Fuzzy Dematel
[2] Genetic Algorithm (GA)
[3] Global Search
[4] Recombination
[5] Crossover
[6] Mutation
[7] Offspring
[8] Uniform
[9] Binary Swap Mutation & Binary Exchange Mutation
[10] Value Swap Mutation & Value Exchange Mutation
[11] Binary Swap Mutation
[12] Value Swap Mutation
[13] Binary Exchange Mutation
[14] Value Exchange Mutation

disruption mitigation strategies. International Journal of Production Economics. Volume 184, pages 210-230.

* Masar, M., Hadikava, M., Simak, L., Brezina, D., (2019). The current state of project risk management in the transport sector. 13th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport
* MehraliDehnavi, Masoume, Aghaei, Abdollah and Sattak, Mostafa (2011). Supply Chain Risk Management: Literature Review, Nineth Internatonal Conference in Managemenr.
* Mirfakhreddini, Seyed Heydar, Ardakani, Davod. Rezaei, Morteza (2011). Using MCDM in Supply Chain Risk Factors in SME, Industrial Management Study, 8(21), 107-130. (in Persian)
* Mohammadi, S., Nazemi, A., (2019). On portfolio management with value at risk and uncertain returns via an artificial neural network scheme. Cognitive Systems Research.
* Thun, J. H., Hoenig, D., (2011). An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. Production Economics, 131 (1), 242-249.
* Wang, H., Gu, T., Jin, M., Zhao .R. Wang, G.U.,(2018). The Complexity measurement and evolution analysis of supply chain network under disruption risks. Chaos, Solation's & Fractals. Volume 116, pages 72-78.
* ZandHesami, Hesam and Savoji, Ava. (2012). Risk Management in Supply Chain Management, Development and Evolution journal, 9(1), 37-44.
* Zegordi, S.H., Davarzani, H., (2012). Developing a supply chain analysis model: Application of colored Petri-nets. Expert Systems with Applications, 39, 2102-2111.
* Zegordi, S.H., Davarzani, H., Norrman, A., (2011). Contingent management of supply chain disruption: Effects of dual or triple sourcing. Scientia Iranica E, 18, 1517-1528