پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۹، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۳، صص ۱۵۵-۱۸٦
نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زنجیره تامین با استفاده ازسیستم استنتاج فازی (مطالعه موردی شرکت دخانیات گیلان)

بابک اجلالی [۱]، محمدحسین کریمی گوارشکی [۲]، جعفر قیدر خلجانی [*۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران
۳. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰٤/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۹/۱۹

چکیده

مدیریت ریسک در زنجیره تامین و تاثیر آن بر رقابت‌پذیری و پویایی و چابکی صنایع بزرگ بعنوان یک فاکتور کلیدی جهت تصاحب سهم بازار و کاهش نفوذ رقبا و بقا شرکت‌های بزرگ محسوب می‌شود. در این رویکرد نوین با معرفی یک مدل سیستماتیک جهت استخراج هر ریسک از زیرمجموعه‌ای که به آن تعلق دارد، ریسک‌های موجود را در سیستم شناسایی نموده و مقدار هر ریسک را با استفاده از روش نمره اولویت خطرپذیری محاسبه می‌نماییم. سپس با معرفی یک مدل سیستم استنتاج فازی سه سطحی به عنوان ابزاری قدرتمند جهت تحلیل و تاثیر میزان هر ریسک در مدیریت زنجیره تامین به تحلیل نتایج خواهیم پرداخت. مدل نهایی در شرکت دخانیات گیلان به‌عنوان مطالعه موردی پیاده‌سازی شد، مدل سیستم استنتاج فازی را با نرم‌افزار متلب اجرا نموده و نتایج به‌دست آمده را با روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی مقایسه نموده و صحت نتایج تایید شد. این تحقیق با معرفی یک مدل جامع جهت کنترل و استخراج تمامی ریسک‌های محتمل در زنجیره تامین و تحلیل هر ریسک توسط سیستم استنتاج فازی به‌دلیل عملکرد بالا و سرعت پاسخگویی در شرایط غیرقطعی، می‌تواند به مدیران در ارتقا بهره‌وری و رقابت‌پذیری کمک نماید. یکی از مهمترین نتایج این تحقیق مشخص شدن وضعیت هر ریسک است که باید مدیران ارشد به سرعت با انجام اقدامات اصلاحی این ریسک‌ها (ریسک‌هایی که درسطح متوسط یا بالا قرار دارند) را کنترل نمایند.

کلیدواژه‌ها: مدیریت ریسک، شرکت دخانیات گیلان، سیستم استنتاج فازی، روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی

---

* نویسنده مسئول مقاله E-mail: kheljani@mut.ac.ir

۱- مقدمه و بیان مسئله

تاثیر عدم قطعیت (داده‌ها و اطلاعات ناهمگون) درپیش‌بینی تقاضا، خطا در طراحی، موانع موجود درتأمین و تدارک تجهیزات اصلی و مواد اولیه و تکنولوژی، تأثیر عوامل محیطی، سیاست‌های دولت و پیچیدگی جریان اطلاعات، ظهور رقبا وضعف در بودجه‌بندی، مشکلات حمل‌ونقل و بروز تصادفات، موجب چالش‌های جدی در سازمان‌ها و صنایع بزرگ گردید. [۱] در ابتدا سازمان‌ها به توسعه جزئیات استراتژی‌های بازاریابی توجه داشتند که تمرکز آن بر روی «رضایت» مشتریان بود، به تدریج با تاثیر پارامترهایی مانند مدیریت دانش، هیئت مدیره و مسئولیت اجتماعی و حسابرسی داخلی، امنیت سایبری[۱]، پایداری و مدیریت پروژه و عوامل کلان اقتصادی و افزایش انعطاف‌پذیری در خطوط تولید، بهبود و توسعه محصولات و فرآیندهای موجود رویکرد فوق توسعه یافت. سپس با به وجود آمدن چالش‌های جدی جهت تامین مواد اولیه و استراتژی‌های منبع‌یابی، در واقع ارایه محصول مطابق با نظر مشتریان و برقرای یک شبکه مرتبط با تامین‌کننده و تولید و توزیع‌کننده، زمینه‌ساز ظهور مدیریت زنجیره تامین گردید[۲]. مدیریت زنجیره تامین ابزار موفقیت صنایع بزرگ در محیط پویا کسب‌وکار و رقابت با رقبا است. مدیریت زنجیره تأمین یک رویکرد استراتژیک جهت مدیریت جریان مواد و اطلاعات در سراسر زنجیره تأمین تولید و توزیع محصولات و خدمات در زمینه‌ای وسیع از شرکای تجاری، تامین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان به‌کار می‌رود. عوامل مختلفی مانند جهانی شدن، پیشرفت در فناوری اطلاعات، شیوع بیماری‌های ویروسی، انقلاب صنعتی چهارم[۲]، برون‌سپاری و تولید فراسرزمینی[۳]، این تغییرات، مدیریت زنجیره تامین را به خصوص از نظر پایداری پیچیده‌تر کرده و آسیب‌پذیری آن را افزایش می‌دهد. فرآیند مدیریت ریسک در زنجیره تامین به مدیران ارشد کمک می‌نماید، تا به این اهداف دست یابند.[۳] مدیریت ریسک در زنجیره تامین با در نظر گرفتن کلیه فعالیت‌ها (در شرایط عدم قطعیت) به دنبال شناسایی و کشف وتحلیل و پاسخ به عواملی مانندسطح رقابت‌پذیری شرکت، سطح پاسخگویی عملیاتی، سطح توانایی تصمیم‌گیری، سطح توانایی نظارت، استانداردسازی برای پایداری (که در کاهش مدیریت ریسک در زنجیره تامین نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند) می‌باشد.[٤] روش‌های

---

۱. Cybersecurity

۲. Industrial Revolution ٤.

۳. Offshore production

مختلفی جهت تحلیل مرز کارایی برای ارزیابی عملکرد یک سیستم وجود دارد، اما هریک دارای نقاط قوت و ضعف و محدودیت است؛ سیستم استنتاج فازی، که از مدل‌سازی استدلال انسان دریک سیستم تعبیه شده است، در مقایسه با رویکردهایی که نظریه مجموعه‌های فازی را با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیب می‌کنند، بدلیل عملکرد بالا و سرعت پاسخگویی برتری دارد. [٥] روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی به‌طور گسترده برای حل مسائل ارزیابی سلسله مراتبی، از جمله در نظر گرفتن مقادیر فازی برای عملیات امتیازدهی، وزن‌دهی و تجمیع استفاده می‌شود. می‌توان با استفاده از روش‌های آماری و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، عملکرد مدل سیستم استنتاج فازی پیشنهادی با شاخص‌های فنی موجود و همچنین استراتژی اهداف مورد نظر مقایسه شود.[٦]

این تحقیق به دنبال پاسخ به سؤالات زیر شکل گرفت که عبارت‌اند از: ١.آیا می توان مدلی جامع جهت استخراج و مدیریت ریسک‌های زنجیره تامین معرفی نمود ؟ ٢. مناسبت‌ترین الگوریتم جهت حل مدل پیشنهادی چیست و چه برتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها دارد؟ ٣. یافته‌های این تحقیق چیست و چه دستاوردهایی برای مدیران ارشد در صنایع بزرگ دارد؟در این تحقیق از یک رویکرد مرور ادبیات متناسب با هر بخش استفاده شده و یافته‌ها و شکاف موجود بررسی گردیده است.

در این تحقیق پس از مقدمه در بخش مبانی نظری و پیشینه پژوهش به به بررسی دو مولفه اصلی این تحقیق، مدیریت ریسک و سیستم استنتاج فازی و ابعاد آن در چارچوب مدیریت زنجیره تامین پرداختیم، سپس در بخش سوم با استفاده از یک الگوریتم مراحل اجرا طراحی سیستم استنتاج فازی را جهت مدیریت ریسک در زنجیره تامین را معرفی نمودیم و در بخش چهارم (پیاده‌سازی) با معرفی یک مطالعه موردی (شرکت دخانیات گیلان) الگوریتم معرفی شده در بخش قبل را پیاده‌سازی کرده ودر بخش پنجم نتایج بدست آمده از طریق سیستم استنتاج فازی را با روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی مقایسه نمودیم. درانتها در بخش ششم با بیان نتایج و پیشنهادات به فرصت‌ها و چالش‌ها پیش رو پرداختیم.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- مدیریت ریسک

پارک و همکاران (۲۰۱۷) مدیریت ریسک را شرایط شناخته شده و عدم قطعیت را وضعیت ناشناخته تعریف نمودند که تصمیمات مرتبط با آن به دو دسته هنجاری و توصیفی طبقه‌بندی می‌شود. در توصیف قضاوت افراد و تصمیم‌گیری ایجاد مدل‌های پیچیده‌تر، تصمیم افراد یک مولفه در معرض خطر و عدم قطعیت در تصمیم‌گیری ایجاد مدل‌های پیچیده‌تر یک فاکتور کلیدی است. در واقع این دو دیدگاه مکمل هم هستند و می‌توانیم ریسک را به‌عنوان زیر مجموعه عدم قطعیت که قابل اندازه‌گیری یا غیر قابل اندازه‌گیری می‌باشد، تعریف نماییم.[۷] شجاعی مهر و رحمانی (۲۰۲۲) در تحقیقات خود به بررسی زنجیره تامین و مدیریت انرژی پرداخته و مدیریت ریسک را از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی مبتنی بر نظریه چشم‌انداز، تحلیل نمودند. نتایج نشان داد که ۷۰ درصد از کل ریسک‌ها و ۵۷ درصد از ریسک‌های بحرانی مربوط به عوامل بیرونی است، در حالی که ریسک‌های اقتصادی (مقدار آن ۳۷ درصد از کل ریسک‌ها می‌باشد) و ۸٦ درصد از ریسک‌های بحرانی، مهمترین تهدیدها در صنعت برق می‌باشند. [۸] بهروز و همکاران (۲۰۲۳) درتحقیق خود نشان دادند که تجزیه و تحلیل داده‌های ریسک توسط تکنولوژی‌های نوین و استفاده از یادگیری ماشین جهت آموزش داده‌های مربوط به سنسورهای نت (تعمیرات پیشگیرانه)، موجب افزایش پایایی و اعتبار سیستم خواهد شد. [۹] حاجیان حیدری (۲۰۲۰) با تعیین میزان ریسک‌پذیری خریدار در مدیریت زنجیره تامین، جهت ترغیب خریدار به خرید بیشتر به همراه تخفیف بیشتر، ثابت نمودند، این امر به افزایش کیفیت و قابلیت اطمینان و کاهش هزینه کمک می‌نماید.[۱۰] صادقی مقدم و همکاران (۲۰۱۷) با معرفی الگو شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌ها درزنجیره تامین خدمات شبکه بانکی به‌وسیله مدل‌سازی مجموعه‌های راف [۱]، نشان دادند که نتایج تحقیق آنها یک گام بسیار مهم جهت پیش‌بینی ریسک بوده به‌طوری‌که ریسک مالی و بازار بیشترین تاثیر را به روی شبکه بانکی دارد.[۱۱] زمانی و همکاران (۲۰۱٦) با تمرکز بر مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی و ترکیب آن با مهندسی ارزش که در شرایط عدم قطعیت با افزایش قابلیت بهره‌وری همراه است، نتایج تحقیات آنها

---

[۱] . Rough Set Theory

نشان داد که پروژه‌های عمرانی با این روش، با صرف هزینه و زمان کمتر به نتیجه خواهند رسید.[۱۲]

۲-۲- سیستم استنتاج فازی

مدودیو و همکاران (۲۰۲٤) برای ارزیابی عملکرد یک زنجیره تامین (زنجیره‌های عرضه غلات موجود) بین اوکراین و لهستان از دو معیار: زمان تحویل، و در نظر گرفتن خطرات بالقوه پیشگیرانه و عدم قطعیت‌های مرتبط که ممکن است در طول مسیر رخ دهد، استفاده نمودند. در ابتدا بعد از شناسایی این عوامل، آنها را به عوامل خطر تبدیل کرده، سپس فاکتورهای خطر کمی شده را به‌عنوان ورودی یک مدل سیستم استنتاج فازی، در نرم‌افزار متلب پیاده‌سازی نمودند. نتایج نشان داد، بیشترین ریسک مربوط به ریسک‌های فنی و عملیاتی می‌باشد. [۱۳] برزگر و همکاران (۲۰۲٤) با تعریف پنج مدل سیستم استنتاج فازی ممدانی که در دو لایه مرتب شده بودند، جهت ارزیابی سطح ریسک سیستم تولید محصولات آرد گندم استفاده نمودند، تا خطرات و ریسک‌های مرتبط در این سیستم را ارزیابی کنند، نتایج نشان داد که ریسک نهایی در یک سیستم تولید آرد گندم در دنیای واقعی به ۲۲.۵ درصد می‌رسد.[١٤] جیسون و جانکی (۲۰۲٤) با ترکیب فناوری بلاک چین با یک سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی در زنجیره تامین کشاورزی برای اطمینان از ایمنی و قابلیت ردیابی محصولات کشاورزی غذایی استفاده نمودند، یافته‌های ارزیابی نشان می‌دهد که لایه فازی بر اساس معیارهای عملکرد مانند دقت مؤثر است، اما لایه بلاک چین بر اساس معیارهای توان عملیاتی و تأخیر مؤثر است.[١٥] آبرو و ناگانو (۲۰۲۳) بدلیل کنترل و مدیریت ریسک جهت تهیه مواد خام در صنایع داروسازی و بیو شیمیایی از یک روش تصمیم‌گیری مبتنی بر یک مدل سیستم استنتاج فازی دو مرحله‌ای استفاده نمودند. نتایج نشان داد که زمانی که واقعیت مواد خام در صنایع علوم زیستی ممکن است پیچیده‌تر و چند وجهی باشد، توانایی بارز سیستم استنتاج فازی در تجمیع معیارهای مختلف برای محاسبه یک مقدار ریسک یکپارچه، با توجه به عدم قطعیت موجود در هر معیار بسیار سودمند است.[١٦] مخرجی و دی (۲۰۲٤) به منظورمدیریت ریسک سازمانی در صنعت فولاد بر اساس اطلاعات نامطمئن و نادرست از رویکرد تصمیم‌گیری گروهی مبتنی بر اعداد فازی استفاده نمودند. این رتبه‌بندی دقیق‌تر و قوی‌تر از ریسک‌های سازمانی را ارائه می‌دهد، یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که با توجه به عدم قطعیت اطلاعات ورودی و پراکندگی

نظرات تصمیم‌گیرندگان متعدد، مدل فوق کنترل وعملکرد را در عملیات زنجیره تامین افزایش می‌دهد.[۱۷]

با توجه به نقش مهم مدیریت ریسک در زنجیره تامین، دراین تحقیق ابتدا ابعاد مختلف ریسک‌های موجود در زنجیره تامین را بررسی نمودیم و سپس با مطالعه کار محققان گذشته به اهمیت سیستم استنتاج فازی در ارتباط با مدیریت زنجیره تامین، که بطور خلاصه این نتایج در جدول ۱ آمده است، پرداختیم. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که سیستم استنتاج فازی بدلیل عدم قطعیت اطلاعات ورودی و پراکندگی نظرات تصمیم‌گیرندگان و سرعت پاسخگویی و عملکرد بالا، ابزار بسیار مناسبی در تحقیق پیش رو می‌باشد و از طرف دیگر با استخراج مهمترین پارامترها ریسک در زنجیره تامین از تحقیقات گذشته که نتایج آن در جدول ۲ آمده است، این تحقیق ثابت می‌کند که تحلیل و مطالعه در حوزه مدیریت ریسک زنجیره تامین با استفاده از رویکرد سیستم استنتاج فازی رویکرد جدیدی (تحقیق پیش رو) است و پژوهشی در مطالعات گذشته در این حوزه وجود ندارد .

پس از مطالعه کار محققان گذشته ونتایج جدول ۲ که به بررسی مهمترین ریسک‌های مرجع، استخراج شده و تاثیر هریک از آنها بر بخش‌هایی از زنجیره تامین می‌پردازد ، به وضوح خلا یک سیستم جامع که بتواند بطور همزمان، تاثیر همه این متغیرها را بر روی یک زنجیره تامین بررسی نماید را احساس نمودیم. از این رو این تحقیق با استفاده از یک نگاه جامع به بررسی مساله ریسک در زنجیره تامین می پردازد و تاثیر همه ریسک‌های احتمالی بر روی زنجیره تامین را برای محققان فراهم می‌نماید.

جدول ۱. استفاده از سیستم استنتاج فازی در صنایع مختلف

	پارامترهای استخراج شده از مرور ادبیات مقالات										
مقاله	سال انتشار مقاله	زنجیره تامین/ تامین کننده	حمل‌ونقل	مدیریت تولید	کشاورزی	منابع و مواد اولیه	کسب و کار	انرژی(آب و برق و گاز)	مدیریت ریسک	سیستم استنتاج فازی	نتایج
[۱۳]	۲۰۲٤	❊	❊						❊	❊	مدیریت زمان و کاهش ریسک
[۱٤]	۲۰۲٤				❊				❊	❊	مدیریت ریسک و نتایج قابل اعتماد
[۱٥]	۲۰۲٤	❊			❊					❊	سیستم جامع ردیابی مواد غذایی
[۱٦]	۲۰۲۳					❊			❊	❊	رتبه بندی و طبقه بندی مواد خام
[۱۷]	۲۰۲٤	❊					❊		❊	❊	مدیریت جامع ریسک داخلی
[۱۸]	۲۰۲۳							❊		❊	مدیریت آب شیرین مطابق با ظرفیت
[۱۹]	۲۰۲٤	❊		❊						❊	اولویت بندی تامین کننده گان
[۲۰]	۲۰۲٤	❊						❊		❊	انتخاب تامین کننده با توجه به محدودیت
[۲۱]	۲۰۲۳			❊				❊	❊	❊	کاهش تهدیدات ریسک
[۲۲]	۲۰۲۳	❊	❊						❊	❊	تعیین مسیر بهینه به همراه کاهش ریسک

جدول۲. استخراج مهمترین پارامترهای مدیریت ریسک در زنجیره تامین

عنوان مقاله	[۲۳]	[۲۴]	[۲۰]	[۲۶]	[۲۷]	[۲۸]	تحقیق فعلی	
رویکرد مدل سازی	FIS	Bow-tie	CRF	SNA	FIS	Control point	FIS/FSMADM	
هدف تحقیق	کنترل ریسک	تحلیل پاپیونی	خوشه بندی	کاهش اثرات نامطلوب	انتخاب تامین کننده	انتخاب شرکا	مدیریت ریسک	
طبقه ریسک								**عنوان ریسک**
حمل‌ونقل/TS	❋	❋	❋	❋			❋	به موقع حمل نمیشود
ساخت و تولید/MA	❋						❋	ناقص بودن
تقاضا/DE	❋						❋	نادرستی
ساخت و تولید/MA	❋	❋					❋	نقص و خرابی
تقاضا/DE		❋					❋	عدم براورد انتظار مشتری
ساخت و تولید/MA		❋		❋		❋	❋	ریسک تولید/فرایند/تکنولوژی
ساخت و تولید/MA			❋			❋	❋	ذخیره مواد اولیه
کلان/MC			❋			❋	❋	سیل/طوفان/بلایای طبیعی
تامین /SU			❋		❋	❋	❋	هماهنگی زنجیره تامین
کلان/MC				❋			❋	تحریم
تقاضا/DE				❋			❋	نادرستی پیش بینی تقاضا
مالی/FI				❋			❋	سیاستهای بانکی
کلان/MC				❋			❋	مقررات دولت/دستمزد/قیمت
مالی/FI				❋			❋	ضعف بودجه/کمبود نقدینگی
تقاضا/DE						❋	❋	نبود رقابت
اطلاعات/IT						❋	❋	میزان پیچیده گی
حمل‌ونقل/TS						❋	❋	حمل‌ونقل
تامین/SU			❋	❋	❋		❋	تامین کننده

۳- روش‌شناسی تحقیق

در شکل ۱. مدل تحقیق بر اساس الگوریتم استنتاج فازی نشان داده شده که ازیازده گام تشکیل یافته است. نکته بسیار مهم این است تمام محاسبات انجام شده از گام پنجم (تعیین مقادیر ریسک ورودی به روش نمره اولویت خطرپذیری (کمی نمودن هر ریسک ورودی)) دوباره به روش محاسبات دقیق، روش تصمیم‌گیری میانگین مجموع وزنی ساده فازی جهت صحت‌سنجی نتایج انجام شده است.

گام اول: الزامات صنعت مورد مطالعه را بررسی نمایید: تمامی ابزارها و پیش‌نیازها را در صنعت مورد مطالعه باید دارای قواعد و دستورالعمل‌های مبتنی بر اصول استانداردهای کیفیت باشد و روابط هر صنعت با مجموعه زنجیره تامین آن بر اساس نظام مستندات طبقه‌بندی شود.

گام دوم: ریسک‌های موجود در زنجیره تامین صنعت مورد مطالعه را استخراج نمایید: در این مرحله کلیه ریسک‌های موجود در زنجیره تامین که بسیاری از آنها بر اساس مستندات و نظر خبرگان و تدوین پرسشنامه و مطالعه پیشینه صنعت مورد مطالعه و بررسی زمینه استقرار فضای مورد مطالعه از جدول ٤ (مراجع ریسک‌ها)، ریسک‌های موجود در صنعت مورد مطالعه را استخراج مین‌ماییم. در جدول ٤ ریسک‌ها را به هفت طبقه ریسک مرجع (ساخت و تولید / حمل‌ونقل/ مالی / اطلاعات / تقاضا / فاکتور کلان / تامین) تقسیم می‌کند که در این جدول ریسک‌های زیرمجموعه هرریسک مرجع مشخص شده است.

گام سوم: مطابقت (مقادیر بدست آمده) با جدول ریسک مرجع است: هریک از ریسک‌هایی که از از گام دوم بدست آمده را با جدول ٤ مطابقت دهید، اگر هر ریسک بدست آمده زیرمجموعه یکی از آن ریسک‌های مرجع بود به گام بعد خواهیم رفت و در غیر اینصورت به گام اول بازخواهیم گشت.

گام چهارم: تعیین کنید که هر ریسک به کدام زیر مجموعه تعلق دارد.

گام پنجم: تعیین مقادیر ریسک ورودی به روش نمره اولویت خطرپذیری (کمی نمودن هر ریسک ورودی): مقادیر ریسک ورودی به روش نمره اولویت خطر پذیری که از فرمول زیر بدست می‌آید.

شدت ریسک *میزان رخداد ریسک *عدد کشف ریسک =نمره اولویت خطر پذیری(RPN)

شدت: شدت حالت شکست در مقیاسی از ۱ تا ۱۰از جدول ۳ ارزیابی می‌شود. امتیاز بالای شدت نشان‌دهنده ریسک شدید است.

رخداد (یا احتمال): پتانسیل وقوع شکست در مقیاسی از ۱ تا ۱۰ از جدول ۳ ارزیابی می‌شود. امتیاز بالای رخداد نشان‌دهنده پتانسیل بالای وقوع شکست است.

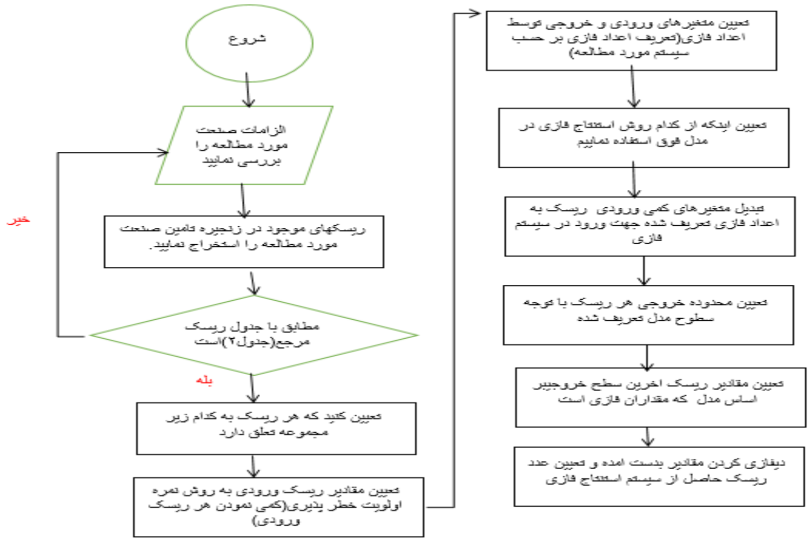
تشخیص: توانایی تشخیص شکست در مقیاسی از ۱ تا ۱۰ از جدول ۳ ارزیابی می‌شود. امتیاز بالای تشخیص نشان‌دهنده توانایی پایین در تشخیص است.

جدول ۳. طیف ۹ گانه اعداد فازی(مقایسات لیکرت)

اعداد فازی مثلثی	مقادیر قطعی	متغیرهای زبانی
(۱و۱و۱)	۱	مساوی
(٤و۳و۲)	۳	متوسط
(٦و٥و٤)	٥	زیاد
(۸و۷و٦)	۷	خیلی زیاد
(۹و۹و۹)	۹	بی نهایت زیاد
(۹و۸و۷) و(۷و٦و٥)و(٥و٤و۳)و (۳و۲و۱)	۸و٦و٤و۲	ارزشهای میانی

گام ششم: تعیین متغیرهای ورودی و خروجی توسط اعداد فازی (تعریف اعداد فازی بر حسب سیستم مورد مطالعه): تعیین اعداد فازی جهت متغیرهای ورودی و خروجی به عنوان گام نخست محاسبات بر اساس سیستم استنتاج فازی است (اعداد فازی: مثلثی/ ذوذنقه ای / گوسین...)

گام هفتم: تعیین اینکه از کدام روش استنتاج فازی در مدل فوق استفاده نماییم: تعیین اینکه از کدام روش استنتاج فازی جهت محاسبات خود استفاده کنیم به پارمترهای گوناگونی بستگی دارد که مهمترین آن استفاده از نظرات خبرگان است (روش ممدانی / استلزام ریاضی/ بیشینه- کمینه زاده...) و تعیین قوانین فازی (اگر ... آنگاه...).



شکل ۱. مدل الگوریتم تحقیق پیشرو

گام هشتم: تبدیل متغیرهای کمی ورودی ریسک به اعداد فازی تعریف شده جهت ورود در سیستم فازی:تبدیل مقادیر ریسک های کمی که در گام پنجم بدست آمده به اعداد فازی (تعریف شده در گام ششم) جهت محاسبات استنتاج فازی تبدیل خواهند شد.

گام نهم: تعیین محدوده خروجی هر ریسک با توجه سطوح مدل تعریف شده: محدوده خروجی هر ریسک پس از محاسبات استنتاج فازی باید مشخص شود.

گام دهم: تعیین مقادیر ریسک مربوط به آخرین سطح خروجی: مقدار ریسک در سطح خروجی مدل استنتاج فازی، مقداری فازی است که اگر مدل از چندین سطح تشکیل یافته باشد خروجی سطح یک به عنوان ورودی سطح دو است (بدون اینکه مقدار آن دیفازی گردد).

گام یازدهم: دیفازی کردن مقادیر بدست آمده و تعیین عدد ریسک حاصل از سیستم استنتاج فازی: همان‌طور در گام قبل توضیح داده شد، مقدارریسک مربوط به آخرین سطح خروجی که باید با دیفازی شدن به مقدار کلاسیک (کمی) تبدیل گردد.

سیستم استنتاج فازی ابزاری جهت تحلیل یک فرآیند به کمک قواعد اگر-آنگاه فازی است. به مجموعه این قواعد فازی پایگاه قواعد فازی نیز گفته می‌شود. استنتاج در سیستم استنتاج فازی

مبتنی بر منطق فازی است. انواع سیستم‌های استنتاج فازی: ۱. بیشینه-کمینه زاده [۱]:ابداع شده توسط ممدانی [۲] (۱۹۷۵) ، دراین سیستم هم قسمت مقدم قواعد و هم قسمت تالی نتیجه قواعد فازی است. ۲. کمینه ممدانی ۳. استلزام ریاضی ٤. سوگنو یا تاکاگی-سوگنو-کانگ [۳]. برای استفاده و پیاده‌سازی سیستم استنتاج فازی نیازمند تعریف اعداد ورودی به صورت فازی (متغیرهای زبانی [٤]) می‌باشیم. درادامه پس از تعریف مجموعه متغیرهای زبانی، به ایجاد قوانین فازی بر اساس یکی از تکنیک‌های گفته شده خواهیم پرداخت و در انتها مقادیر خروجی را دیفازی [٥](تبدیل به اعداد قطعی) بر اساس یکی از سه روش: ۱.روش مجموع مراکز. ۲.روش مرکز بزرگترین ناحیه۳. روش چنگ و هوانگ، خواهیم نمود.

$\widetilde{X_{11}}$	X_{11}	X_{12}	X_{1n}	$((1 * l_1 * l_2)^\wedge(\frac{1}{n}) \; ,(1 * m_1 * m_2)^\wedge(\frac{1}{n}) \;) . (1 * u_1 * u_2)^\wedge(\frac{1}{n}))$
$\widetilde{X_{i1}}$	..	X_{22}	X_{2n}	$((1 * l_3 * l_4)^\wedge(\frac{1}{n}) \; ,(1 * m_3 * m_4)^\wedge(\frac{1}{n}) \;) . (1 * u_3 * u_4)^\wedge(\frac{1}{n}))$
$\widetilde{X_{m1}}$	..	..	X_{nn}	$(1 * l_n * (l_{n-1})^\wedge(\frac{1}{n}) \; ,(1 * m_n * m_{n-1})^\wedge(\frac{1}{n}) \;) . (1 * u_n * u_{n-1})^\wedge(\frac{1}{n}))$

روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی: در صورتی که X_{ij} رتبه فازی مربوط به آلترناتیو i ام و معیار j ام باشد، A_i (ردیف هر ماتریس) آلترناتیوهای موجود و C_j معیارهای موجود (برای هرستون ماتریس) باشد خواهیم داشت.

گام اول: ماتریس تصمیم را به این صورت تشکیل می‌دهیم:

$$\begin{bmatrix} \widetilde{X_{11}} \dots \dots & \widetilde{X_{1j}} \dots \dots & \widetilde{X_{1n}} \\ \widetilde{X_{i1}} \dots \dots & \widetilde{X_{ij}} \dots\dots & \widetilde{X_{in}} \\ \widetilde{X_{m1}} \dots \dots & \widetilde{X_{mj}} \dots \dots & \widetilde{X_{mn}} \end{bmatrix}:$$

باید توجه کرد که رتبه فازی $\widetilde{X_{ij}}$ به صورت $\widetilde{X_{ij}} = (a_{ij} \; , b_{ij}, c_{ij})$ باشد و وزن معیارها بصورت زیر $w = (w_1 \, , w_2, \dots \dots \dots w_n)$ باشد.

گام دوم: در ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری را با استفاده از تبدیل مقیاس نرمال می‌کنیم.

گام سوم: ماتریس تصمیم‌گیری وزن دار نرمال شده را بدست آورده و برای هر گزینه (انتخاب) مجموع اعداد فازی را برای تمام شاخص‌ها محاسبه می‌کنیم.

---

۱. Maximal-Minimal Zadeh
۲. Mamdani
۳. Sugeno or Takagi-Sugeno-Kang
٤. Linguistic variables
٥. Defuzzy

گام چهارم: حاصل ضرب اوزان در ماتریس نرمال شده است. تعیین اوزان به روش سلسله مراتبی فازی: برای بدست آوردن وزن‌ها در روش سلسله مراتبی فازی نخست برای هر معیار $\widetilde{X_{ij}}$ به مقایسات زوجی خواهیم پرداخت و برای این منظور از جدول ۳ مقایسات لیکرت[۱] (طیف ۹ گانه فازی) استفاده می‌نماییم و ماتریس تصمیم را (مثل ماتریس بالا) تشکیل خواهیم داد و سپس با استفادده از روش میانگین هندسی فازی به حاصل ضرب هریک از سطرهای ماتریس خواهیم پرداخت (با توجه به تعریف محاسبه روش سلسله مراتبی و با توجه به ماتریس مقایسات زوجی عناصر درایه‌ها روی قطر اصلی برابر با یک و محاسبات برای هر ردیف لحاظ شده است). درایه‌ها در قطر اصلی برابر با یک و محاسبات برای هر ردیف لحاظ شده است.

رابطه ۱)

$$
\begin{aligned}
&(\widetilde{X_{11}} \oplus \widetilde{X}_{12} \oplus \dots \cdot \widetilde{\oplus X_{1n}}) \\
&= [(1 * l_1 * l_2)^{\frac{1}{n}} + (1 * l_3 * l_4)^{\frac{1}{n}} \\
&+ (1 * l_n * l_{n-1})^{\frac{1}{n}}. \quad (1 * m_3 * m_4)^{\frac{1}{n}} \\
&+ (1 * m_1 * m_2)^{\frac{1}{n}} \\
&+ (1 * m_n * m_{n-1})^{\frac{1}{n}}. \quad (1 * u_1 * u_2)^{\frac{1}{n}} \\
&+ (1 * u_3 * u_4)^{\frac{1}{n}} + (1 * u_n * u_{n-1})^{\frac{1}{n}}]
\end{aligned}
$$

و سپس طبق رابطه ۱ میانگین هندسی که در مرحله قبل محاسبه شده است را با هم جمع می‌کنیم ومجموع آن را $\left(\widetilde{X_1} \oplus \widetilde{X_2} \oplus \dots \oplus \widetilde{X_n}\right)^{-1}$ معکوس می‌نماییم و در انتها هر میانگین هندسی را طبق رابطه ۲ (درمعکوس مجموع) ضرب می‌کنیم.

رابطه۲) $$\widetilde{W_j} = \left(\widetilde{X_1} \oplus \widetilde{X_2} \oplus \dots \oplus \widetilde{X_n}\right)^{-1} \otimes \widetilde{X_{ij}}.$$

[۱] . Likert comparisons

۴ – پیاده‌سازی

شرکت دخانیات ایران از مجموع هفت مجتمع تولیدی تشکیل شده است که مجتمع دخانیات گیلان به‌عنوان بزرگترین مجتمع تولیدی آن است، که در مدیریت زنجیره تامین آن پنج پیمانکار بزرگ وجود دارد. پس از بررسی سوابق و مشاهدات گذشته و تدوین پرسشنامه (و تکمیل ان توسط ۳۰ نفر کارشناس) و تایید ان توسط خبرگان (که در این مجموعه ما از ۳ نفر خبره که به لحاظ سوابق اجرایی و مدیریت عملیات از تجربه کافی برخوردار بودند، استفاده نمودیم) مدل اولیه شکل ۲ را با توجه به جدول ٤ استخراج نمودیم. پس از تحلیل مدل فوق و بررسی الگوریتم‌های اجرا و تایید نظر خبرگان به دو دلیل عمده مدل ریسک‌های استخراجی بصورت ذیل اصلاح شد: ۱. ادغام برخی از مجموعه‌های مرجع و ایجاد مراجع جدید تلفیقی به‌دلیل وابستگی آن‌ها. ۲. ادغام برخی از مجموعه‌های مرجع بدلیل کاهش حجم محاسبات و صحت و سهولت تحلیل نتایج. بعد از تحلیل نتایج، ریسک‌ها به چهاربخش: ۱- زیر مجموعه اول. ۲-مجموعه دوم شامل ریسک‌های مرجع. ۳- مجموعه سوم شامل تلفیق مجموعه‌های مرجع (و ایجاد مجموعه‌های مرجع اقدامی و ابتکاری) است. ٤- سطح ریسک نهایی. سپس مدل جدید ریسک کلی زنجیره تامین شرکت دخانیات گیلان طبق شکل ۳ نشان داده شده است. بر طبق اصلاحات انجام شده اعضای مجموعه‌های ادغامی جدید شامل: ۱. مجموعه ریسک پشتیبانی (SUP): این مجموعه که در کل فعالیت‌های آن بر عملکرد سیستم تاثیر می‌گذارد بعنوان مجموعه پشتیبانی تعریف می‌شود و شامل سه طبقه مجموعه ریسک‌های مرجع (ریسک حمل‌ونقل / ریسک تامین‌کننده / ریسک ساخت و تولید) می‌باشد. ۲.مجموعه ریسک بازار (MAR): این مجموعه که فعالیت‌های آن برخروجی زنجیره تامین تاثیرگذار است بعنوان مجموعه ریسک بازار معرفی می‌شود و شامل دو طبقه ریسک مرجع (ریسک تقاضا / ریسک کلان) می‌باشد. ۳. مجموعه ریسک منابع (RES): این مجموعه که فعالیت‌های ان بر منابع زنجیره تامین تاثیر می‌گذارد و شامل دو مجموعه ریسک (ریسک اطلاعات/ ریسک مالی) می‌باشد. در جدول٥ مقادیر ریسک ورودی به روش نمره اولویت خطرپذیری بدست آمده است. با توجه به نظرات سه کارشناس خبره ماتریس متغیرهای زبانی (طیف لیکرت) جدول ۳ مقادیر ریسک‌های ورودی را مشخص نمودیم.

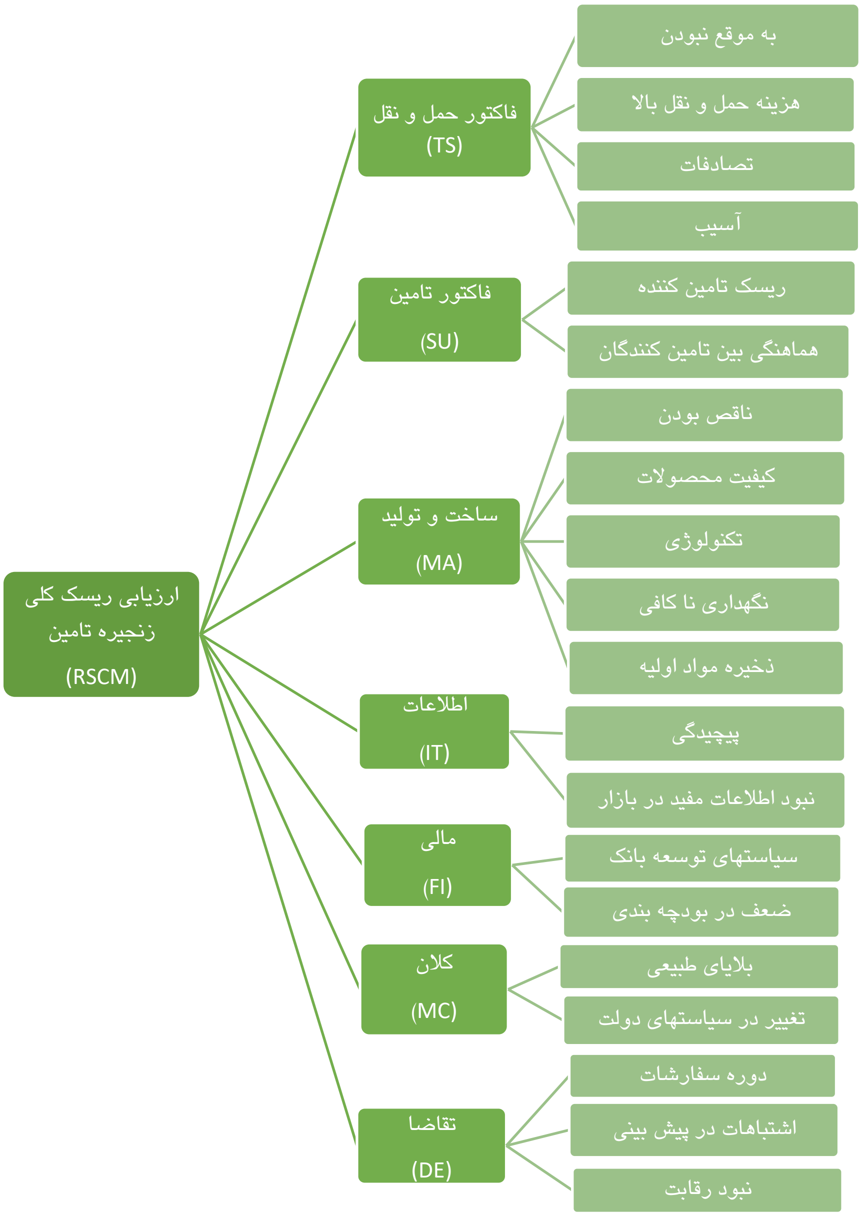
لازم است توضیح داده شود که شکل ۳ پارامترها ورودی در هر مرحله همان متغیرها ورودی مدل سیستم استنتاج فازی است که مهمترین متغیرها به تشخیص داده‌ها تجربی و نظرات

خبرگان بدست آمده است، اما محاسبات در هر مرحله از سیستم استنتاج فازی میزان اهمیت هر متغیر را نشان خواهد داد.

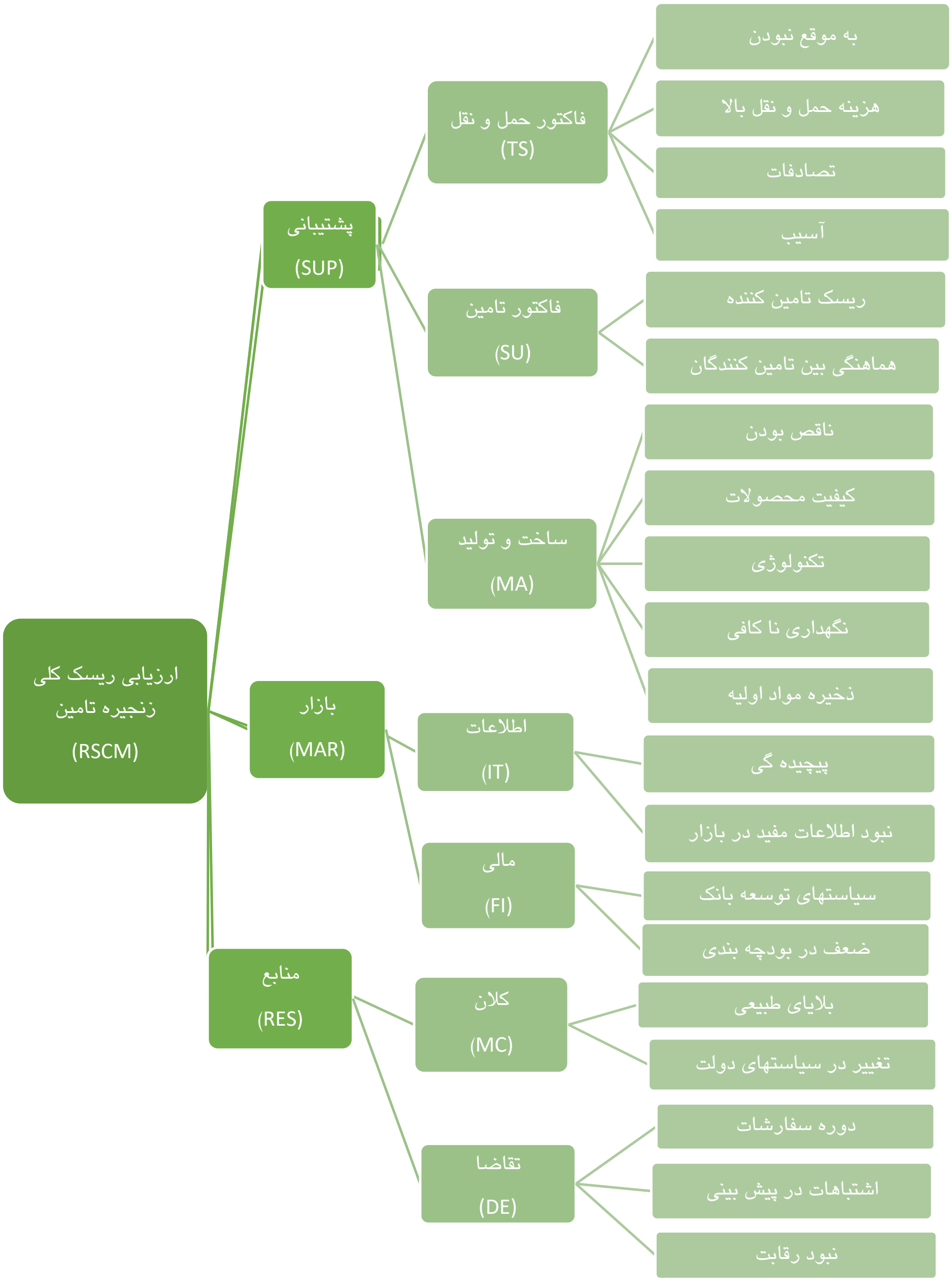
تشخیص نوع متغیرها ورودی (شکل ۳)، با استفاده از داده‌های تجربی و تکمیل پرسشنامه و نظر خبرگان در این تحقیق بدست آمده حتما در مطالعات مربوط به صنایع دیگر نوع متغیرها ورودی متفاوت است، اما روش اجرا مشابه روش پیاده‌سازی مقاله پیشرو است.

اهمیت تحقیق فوق در معرفی یک مدل جامع جهت مدیریت ریسک است که می‌توان آن را در صنایع بزرگ با پراکندگی اطلاعات و تصمیم‌گیرندگان متعدد به کار برد.

اهمیت روش استنتاج فازی زمانی است که اطلاعات ورودی پراکنده و نامطمن بوده و مدیران ارشد جهت تصمیم‌گیری نیازمند سرعت و عملکرد بالا هستند و صنایع نیازمند کارشناسان خبره مسلط به مدل فوق می‌باشد که به‌طور دوره‌ای سیستم مورد مطالعه (مدیریت ریسک زنجیره تامین صنعت مورد مطالعه) را مورد ارزیابی و پایش قرار دهند و مدیران ارشد را از بازخورهای احتمالی مطلع سازند.)



شکل ۲. مدل اولیه ریسک‌های استخراج شده در مجموعه دخانیات گیلان



شکل۳. مدل اصلاح شده ریسک‌های استخراج شده در مجموعه دخانیات گیلان

جدول ۴. مجموعه ریسک‌های مرجع و زیر مجموعه آنها [۲۹]

مالی/FI	اطلاعات/IT	تقاضا/DE	کلان/MC
نرخ ارز نوسانات ارز	تجزیه زیرساخت های اطلاعاتی	پیش بینی نادقیق تقاضا	بلایای طبیعی و جنگ و تروریسم
سطح نرخ بهره	یکپارچه سازی سیستم یا شبکه گسترده سیستمی	خطاهای جدی پیش بینی	محیط سیاسی
تغییر نرخ دستمزد	تجارت الکترونیک	اثر شلاق گاو نر یا تحریف اطلاعات	جنگ و تروریسم
قدرت مالی مشتریان	تاخیر اطلاعات	عدم اطمینان تقاضا	تصادفات
نوسانات قیمت	عدم شفافیت اطلاعات بین لجستیک و بازاریابی	تقاضا شلیک ناگهانی	ناتوانی و بی ثباتی سیاسی
هزینه محصول	امنیت اینترنت	تنوع تقاضا	نزول اقتصادی
مسائل مالی و بیمه‌ای	عدم سازگاری در بسترهای فناوری اطلاعات در میان زنجیره تامین	تقسیم مشتری	مقولات سیاست‌های خارجی
از دست دادن قرارداد	امنیت اینترنت	سطح بالایی از خدمات مورد نیاز مشتریان	ریسک حاکمیتی
حاشیه سود کم	عدم سازگاری در پلتفرم های فناوری اطلاعات در میان شرکای زنجیره تامین	وابستگی به مشتری	بی ثباتی منطقه
رشد بازار		عملکرد مدیریت ارتباط با مشتری ناقص یا از بین رفته است	مقررات دولت
اندازه بازار		زمان تحویل کوتاه	نارضایتی اجتماعی و فرهنگی
زمان سررسید برای پردازش داخلی		چرخه عمر کوتاه محصول	
دوره‌های اعتباری حساب		حرکت رقبا	
دوره‌های اعتباری پرداخت		تعقیرات رقبا	
		تعقیرات بازار	
		بالا بودن رقابت در بازار	
		پایین بودن تولید در خانه	
		خطاهای انجام سفارش	

ادامه جدول ۴. مجموعه ریسک‌های مرجع و زیر مجموعه آنها [۲۹]

تامین کننده /SU	ساخت و تولید/MA	حمل‌ونقل/TS
ناتوانی در رسیدگی به تغییرات حجم تقاضا	اختلافات کارگری / اعتصابات	جابجایی بیش از حد
عدم رعایت الزامات تحویل	تصادفات کارکنان	فقدان اثربخشی بیرونی
نمی تواند قیمت رقابتی ارائه دهد	غیبت اپراتور	تکه تکه شدن ارائه دهندگان حمل‌ونقل
از نظر فناوری از رقبا عقب تر است	نارضایتی از کار	هیچ جایگزین راه حل حمل‌ونقل
ناتوانی در برآوردن الزامات کیفیت	فقدان تجربه یا آموزش	تحویل به موقع/بر اساس بودجه
ورشکستگی تامین کننده	استراحت ناکافی	خسارت در حمل‌ونقل
تامین منابع واحد	شرایط کاری	حوادث در حمل‌ونقل
پایه عرضه کوچک	منسوخ شدن محصول	حمله دزدان دریایی دریایی
وابستگی تامین کنندگان	هزینه نگهداری موجودی	سرقت از راه دور بزرگراه
پاسخگویی عرضه	زنجیره تامین مبتنی بر سهام	استرس بر خدمه
استفاده از ظرفیت بالا منبع تامین	مالکیت موجودی	عدم آموزش
برون سپاری جهانی	موجودی ناب	زمان کار طولانی
تعداد محدود تامین کنندگان واسطه	انعطاف تولید	نگهداری سهل انگارانه
عدم یکپارچگی با تامین کنندگان	قابلیت تولید/ظرفیت	تکنولوژی قدیمی
عدم دید تامین کنندگان	کیفیت و ایمنی محصولات	خرابی حمل‌ونقل
مدیریت تامین کننده	منابع فنی/دانش	ضربه های بندری
قدرت بازار تامین کننده	مهندسی و نوآوری	شبکه جهانی منبع
فرصت طلبی تامین کننده	محصولات با عمر کوتاه	پیچیدگی زنجیره تامین
انحصار	فازهای مرتبط در ساخت	ظرفیت بندر و ازدحام
انتخاب شریک اشتباه	اختلال در انبار و تولید	ترخیص های سفارشی در پورت
تغییر زمان ترانزیت	نگهداری ناکافی	کاغذبازی و برنامه ریزی
قراردادهای قراردادی	فرآیند تولید ناپایدار	هزینه های حمل‌ونقل بالاتر
قابلیت اطمینان فنی پایین	ذخیره سازی متمرکز محصولات نهایی	
خطاهای تکمیل تامین کننده	تغییرات طراحی	
افزایش ناگهانی هزینه ها	تغییرات تکنولوژیک	

جدول۵. مقادیر ریسک ورودی به روش نمره اولویت خطرپذیری

مقدار عدد ریسک	عنوان ریسک(DE)	مقدار عدد ریسک	عنوان ریسک(SU)	مقدار عدد ریسک	عنوان ریسک(TS)	مقدار عدد ریسک	عنوان ریسک(MA)
۲۲۵/۹	دوره سفارشات	۱۶۲/۲۹	ریسک تامین کننده	۲۱۱	به موقع نرسیدن	۷۵/۳۸	ناقص بودن
۱۸٤/۷	خطاهای جدی در پیش بینی	۱۳٤/۷	هماهنگی بین تامین کنندگان	۷٦/٦	تصادفات در حمل‌ونقل	۷۵/۱۱	ذخیره مواد اولیه
۱۹۹/۵	نبود رقابت			۱۷۲/٦	هزینه بالا حمل	۲٤۰	تکنولوژی
				۱۰٤/۷	اسیب در حمل‌ونقل	۲۲۰	ناکافی بودن نگهداری
						۲۰/۳۸	کیفیت محصولات
			عنوان ریسک (IT)		**عنوان ریسک(FI)**		**عنوان ریسک(MC)**
		۱۵۲/۹	نبود اطلاعات	۱۳٤/۰۷	سیاستهای بانک	۱۳/٤	بلایای طبیعی
		۱۲۲/۰۷	پیچیده گی	۱۵۲/۸۸	ضعف در بودجه بندی	۷٦/٦	تعقیر در سیاستهای دولت

۴-۱- پیاده‌سازی سیستم استنتاج فازی (گام ششم الی یازدهم)

بعد از طراحی مدل و استخراج ریسک‌ها، به منظور ارزیابی مدل و پیاده‌سازی سیستم استنتاج فازی در گام نخست تمامی متغیرهای ورودی و خروجی (در تمامی سطوح (در این تحقیق سه سطح)) را به اعداد فازی گوسین [۱] تبدیل می‌نماییم (بعلت شکل و نوع تعریف آن و ارتباط آن با فضای مدل ما) که این اعداد در جدول ٦ نشان داده شده است.

[۱] . Gaussian fuzzy numbers

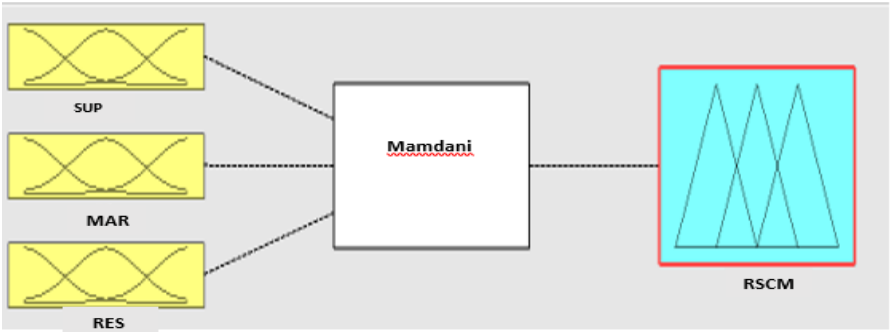
جدول۶. متغیرهای زبانی بر حسب اعداد گوسین بکار رفته در کل مدل

پایین	(٦٠ و ٢٥/٤٨)
متوسط	(١٢٠ و ٢٥/٤٨)
بالا	(١٨٠ و ٢٥/٤٨)

بعد از تعیین متغیرهای زبانی نیازمند ایجاد قوانین فازی (اگر/ آنگاه[1]) هستیم، با توجه به تعریف مدل شکل ۳ سیستم استنتاج فازی در سه سطح تعریف شده است وتعریف متغیرهای ورودی (همان ریسک‌های سطح اول) و متغیرهای خروجی (هدف) مطابق با جدول ٤ و شکل ۳ مشخص شده است، تعداد قوانین فازی در هر مرحله متغیر بوده و بر همین اساس سناریوهای نهایی بعد از پالایش قوانین در هر مرحله متفاوت است. در این تحقیق روش حل مدل بر اساس سیستم استنتاج فازی ممدانی (روش پالایش قوانین) و روش دیفازی کردن مرکز ثقل تعریف شده است، طبق الگوریتم تعریف شده و با توجه طرح مدل ریسک زنجیره تامین شکل ۳، نیازمند پیاده‌سازی سیستم استنتاج فازی در سه سطح هستیم.[2]

۴-۱-۱- پیاده سازی سیستم استنتاج فازی برای ریسک‌های سطح سه:

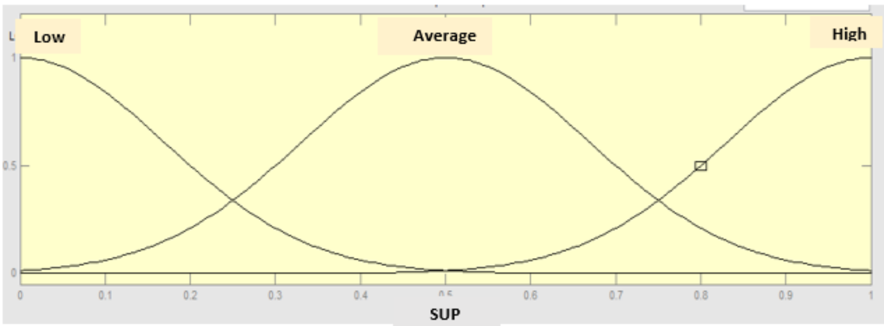
۱. ریسک ارزیابی مجموعه زنجیره تامین شرکت دخانیات گیلان(RSCM):



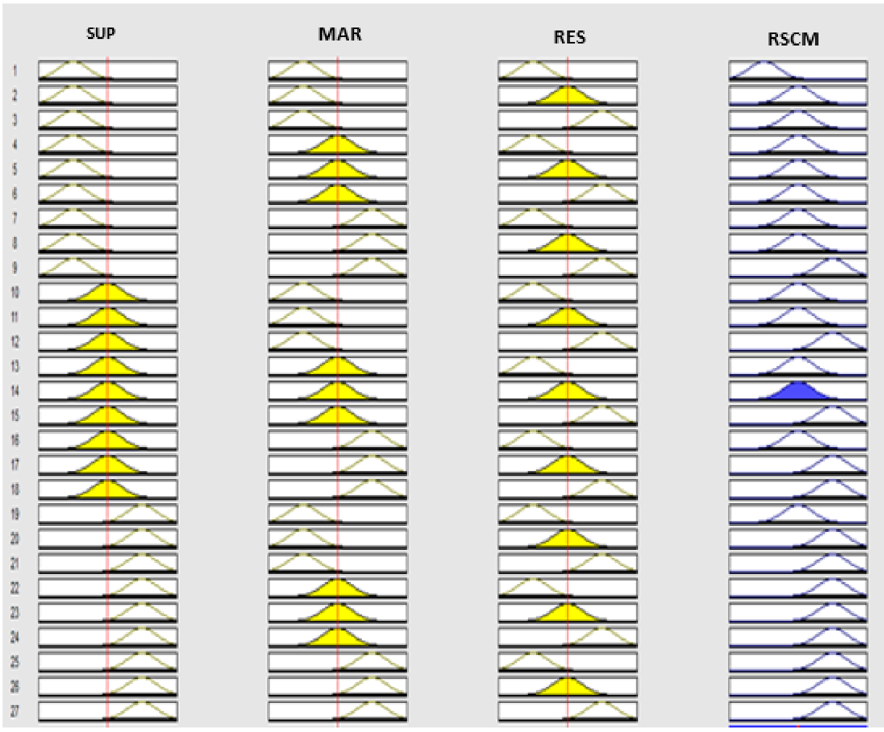
شکل۴. مدل مربوط به ریسک ارزیابی کل زنجیره تامین (نمایش ورودی‌ها)

[1] . Fuzzy rules (if/then)

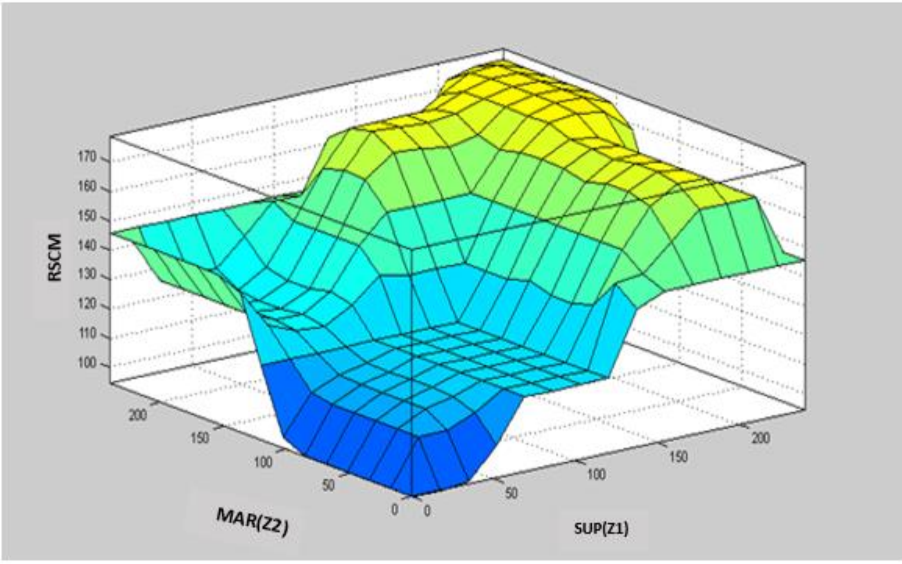
[2] به علت محدودیت فضا مجله از پرداختن محاسبات مربوط به دو سطح یک و دو صرف نظر نمودیم



شکل۵. مدل مربوط به ورودی‌ها بر حسب اعداد گوسین



شکل ۶. مدل مربوط به ریسک ارزیابی کل زنجیره تامین (قوانین)



شکل ۷. مدل ریسک ارزیابی کل زنجیره تامین (نمایش ترسیمی مدل اجرا شده)

بعد از تعیین مقادیر ریسک ورودی سطح نهایی که از مقادیر خروجی متغیرهای ورودی ریسک‌های سطح دو بدست آمده است (که این اعداد فازی گوسین هستند)، مقادیر ریسک‌های ورودی در مدل دیفازی خواهند شد، که در شکلهای ٤ و ٥ نشان داده شده است و سپس قوانین فازی را مطابق شکل ٦ تدوین مینماییم .مقادیر نهایی حاصل از خروجی ریسک نهایی زنجیره تامین در شکل ۷ بصورت چند بعدی بر حسب ریسک‌های ورودی نمایش داده شده است.

۴-۲-پیاده‌سازی روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی (تکرار گام ششم با روش محاسبات دقیق):

دراین بخش به دلیل حجم بالای داده ورودی از پرداختن به تمام مراحل محاسبات پرهیز نمودیم و فقط در یک بخش بطور خلاصه نتایج بدست آمده را تحلیل و بررسی نمودیم.

جدول ۷ مقادیر ریسک ورودی به روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی را نشان می دهد. (سطح یک)

جدول۷. مقادیر ریسک ورودی به روش فازی میانگین وزنی ساده

مقدار هر ریسک	عنوان ریسک (بطور اختصار)	مقدار هر ریسک	عنوان ریسک (بطور اختصار)
۲۳۸.۹	MA/ساخت و تولید	۱٤۱.٤٤	IT/اطلاعات
۱٦۲.٤۸	TS/حمل‌ونقل	۱٤۷.۰۹	FI/مالی
۱۹٦.٤۹	DE/تقاضا	۱۳۹.٥	SU/تامین
		۲٦.۱۹	MC/کلان

۴-۳- پیاده‌سازی روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی برای ریسک‌های سطح دو:

*مجموعه ریسک‌های پشتیبانی (SUP): نتایج جدول ۸ نشان دهنده مقادیر فوق است.

جدول۸. مقادیر بدست امده برای ریسک پشتیبانی(SUP)

خروجی حاصل از همه ورودی‌ها (SUP)	خروجی مرحله دوم	خروجی مرحله اول	عنوان ریسک
۱۸۰.۹٤	٤٤.۹۷	۱۳۹.٥	SU/تامین
۱۸۰.۹٤	٥٥.۰۸	۱٦۲.٤۸	TS/حمل‌ونقل
۱۸۰.۹٤	۸۰.۸۷	۲۳۸.۹	MA/ساخت و تولید

** مجموعه ریسک‌های بازار(MAR): نتایج جدول ۹ نشان دهنده مقادیر فوق است.

جدول۹. مقادیر بدست امده برای ریسک پشتیبانی(**MAR**)

خروجی حاصل از همه ورودی‌ها (MAR)	خروجی مرحله دوم	خروجی مرحله اول	عنوان ریسک
۱۱٤/۰٦	۱۰۱/۳۹	۱۹٦/٤۹	DE/تقاضا
۱۱٤/۰٦	۱۲/٦۷	۲٦/۱۹	MC/کلان

***مجموعه ریسک‌های منابع(RES): نتایج جدول ۱۰ نشان دهنده مقادیر فوق است.

جدول۱۰. مقادیر بدست امده برای ریسک منابع(RSE)

خروجی حاصل از همه ورودی ها(RES)	خروجی مرحله دوم	خروجی مرحله اول	عنوان ریسک
۱٤٤	۷۳.٥	۱٤۷.٥۹	FI/مالی
۱٤٤	۷۰.٥	۱٤۱.٤٤	IT/اطلاعات

۴-۴-پیاده‌سازی سیستم استنتاج فازی برای ریسک‌های سطح سه (سطح نهایی)

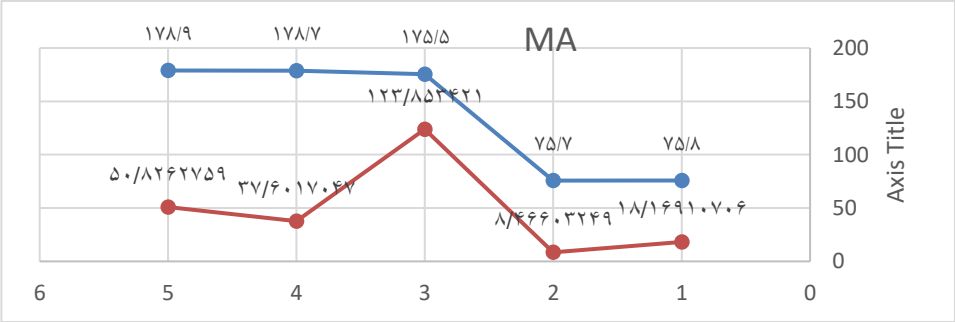
جدول ۱۱ مقادیر بدست آمده برای ریسک نهایی زنجیره تامین را مشخص می نماید.

جدول ۱۱. مقادیر بدست امده برای ریسک نهایی زنجیره تامین(RSCM)

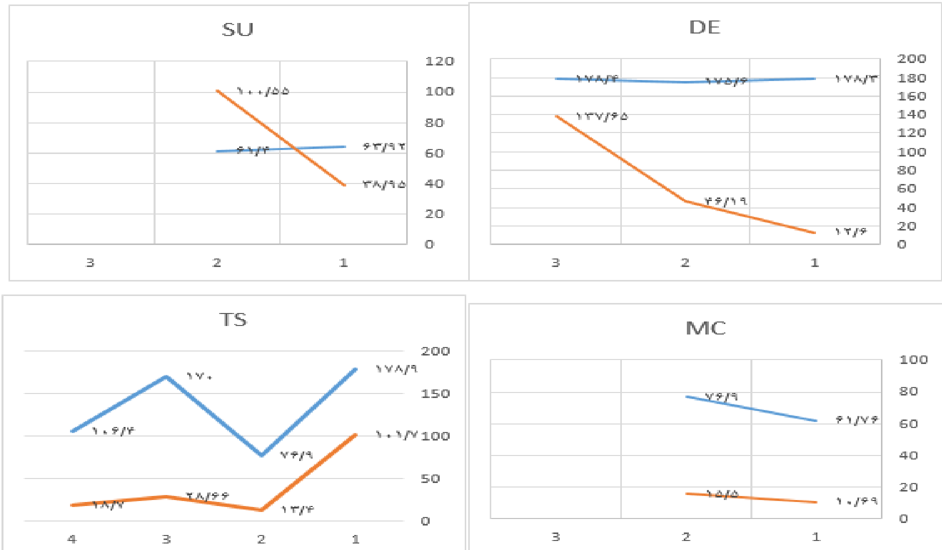
عنوان ریسک	خروجی مرحله اول	خروجی مرحله دوم	عدد ریسک کلی جهت ارزیابی کلی شرکت دخانیات گیلان
ریسک پشیبانی/SU	۱۸۰.۹٤	۷۹.۵۲	۱۵۱.۹٤
ریسک بازار/MAR	۱۱٤.۰٦	۳۱.٦۰	۱۵۱.۹٤
ریسک منابع/RES	۱٤٤	٤۰.۸۱	۱۵۱.۹٤

۵-بحث و تفسیر

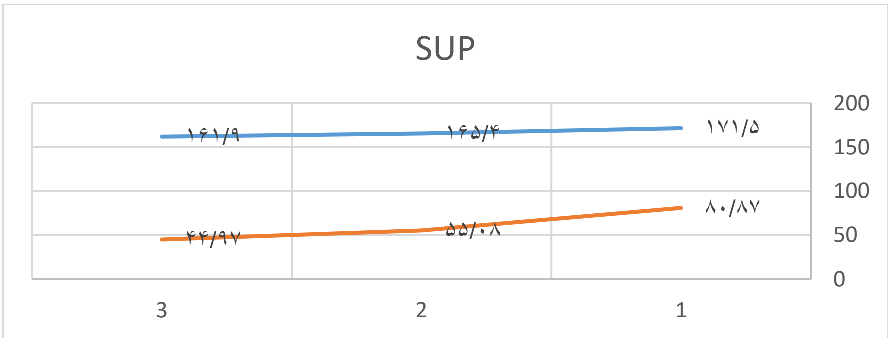
مقایسه دو روش بکار رفته برای ریسک‌های سطح یک: بطور کلی باید بگوییم روند محاسبات نشان دهنده صحت نتایج است، به‌طوری‌که که مقایسه خروجی مقدار ریسک نهایی فاکتور ساخت و تولید که توسط دو روش (استنتاج فازی که در نمودار با رنگ قرمز مشخص شده است و روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی که در نمودار با رنگ آبی مشخص شده است) در شکل ۸ مقایسه گردیده است، نشان می‌دهد که اختلاف کمی در مقدار نهایی محاسبه شده توسط دو روش (فوق) وجود دارد، که این ادعا را ثابت می‌نماید که روند محاسبات درست بوده و وضعیت کلی ریسک در مجموعه دخانیات گیلان در وضعیت متوسطی قرار دارد. شکل ۹ مقایسه سایر ریسک‌های سطح یک را نشان میدهد.



شکل۸. مقایسه مقادیر ریسک ساخت و تولید(رنگ قرمز روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی / رنگ آبی روش استنتاجی)

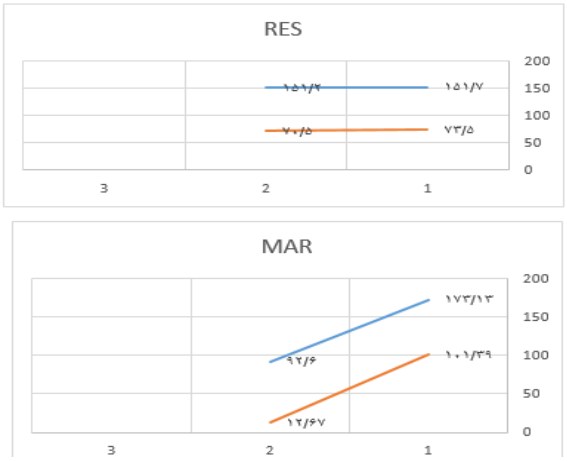


شکل ۹. مقایسه سایر مقادیر ریسک‌های سطح یک(رنگ قرمز روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی / رنگ آبی روش استنتاجی)



شکل ۱۰.مقایسه مقادیر ریسک پشتیبانی(رنگ نارنجی روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی / رنگ آبی روش استنتاجی)

مقایسه دو روش به‌کار رفته برای ریسک‌های سطح دو: به‌طوری‌که که مقایسه مقدار خروجی ریسک نهایی پشتیبانی (هر دو روش) شکل ۱۰ اختلاف کمی با هم دارند. در شکل ۱۱ مقادیر سایر ریسک‌های سطح دو مقایسه شده است.



شکل۱۱.مقایسه سایر ریسک‌های سطح دو (رنگ نارنجی روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی / رنگ آبی روش استنتاجی)

نتایج نشان می‌دهد که مقدار ریسک کل(ریسک سطح نهایی) زنجیره تامین به روش استنتاج فازی ١٦٣ می‌باشد، در حالی که مقدار ریسک کل زنجیره تامین از روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی عدد ١٥٢ است.نتایج در جدول ١٢ نمایش داده شده است. اختلاف بسیار کم نتایج به‌دست آمده صحت ارزیابی ریسک از طریق سیستم استنتاج فازی را که وابسته به اطلاعات پراکنده و ناقص است را توسط روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی که وابسته به اطلاعات دقیق است را تایید می‌نماید.

جدول ١٢. مقادیر بدست آمده برای ریسک نهایی شرکت دخانیات گیلان

عنوان ریسک	روش بکار رفته	مقدار نهایی بدست آمده
ارزیابی ریسک کل زنجیره تامین(RSCM)	سیستم استنتاج فازی(FIS)	١٦٣
ارزیابی ریسک کل زنجیره تامین(RSCM)	روش تصمیم‌گیری فازی مجموع ساده وزنی (FSWA)	١٥٢

۶- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

نتایج نشان دهنده دو نکته اساسی است: ١)صحت ارزیابی ریسک از طریق سیستم استنتاج فازی بعلت نزدیکی دو مقدار خروجی بدست آمده تایید می‌شود. از نظر دقت مدل فوق (سیستم

استنتاج فازی) با مدل تصمیم‌گیری مجموع ساده وزنی اختلاف بسیار کمی دارد ولی مزیت سیستم استنتاج فازی این است که در صنایع بزرگ با پراکندگی اطلاعات زیاد، با گرفتن کمترین اطلاعات از تصمیم‌گیرنده که می‌تواند با موتور استنتاج طراحی و تحلیل را انجام دهد، می‌تواند مدیران ارشد را به سمت اهداف نهایی هدایت نماید. ۲) نتایج فوق تایید می‌نماید که مدیریت زنجیره تامین در شرکت دخانیات گیلان در وضعیت متوسطی قرار دارد و در صورتی که سناریوهای مشخصی جهت مقابله و کنترل این ریسک‌ها وجود نداشته باشد، موجب چالش‌های جدی در این مجموعه خواهد شد.

به مدیران ارشد شرکت دخانیات گیلان پیشنهاد می‌شود در حوزه پشتیبانی، بازار و منابع (به‌عنوان متغیرهای تاثیرگذار در مطالعه فوق) توجه بیشتری نموده و با انجام اقدامات ترمیمی لازم جهت بهبود عملکرد سیستم و کاهش میزان ریسک، این متغیرها را کنترل نمایند، پس از انجام اقدامات اصلاحی باید مدل فوق (در صنعت مورد مطالعه) جهت کنترل ریسک، به‌طور دوره‌ای توسط سیستم استنتاج فازی مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد. هدف این تحقیق ایجاد بستری جهت کنترل ریسک و پویایی مجموعه بوده و مطالعه‌موردی (در شرکت دخانیات گیلان) نشان می‌دهد که می‌توان میزان ریسک‌های موجود در یک مجموعه بزرگ صنعتی را که از گستردگی قابل توجهی برخوردار است، تحلیل و کنترل نمود. این تحقیق نشان داد که سیستم استنتاج فازی ابزار خوبی جهت کمی نمودن مفاهیم غیر قطعی بوده و ترکیب این مدل با مدل رگرسیون لگاریتمی [۱] و سیستم استنتاج فازی جهت پیش‌بینی رفتار آتی سیستم که با احتمال خطا کمتر و سرعت پاسخگویی بیشتر، ابزار بسیار مناسبی می‌باشد. در این تحقیق جهت استجراج ریسک‌ها یک مدل جامع معرفی شده است که جهت شناسایی هر ریسک از زیرمجموعه آن پس از تکمیل پرسشنامه و نظر خبرگان ومستندات گذشته (گزارشات واحد مربوطه) اقدام می‌نماید.در این پژوهش جهت تحلیل مدل ریسک‌های زنجیره تامین ازیک سیستم استنتاج فازی استفاده شده است، این الگوریتم نسبت به سایر الگوریتم‌ها، به جهت تحلیل مستمر در سیستم مورد مطالعه و سرعت پاسخگویی بالا در شرایطی که تصمیم‌گیرندگان متعدد و اطلاعات پراکنده است، برتری دارد. مشخص شدن وضعیت هر ریسک به مدیران ارشد در

[۱] . Logarithmic regression model

صنایع بزرگ، کمک می‌نماید که با اقدامات فوری خطرات احتمالی را کنترل نمایند. به این ترتیب به همه سوالاتی که در بخش مقدمه مطرح شده بود، پاسخ دادیم.

به محققان پیشنهاد می‌شود در تحقیات آتی به موارد ذیل توجه نمایند: ۱) با استفاده از روش استنتاج فازی کسری [۱](FFIS) که یک سیستم استنتاج فازی است که در آن بخش‌های بعدی یک قاعده از نوع جدیدی از توابع عضویت به نام توابع عضویت کسری (پویا و ثابت) تشکیل شده است و حجم اطلاعات را نیز در فرآیند نتیجه‌گیری در نظر می‌گیرد و یا به عبارت دیگر، حجم اطلاعات استخراج شده از تابع عضویت به درجه صحت اطلاعات بستگی دارد، بار دیگر محاسبات فوق را انجام داده در این صورت قطعاً نتایج قابل تأمل خواهد بود. ۲) بکارگیری سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی [۲](ANFIS) با قابلیت‌های ظرفیت یادگیری سریع [۳] و تفسیر تطبیقی [٤] برای مدل‌سازی الگوهای پیچیده و درک روابط غیرخطی به خصوص در شرایطی که متغیرهای زبانی هر متغیر ریسک متفاوت بوده و در نتیجه پیچیدگی سیستم، افزایش می‌یابد، بسیار مفید است. ۳) ترکیب روش‌های فرا ابتکاری [٥] با دو روش توضیح داده شده قبلی می‌تواند پارامترهای مدل‌های فوق را بهبود داده و در نتیجه دقت نتایج به‌دست آمده را افزایش دهد.

۷- منابع

[۱] Ellram, L. M., Tate, W. L., & Billington, C. (۲۰۰٤). Understanding and Managing the Services Supply Chain. Journal of Supply Chain Management, ٤۰, ۱۷-۳۲. https://doi.org/۱۰,۱۱۱۱/j.۱۷٤٥-٤۹۳X.۲۰۰٤.tb۰۰۱۷٦.x

[۲] Ahmad Jaber, T. and Mohammed Shah, S. (۲۰۲٤), "Enterprise risk management literature: emerging themes and future directions", *Journal of Accounting & Organizational Change*, ۲۰(۱), ۸٤-۱۱۱. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۸/JAOC-۰۷-۲۰۲۲-۰۱۰٦

[۳] Ngo, V. M., Quang, H. T., Hoang, T. G., & Binh, A. D. T. (۲۰۲٤). Sustainability-related supply chain risks and supply chain performances: The moderating effects of dynamic supply chain management practices. Business Strategy and the Environment, ۳۳(۲), ۸۳۹-۸٥۷. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۲/bse.۳٥۱۲

[۱] . Fractional Fuzzy Inference System(FFIS)
[۲] . Adaptive Neurofuzzy Inference System(ANIFS)
[۳] . Rapid learning capacity
[٤] . Comparative interpretation
[٥] . Meta-heuristic methods

[٤] Emrouznejad A., Abbasi S., Sicakyuz C.(٢٠٢٣). Supply chain risk management: A content analysis-based review of existing and emerging topics. *Supply Chain Analytics*, ٣ , ١٠٠٠٣١. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.sca.٢٠٢٣,١٠٠٠٣١

[٥] Pourjavad, E., Mayorga, R.V.(٢٠١٩). A comparative study and measuring performance of manufacturing systems with Mamdani fuzzy inference system. *J Intell Manuf* ٣٠, ١٠٨٥–١٠٩٧. https://doi.org/١٠,١٠٠٧/s١٠٨٤٥-٠١٧-١٣٠٧-٥

[٦] Veeramani, C., Venugopal, R. & Muruganandan, S.(٢٠٢٣). An Exploration of the Fuzzy Inference System for the Daily Trading Decision and Its Performance Analysis Based on Fuzzy MCDM Methods. *Comput Econ*, ٦٢, ١٣١٣–١٣٤٠. https://doi.org/١٠,١٠٠٧/s١٠٦١٤-٠٢٢-١٠٣٤٦-٣

[٧] Park, K.F., Shapira, Z. (٢٠١٧). Risk and Uncertainty. *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management. Palgrave Macmillan, London*. https://doi.org/١٠,١٠٥٧/٩٧٨-١-٣٤٩-٩٤٨٤٨-٢_٢٥٠-١

[٨] Shojaeimehr, S., Rahmani, D.(٢٠٢٢). Risk management of photovoltaic power plants using a novel fuzzy multi-criteria decision-making method based on prospect theory: A sustainable development approach. *Energy Conversion and Management*. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.ecmx.٢٠٢٢,١٠٠٢٩٣

[٩] Behroz, M.S.,Afshar Kazemi, M.A., Azar, A.,Asgharizadeh, E.(٢٠٢٣). Optimize Proactive Maintenance and Inventory control by Using the Markov Decision Process and simulation in the frame of Industrial Internet of Things (IIOT). *Modern Research in Decision Making,* ٨(١) , ١٧٨-٢١٥. [In Persian] https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/٢١٥٨٠٨١

[١٠] Hajian Heidary, M.(٢٠٢٠). Modelling a Multi Objective Fuzzy Supplier Selection Considering Probabilistic Demand and Buyer's Risk.*Modern Research in Decision Making,* ٦(٣) , ١٠٣-١٢٧. [In Persian] https://dor.isc.ac/dor/٢٠,١٠٠١,١,٢٤٧٦٦٢٩١,١٤٠٠,٦,٣,٥,٧

[١١] Sadeghi Moghadam, M., Karimi, T., Bandesi, S.(٢٠١٧). Service Supply Chain Risk Assessment Applying Rough Set Theory Approach: Case of Payment Service Providers. *Management Research in Iran,* ٢٢(١) , ٦٩-٩٤. [In Persian] https://dorl.net/dor/٢٠,١٠٠١,١,٢٣٢٢٢٠٠,١٣٩٧,٢٢,١,٤,٣

[١٢] Zamani, A., Khanzadi, M., Saeed Jabal Ameli, M., Sarhadi ,M.(٢٠١٦). Service Supply Chain Risk Assessment Applying Rough Set Theory Approach: Case of Payment Service Providers. *Management Research in Iran,* ٢١(٣) , ١٣٩-١٦٦. [In Persian] https://dorl.net/dor/٢٠,١٠٠١,١,٢٣٢٢٢٠٠,١٣٩٦,٢١,٣,٧,٣

[١٣] Medvediev, I., Muzylyov, D., Montewka, J.(٢٠٢٤). A model for agribusiness supply chain risk management usingfuzzy logic. Case study: Grain route from Ukraine to Poland. *Transportation Research Part E,* ١٩٠ , ١٠٣٦٩١. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.tre.٢٠٢٤,١٠٣٦٩١

[١٤] Barzegar, Y., Barzegar, A., Bellini, F., Marrone, S., Verde, L.(٢٠٢٤). Fuzzy Inference System for Risk Assessment of Wheat Flour Product Manufacturing Systems. *Procedia Computer Science Proced,* ٢٤٦,٤٤٣١–٤٤٤٠. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.procs.٢٠٢٤,٠٩,٢٩٣

[۱٥] Jaison, F., Janaki, K.(۲۰۲٤). A Novel Methodology for Blockchain Traceable Food Supply Chain Based on the Composite Control Adaptive Neuro Fuzzy InferenceBased on the Composite Control Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Technique. *SN Computer Science*, ٥ , ۱۰۹٥. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s٤۲۹۷۹-۰۲٤-۰۳٤٥۰-۸

[۱٦] Abreu, L.R., Nagano, M.S.(۲۰۲۳). A two-stage fuzzy inference model to determine raw materials criticality in life sciences industries. *Operations Management Research*, ۱٦, ۲۰٤۸–۲۰٦۳. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۲۰٦۳-۰۲۳-۰۰۳۹۲-x

[۱۷] Mukherjee, S., De, A.,& Roy, S.(۲۰۲٤). Enterprise risk managementin supply chain operation: a fuzzy risk prioritization approach. *Benchmarking: An International Journal*. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۸/BIJ-۰٤-۲۰۲٤-۰۳۰۸

[۱۸] Bao Pham, Q., Mohammadi, B., Moazenzadeh, R., Heddam, S. (۲۰۲۳). Prediction of lake water-level fluctuations using adaptive neuro-fuzzyinference system hybridized with metaheuristic optimization algorithms.*Applied Water Science*,۱۳. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۳۲۰۱-۰۲۲-۰۱۸۱٥-z

[۱۹] Tavana, M., Sorooshian, S., Mina, H.(۲۰۲٤). An integrated group fuzzy inference and best–worst method for supplier selection in intelligent circular supply chains. *Annals of Operations Research*, ۳٤۲ , ۸۰۳-۸٤۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۰٤۷۹-۰۲۳-۰٥٦۸۰-۰

[۲۰] Sarfaraz, A.H., Karbassi Yazdi, A., Wanke, P., Ashtari Nezhad, E.,& Sadat Hosseini,R. (۲۰۲۲). A novel hierarchical fuzzy inference system for supplier selection and performance improvement in the oil & gas industry. *Journal of Decision Systems*. https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۱۲٤٦۰۱۲٥,۲۰۲۲,۲۰۹۰۰٦٥

[۲۱] Darko, B., Dusko, T., Adis, P.,Andelka,S.,Yousefi Raad,M.(۲۰۲۳). Ranking Challenges, Risks and Threats Using fuzzy inference system. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, ٦(۲) , ۹۳۳-۹٤۷. https://doi.org/۱۰,۳۱۱۸۱/dmame٦۲۲۰۲۳۹۲٦

[۲۲] Koohathongsumrit, N., Chankham, W.(۲۰۲۳). Route selection in multimodal supply chains: A fuzzy risk assessment model-BWM-MARCOS framework. *Applied Soft Computing*, ۱۳۷ , ۱۱۰۱٦۷. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.asoc.۲۰۲۳,۱۱۰۱٦۷

[۲۳] Behret, H., Öztayşi, B., Kahraman, C. (۲۰۱۱). A Fuzzy Inference System for Supply Chain Risk Management. In: Wang, Y., Li, T. (eds) Practical Applications of Intelligent Systems. *Advances in Intelligent and Soft Computing*,۱۲٤. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۳-٦٤۲-۲٥٦٥۸-٥_٥۲

[۲٤] Aqlan, F., Lam, S.S.(۲۰۱٤). A Fuzzy-based Integrated Framework for Supply Chain Risk Assessment. *Int. J. Production Economics*, ٥٤-٦۳. http://dx.doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.ijpe.۲۰۱٤,۱۱,۰۱۳

[۲٥] Janjua, N. K., Nawaz, F., & Prior, D. D. (۲۰۲۱). A fuzzy supply chain risk assessment approach using real-time disruption event data from Twitter. *Enterprise Information Systems*, ۱۷(٤). https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۱۷٥۱۷٥۷٥,۲۰۲۱,۱۹٥۹٦٥۲

[۲٦] Hosseinzadeh, M., Mehregan, M.R., Ghomi, M.(۲۰۱۹). Identifying and Analyzing Supply Chain Risks of Saipa Automobile Company using the Coso Model and Social

Network Analysis (SNA). *Production and Operations Management*, ۱۱-۱۳۲. http://۱۰,۲۲۱۰۸/JPOM.۲۰۱۸,۱۰۷۹۷۲,۱۰۹۳

[۲۷] Carrera, D.A., Mayorga, R.V.(۲۰۰۸). Supply chain management: a modular Fuzzy Inference System approach in supplier selection for new product development. *J Intell Manuf*,۱۹, ۱–۱۲ . https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/s۱۰۸٤٥-۰۰۷-۰۰٤۱-۹

[۲۸] Han, N., Um, J. Risk management strategy for supply chain sustainability and resilience capability. *Risk Manag* ۲٦, ٦ (۲۰۲٤). https://doi.org/۱۰,۱۰٥۷/s٤۱۲۸۳-۰۲۳-۰۰۱۳۸-w

[۲۹] Ho, W., Zheng, T.,Yildiz, H.,& Talluri, S.(۲۰۱٥). Supply chain risk management: a literature review. *International Journal of Production Research*, ۱٦, ٥۰۳۱–٥۰٦۹.http://dx.doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۰۰۲۰۷٥٤۳,۲۰۱٥,۱۰۳۰٤٦۷