ارائه مدلی برای کشف و بررسی ارتباطات علّی بین ریسک‌های موثر در فرآیند توسعه خانواده محصول در صنعت خودرو ایران

مجید کردبچه[۱]، رکسانا فکری[۲،*] و غلامرضا اسماعیلیان[۳]

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۲۳
پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۱۸

واژگان کلیدی:
فرایندتوسعه خانواده محصول،
مدیریت ریسک،
احتمال شرطی ریسک،
نقشه شناخت فازی،
شبکه باور بیزین.

چکیده

راهبرد فرآیند توسعه خانواده محصول در رقابت پاسخ به‌نیازهای متنوع بازار با ریسک‌های زیادی مواجه می‌باشد. تعیین احتمال بروز، نحوه مواجهه و شناخت ریسک‌هایی که مسبب بروز سایر ریسک‌ها هستند، همواره چالش‌زا است. هدف این پژوهش مدیریت تأثیر عدم قطعیت بر نتایج قابل انتظار و افزایش موفقیت فرآیند توسعه خانواده محصول از طریق پرداختن به‌ریسک‌های مسبب که احتمال شرطی بالاتری دارند، می‌باشد. در این مقاله ریسک‌های هر مرحله از این فرآیند با تمرکز بر نظریه داده بنیاد و نظر ۱۸فرد خبره در صنعت خودروسازی ایران احصاء گردید. سپس جداول تأثیر ریسک‌ها مبتنی بر نقشه شناخت فازی بر مبنای داده‌های حاصل از پرسشنامه تکمیلی در صنایع خودروسازی ایران شکل گرفت. در ادامه جداول احتمالات شرطی تشکیل و با کمک شبکه باور بیزین احتمال شرطی هر ریسک بصورت سیستماتیک محاسبه و ریسک‌های مسبب سایر ریسک‌ها، شناسایی گردید. نتیجه حاصل از مطالعات و محاسبات صورت گرفته نشان دادند که نه تنها برای اولین‌بار ریسک‌های خوشه‌بندی مشتریان، ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات و ریسک بخش‌بندی استاندارد مختص فرایند توسعه خانواده محصول شناسایی گردیدند، بلکه خروجی مدل، نمایانگر ریسک‌های نیاز با احتمال (۱۹,۷٪)، ریسک الزامات با احتمال (۱۰,۵۲٪) و ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات با احتمال (۶,۳۲٪) به‌عنوان ریسک های مسبب و دارای بالاترین احتمال شرطی بروز جنبه‌های منفی در فرآیند توسعه خانواده محصول درصنعت خودرو ایران می‌باشند. مدیران اجرایی با تمرکز بر کنترل این سه‌ریسک که به‌عنوان علت یا ریسک ریشه‌ای مرحله بعد عمل می‌نمایند، به‌موفقیت بیشتری دست یافته و این فرآیند را با اطمینان بیشتری انجام دهند.

۱-مقدمه

رقابت‌های بازار، فشار زیادی بر شرکت‌ها وارد می‌کند و آنها را وادار می‌کند تا بدنبال کسب مزیت بوسیله توسعه محصول جدید باشند. شرکت‌ها در مواجهه با این چالش بدنبال ارضاء نیازهای هر مشتری از طریق تکثیر محصول و استفاده از کارایی فرایند توسعه خانواده محصول به‌عنوان توانمندساز در تحقق راهبرد سفارشی‌سازی انبوه می‌باشند، تحقیقات نشان داده‌است که طراحی خانواده محصولات می‌تواند چنین چالشی را به درستی مدیریت نماید[۱].

ازسوی دیگر بطوراجتناب‌ناپذیری، فرآیند توسعه محصولات از ریسک‌ها لطمه می‌بینند[۲]. طراحی محصولات جدید بطور ذاتی، یک فرایند با ریسک بالا و عدم قطعیت بالاست.

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: r.fekri@pnu.ac.ir
۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، ص.پ. ۱۹۳۹۵-۳۶۹۷، تهران، ایران
۲. دانشیار ، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، ص.پ. ۱۹۳۹۵-۳۶۹۷، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، ص.پ. ۱۹۳۹۵-۳۶۹۷، تهران، ایران

وقتی طراحی محصول جدید دارای عملکرد یکنواخت است که ریسک‌های فرایند، ارزیابی و به عدم قطعیت‌ها، بطور مناسبی پرداخته شود[۳].

عدم توجه به ارتباط و تأثیرات متقابل بین ریسک‌ها، یعنی بی‌توجهی به اینکه یک ریسک به ظاهر بی‌اهمیت ممکن است مسبب بروز یک ریسک با اهمیت بالا باشد [۴]. اگر نحوه ارتباط ریسک‌ها با یکدیگر و احتمال بروز شرطی آنها شناخته نشود، یافتن علل بروز ریسک‌ها یا به عبارتی یافتن ریسک‌هایی که مسبب سایر ریسک‌ها هستند و دارای احتمال شرطی بروز بالایی هستند، میسر نشده و اثربخشی اقدامات مرتبط با مدیریت ریسک‌ها را کاهش می‌دهد.

فرآیند توسعه خانواده محصول دارای سه دامنه مشتری، فرآیند و تأمین‌کننده است[۵]. ضروری است به‌منظور افزایش کارایی و انطباق بیشتر با دنیای واقعی به‌صورت هم‌زمان هر سه‌دامنه، با لحاظ عدم قطعیت‌های رخدادها(احتمال) و اثر بالقوه آنها در خانواده محصول به‌کار گرفته شود که منجر به مدیریت تأثیر عدم قطعیت بر نتایج قابل انتظار و درنتیجه کمینه نمودن انحراف گردد. این موضوع در تحقیقات گذشته مورد توجه قرار نگرفته‌است.

در این مقاله ریسک‌های فرآیند توسعه خانواده محصول با لحاظ سه‌دامنه مشتری، فرایند و تأمین‌کننده به‌طور همزمان تعیین و چگونگی ارتباط، تأثیرپذیری و تأثیرگذاری ریسک‌ها بر یکدیگر کشف می‌گردد. همچنین احتمال شرطی بروز ریسک‌ها با امکان به‌روزآوری دانش و شواهد جدید محاسبه‌شده‌است. در واقع محیط طراحی محصول جدید همواره پویا و با عدم قطعیت همراه است. همچنین با گذشت زمان شواهد جدید ایجاد می‌شوند، لذا توجه به شواهد و دانش جدید در شناخت این ریسک‌ها و مدل‌سازی مدیریت ریسک و به‌روزآوری احتمال شرطی ریسک‌ها در طول فرآیند توسعه خانواده محصولات نیز در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد.

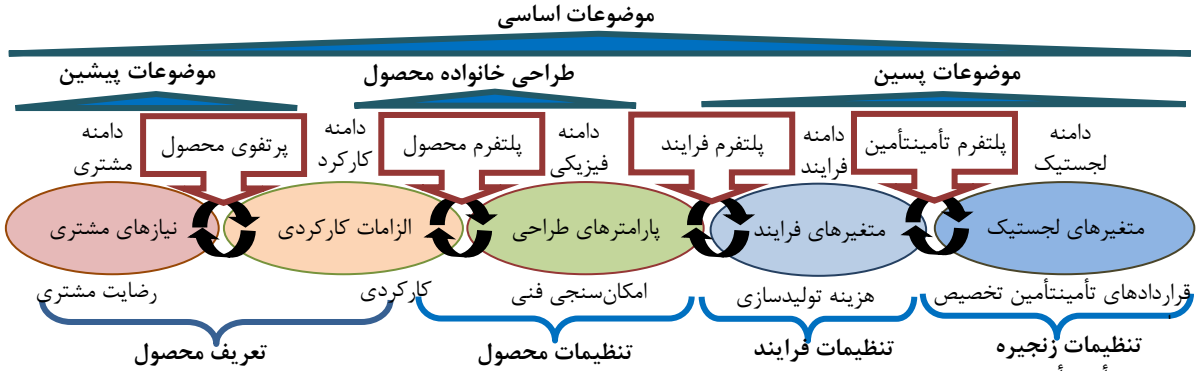
این تحقیق در سازمان‌های دارای مشتریان با نیازمندی‌ها و انتظارات متنوع با حجم تولید بالا نظیر خودروسازی، صندلی‌سازی و غیره که در جستجوی اقتصادی بودن تولید برای سازنده با لحاظ نیازمندی‌ها و انتظارات مشتریان در قالب گروه مشتریان هستند، کاربرد دارد. همچنین در راستای بکارگیری فرصت‌ها و مدیریت ریسک‌ها و طبقه‌بندی ریسک‌ها و توجه به علل آن‌ها در صنایع تولیدی با حجم انبوه و مشتریان متنوع استفاده می‌شود و موجب بهینه شدن سنجه‌های قابل کاربرد در ادبیات خانواده محصول در دنیای واقعی خواهد شد، چرا که مؤلفه ریسک در آن بکارگیری شده‌است. ارزش این تحقیق برای صاحبان کسب و کار این است که آنها را یک قدم به چگونگی مدیریت ریسک جهت دستیابی به موفقیت نزدیک می‌نماید.

در ادامه این مقاله پس از بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیقات، مبتنی بر مراحل فرایند توسعه خانواده محصولات اقدام به شناسایی ریسک‌ها بر مبنای نظریه داده، بنیاد شده و از طریق نقشه شناخت فازی جدول تأثیر متقابل بین ریسک‌های استخراج شده در صنعت خودروسازی ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سپس به کمک شبکه باور بیزین[1] احتمال بروز هر ریسک با تشکیل جداول احتمالات شرطی بر پایه جداول تأثیر متقابل پیش‌بینی می‌گردد و در بخش پایانی، اعتبارسنجی، نتیجه‌گیری تحقیق و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی ارائه می‌شود.

۲-مرور بر ادبیات تحقیق

شناخت فرآیند توسعه خانواده محصول و مراحل آن لازمه تعیین بافت سازمانی و به تبع آن تعیین ریسک‌ها، متناظر با آن مراحل می‌باشد. ژیائو[2] و همکارانش در سال ۲۰۰۷ موضوعات خانواده محصول را به سه‌حوزه تحت عنوان: موضوعات بخش پیشین، موضوعات بخش طراحی خانواده محصول و موضوعات بخش پسین تقسیم نمودند. شکل (۱) تصویری عمومی از مراحل فرایند طراحی و توسعه خانواده محصول را نشان می‌دهد[۵]. مراحل نه گانه‌ای که در فرایند توسعه خانواده محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل: ۱- مطالعه بازار، ۲- خوشه‌بندی مشتریان، ۳- تکمیل ماتریس خانه کیفیت، ۴-تکمیل ماتریس توسعه قطعات (شناسایی مشخصات طراحی قطعات، رتبه بندی مشخصات طراحی قطعات)، ۵-طراحی خانواده محصول برای گروه‌های مختلف مشتریان (طراحی محصول عمومی، طراحی خانواده برای هر گروه از مشتریان)، ۶-تجزیه و تحلیل نتایج طراحی خانواده محصول (معیار درصد اشتراک پذیری ، معیار کاهش هزینه و معیار درصد رضایتمندی)، ۷-طراحی ساختار بخش‌بندی استاندارد [3] محصول (ماتریس ساختار

[1] Bayesian Belief Network
[2] Jiao
[3] Modularity



شکل ۱- مراحل فرایند توسعه خانواده محصول [۵]

طراحی، بخش‌بندی استاندارد کردن قطعات و تحلیل بخش‌بندی استاندارد محصول)، ۸-تکمیل ماتریس طراحی فرایند، ۹- تکمیل ماتریس برنامه‌ریزی تولید می‌باشد [۶].

تاکنون ریسک‌های فرآیند توسعه خانواده محصول بصورت تخصصی و جامع با لحاظ مراحل آن تعیین نشده‌اند و به‌صورت محدود ریسک‌های طراحی محصول جدید یا ریسک‌های زنجیره تأمینتأمین توسط محققان شناسایی شده است [۳]، [۷]، [۸].

مارینیچ[1]، شناخت ریسک و پاسخ به‌ریسک را به‌عنوان متغیر مستقل و موفـــقیت در پـــروژه را به‌عنوان متغیر مدلسازی نموده‌است و نتیجه گرفت توجه به شناخت ریسک و پاسخ به‌آن منجر به موفقیت در پروژه، دستیابی به اهداف سازمانی و خلق فرصت برای محصولات و خدمات نوآور و ارزش‌آفرینی برای ذینفعان می‌گردد [۹].

ایزو ۹۰۰۰[2] ویرایش سال ۲۰۱۵، ریسک را تأثیر عدم قطعیت تعریف نموده است و عدم‌قطعیت، حالتی از نقص اطلاعات، حتی نقص جزئی است که به‌درک یا دانش یک رویداد، پیامد یا احتمال وقوع آن مربوط می‌شود. ریسک اغلب با اشاره به‌حوادث بالقوه و پیامدها یا ترکیب این موارد توصیف می‌شود. همچنین ریسک می‌تواند تأثیر مثبت یا منفی داشته باشد[۱۰].

به‌منظور تعیین و مدیریت ریسک‌ها نیازمند چارچوب هستیم، سازمان جهانی استانداردسازی[3] یک چارچوب عمومی ارائه‌نموده‌است که شامل مراحل ارتباطات و مشاوره، تعیین بافت سازمانی، تعیین ریسک، تجزیه و تحلیل ریسک، ارزیابی ریسک، پرداخت به‌ریسک، پایش و بازنگری می‌باشد[۱۱].

چاو[4] و همکاران نیز رویه‌ای سه مرحله‌ای شامل: تعیین ریسک با استفاده از روش‌های کلاسیک، تعیین ارتباط بین ریسک‌ها با استفاده از روش ماتریس وابستگی و ارزیابی ارتباط بین ریسک‌ها را مورد استفاده قرار دادند، در تحقیق ایشان تنها جنبه منفی ریسک‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و جنبه مثبت ریسک و تعاملات با اثرات مثبت مد نظر قرار نگرفته‌است. همچنین ایشان فرض نمودند که شبکه ریسک پروژه، ایستا است، به عبارتی تمام ریسک‌ها و تعاملاتشان در طول فرآیند پروژه بدون تغییر است، لذا توجه به‌پویایی در تحقیقات آتی را پیشنهاد دادند[۱۲].

ابزارهای عمومی که در حوزه‌های مختلف، دهه‌ها به‌طور اثربخشی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و همچنان با تفکر مبتنی بر ریسک در فازهای مدیریت ریسک بکارگیری می‌شود عبارتند از: تجزیه و تحلیل حالات و آثار خرابی، درخت خطا و حوادث، تجزیه و تحلیل پاپیونی[5]، ماتریس احتمال- پیامد، درخت تصمیم و نمودار پاراتو، اثربخشی بکارگیری ابزارها بستگی به‌کیفیت تیم مربوطه و انتخاب روش مناسب دارد[۱۳].

چهار سوقی و همکاران در تحقیق خود از یک مدل بهینه سازی فازی توسعه‌داده‌شده جهت طراحی پایای شبکه تأمینتأمین به‌منظور مدیریت عدم قطعیت ذاتی پارامترهای ورودی در شبکه‌های زنجیره تأمینتأمین استفاده نمودند[۱۴].

ابزارهای اثربخشی که می‌توان در مدل‌های فعال مدیریت ریسک استفاده نمود، بیشتر برای استفاده داخل سازمانی توسعه داده‌شده‌است. حتی اگر ابزارها برای مدیریت ریسک زنجیره تأمینتأمین در دسترس باشد، هیچ دو شرکت یا

[1] Marinich
[2] ISO 9000
[3] International standard organization
[4] Chao
[5] Bow-tie

زنجیره تأمین مرتبط شبیه هم نیستند و ریسک‌های مرتبط و تأثیر این ریسک‌ها بر عملکرد خیلی متفاوت است[۱۵]. این امر یافتن و بکارگیری مدلی مناسب که بصورت سیستماتیک قابلیت تعیین ریسک‌ها، ارتباطات متقابل و احتمال شرطی بروز آنها را در فرآیند توسعه خانواده محصول داشته باشد، ضروری می‌سازد.

درپژوهش حافظی و همکاران، ۱۳۹۸ روش نقشه شناخت فازی در تلاش برای ارائه ساختار منطقی و معتبر برای سناریوهای نیمه‌کمی محتمل آینده همراه با تجزیه و تحلیل رفتار پویای پارامترها می‌باشد [۱۶].

تعیین ارتباط بین ریسک‌ها و احتمال بروز آنها در فاز تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد. ریسک‌های فرآیند توسعه محصولات عمومی در تحقیق ژائو و کائو، مورد بررسی قرار گرفته به نحوی که ریسک‌ها از بررسی ادبیات موضوع استخراج و روابط بین آنها از طریق پرسشنامه بین متخصصین هوافضا و با روش معادلات ساختاری استخراج گردیده‌است[۷]. در تحقیق ایشان به فرآیند توسعه خانواده محصول و مراحل آن پرداخته‌نشده-است، همچنین پیش‌بینی احتمال بروز هر ریسک (جنبه مثبت و منفی) به عنوان شکاف تحقیقاتی در قالب یک مدل در این تحقیق ارائه‌شده‌است.

سای[1] و همکاران نیز از روش دیمتل[2]جهت تعیین ارتباط بین ریسک‌های صنعت تولید سل فتو ولتاژ در چین استفاده‌نمودند [۱۷].

در مقاله حاضر نقشه شناخت فازی، به‌منظور تعیین ارتباط بین ریسک‌ها و محاسبه تأثیر متقابل آنها و از شبکه باور بیزین برای تعیین احتمال شرطی آنها استفاده‌شده‌است. دشواری محاسبه جداول احتمال شرطی در شبکه باور بیزین با افزایش تأثیر روابط علی بصورت نمایی رشد می‌کند و استخراج آن بطور مستقیم از نظر خبرگان با چالش‌های جدی مواجه است. لذا این جداول از جداول تأثیر استخراجی از نقشه شناخت فازی که برای خبرگان راحت‌تر است محاسبه‌گردیده‌است.

نقشه شناخت فازی هم یک ابزار شناخت علّی ایده‌آل برای مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پویا می‌باشد. علاوه بر فراهم نمودن امکان شناسایی عوامل، تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا از روابط علّی بین عوامل و نیز جهت و قدرت نسبی این رابطه‌ها به خوبی شناخت پیدا کند، همچنین مدلی متشکل از عوامل تصمیم و روابط آشکار و پنهان آنها به‌دست می‌دهد [۱۸].

از روش شبکه باور بیزین نیز به‌منظور محاسبه احتمال شرطی بروز ریسک‌ها در تحقیقات مختلف استفاده شده است. به‌عنوان مثال توزیع مواد شیمیایی [۱۹]، صنعت نفت و گاز [۲۰]، صنعت بانکداری [۲۱]، صنعت ساخت موتور الکتریکی و صنعت ساخت کامپوزیت[3] [۲۲]، مـداد هایلایت[4] [۳].

نحوه محاسبه احتمال شرطی بروز هر ریسک از نقشه ارتباطی بین ریسک‌ها دارای ملاحظات خاصی می‌باشد، از جمله نقشه شناخت فازی که یک نقشه وابستگی و شبکه باور بیزین که نقشه عدم وابستگی می‌باشد. در نقشه وابستگی، یک ارتباط یا فلش بین دو گره در مدل نشان‌دهنده این است که دو گره با هم ارتباط دارند. اگرچه، فقدان یک فلش بین گره‌ها لزوماً استقلال بین دو گره را نشان نمی‌دهد. در یک نقشه عدم وابستگی، فقدان یک فلش نشان‌دهنده عدم وابستگی بین دو گره می‌باشد. درحالی‌که وجود یک فلش بین دو گره لزوماً ارتباط بین دو گره را نشان نمی‌دهد. لذا برای رفع این تفاوت باید ملاحظاتی را بصورت سیستماتیک انجام داد که روش چهار مرحله‌ای ندکارنی و شنوی[5] قابل کاربرد می‌باشد [۲۳].

همچنین در شبکه‌ها، معمولا چرخه بسته، بازخورد و فلش دوطرفه(رابطه دو طرفه) وجود دارد که بوسیله شبکه باور بیزین پشتیبانی نمی‌شود و بایستی اصلاحاتی در شبکه اعمال تا بکارگیری شبکه باور بیزین امکان‌پذیر شود [۲۴]. شاید آنچه شبکه‌های باور بیزین را به‌بهترین روش برای تجزیه و تحلیل ریسک، تصمیم‌گیری و برنامه‌های مدیریت ریسک تبدیل می‌کند، توانایی آنها در محاسبه احتمال گره ها و وابستگی بین متغیرها و به‌روزرسانی مقادیر احتمال در طول زمان می‌باشد. اینها همه مزایایی است که شبکه‌های باور بیزین نسبت به روش‌های کلاسیک آنالیز ریسک که ایستا هستند مانند درختان خطا، درختان حادثه و پاپیون

[1] Tsai
[2] Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory(DEMATEL)
[3] composite
[4] Highlight
[5] Nadkarni & Shenoy

دارد[۲۵].

از پیشینه تحقیق، نتیجه‌گیری می‌شود هرچند ابزارهای عمومی نظیر تجزیه و تحلیل حالات و آثار خرابی، درخت خطا و حوادث و... در مدیریت ریسک استفاده می‌شود[۱۵]. لیکن این ابزارها بدون توجه به‌ادغام ریسک‌ها و نحوه ارتباط و تعامل بین آنها در صنایع هم نوع به‌منظور کمینه نمودن کمیت ریسک‌ها و یافتن ریسک‌های مسبب انجام می پذیرند. لذا ضرورت بکارگیری مدلی سیستماتیک برای تعیین ریسک‌ها، ارتباطات متقابل و احتمال شرطی بروز آنها در فرآیند توسعه خانواده محصول در صنایع خودرو ایران بیش از پیش ضروری است. از سویی ریسک‌های فرآیند توسعه خانواده محصول به‌صورت خاص با توجه به-سه‌دامنه مشتری، فرآیند و تأمینتأمین‌کننده تاکنون مورد توجه قرار نگرفته‌است. لذا در این تحقیق با عنایت به مراحل نه‌گانه فرآیند توسعه خانواده محصول، ریسک‌ها شناسایی می‌گردد. همچنین در تحقیقات گذشته به‌روابط علّی و معلولی بین ریسک‌ها توجه‌نشده‌است و ریسک‌ها بصورت مستقل مورد پردازش قرار گرفته‌اند، لذا احتمال شرطی آنها نیز محاسبه‌نشده‌است. در این تحقیق بدنبال مدل بکارگیری ابزارهای مختلف در کنارهم، به‌منظور ادغام ریسک‌ها و یافتن روابط علّی و معلولی ریسک‌ها و کشف احتمال شرطی آنها هستیم. پرداختن به‌ریسک‌های مسبب با احتمال شرطی بالا موجب مدیریت منابع و تسریع در مواجهه با ریسک‌ها می‌گردد.

۳- روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف کاربردی و تبیینی بوده به‌صورت کیفی بدنبال بررسی روابط علّی و معلولی ریسک در فرآیند توسعه خانواده محصول در صنایع خودرو ایران می‌باشد.

به‌منظور تعیین ریسک، احتمال بروز آن و مدل‌سازی مراحل زیر انجام می‌پذیرد:

۳-الف- تعیین متغیرهای ریسک

۳-الف-۱- تعیین مراحل طراحی خانواده محصول

۳-الف-۲- تعیین ابعاد محیط بیرون و درون سازمان(بافت)

۳-الف-۳- تعیین متغیرهای ریسک‌ها با الگوگیری از نظریه داده بنیاد

۳-ب- محاسبه تأثیر متقابل متغیرها به‌روش نقشه شناخت فازی

۳-ب-۱- ماتریس اولیه عوامل

۳-ب-۲- ماتریس فازی شده عوامل

۳-ب-۳- ماتریس قدرت ارتباط بین عوامل

۳-ب-۴-ماتریس نهایی عوامل و تشکیل جداول تأثیر

۳-ج- مدل‌سازی شبکه باور بیزین

۳-ج-۱-ورود شواهد جهت به‌روزآوری احتمالات متغیرهای مستقل

۳-ج-۲- تشکیل جداول احتمالات شرطی بر پایه جداول تأثیر

۳-ج-۳- محاسبه شبکه باور بیزین

۳-د- احتمال رخداد متغیرها

۳-د-۱- بررسی وجود شواهد یا دانش جدید

۳-د-۲- احتمال رخداد متغیرها

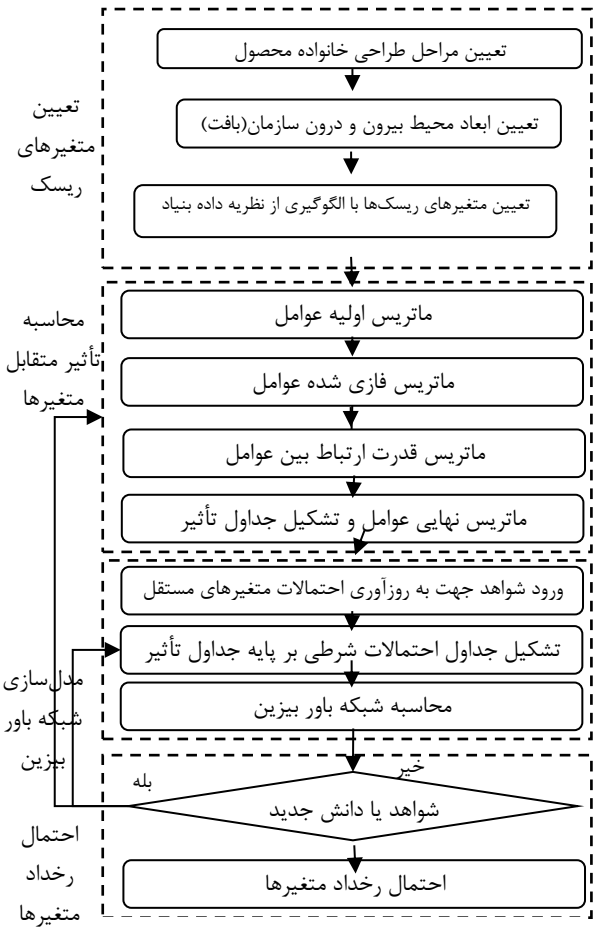
مطابق با فرآیند اجرایی تحقیق، گام‌هایی برای اجرای تحقیق در نظر گرفته‌شده‌اند . این گام‌ها در شکل (۲) نمایش داده‌شده‌اند.

۳-الف- تعیین متغیرهای ریسک

برای تعیین متغیرهای ریسک در فرآیند توسعه خانواده محصول چنانچه در شکل (۲) ذکر شد، ابتدا مراحل فرآیند توسعه خانواده محصول مبتنی بر مرور ادبیات تحقیق مورد توجه قرار می‌گیرد، سپس از روش شناخت بافت و تحلیل ابعاد محیط بیرون و درون سازمان استفاده و در مرحله سوم از روش داده بنیاد برای تعیین متغیرهای ریسک نهایی استفاده می‌شود.

مدنظر قراردادن مراحل فرآیند توسعه خانواده محصول سبب دستیابی به داده‌های جامع می‌گردد، چرا که مراحل فرآیند به‌عنوان ایستگاه شناسایی مفاهیم مدنظر قرار می گیرد و در هر ایستگاه نیز ابعاد محیط بیرون و محیط درون در قالب بافت سازمان به‌عنوان شرایط مداخله‌گر در شناخت مفاهیم مورد استفاده قرار گرفته‌است.

به‌منظور اجرای مراحل فرآیند، صنایع خودروسازی ایران که مفاهیم خانواده محصول در آنها کاربرد دارد، به‌عنوان جامعه آماری انتخاب گردید. به‌طوری که متغیرهای ریسک در هر مرحله، متناسب با ایستگاه‌های مشخص شده در مدل، توسط نظرات نمایندگان واحدهای مرتبط، از طریق مکاتبات داخلی شرکت‌ها اخذ گردید و سپس با ۱۸ کارشناس خبره در صنعت خودروسازی که مشخصات آنها در جدول ۱ آورده‌شده‌است، مصاحبه و از طریق نظریه داده بنیاد، ریسک‌های نهایی استخراج گردید



شکل ۲- مراحل اجرای فرایند تحقیق

جدول ۱- مشخصات جمعیت شناختی ۱۸ کارشناس خبره

جایگاه			
مدیر صنعت	معاون تضمین کیفیت	جانشین پروژه	مدیر پروژه
٪۱۶,۶۷	٪۲۲,۲۲	٪۱۶,۶۷	٪۴۴,۴۴
تعداد نفرات واحد			
بالاتر از ۵۰ نفر	بین ۲۰ تا ۵۰نفر	کمتر از ۲۰نفر	
٪۴۴,۴۴	٪۲۷,۷۸	٪۲۲,۲۲	
مدرک تحصیلی			
دکتری	کارشناسی ارشد	کارشناسی	
٪۱۶,۶۷	٪۵۵,۵۶	٪۲۷,۷۸	
سابقه کار			
بیشتر از ۲۰سال	بین ۱۵ تا ۲۰ سال	بین ۱۰تا۱۵ سال	کمتر از ۱۰ سال
٪۱۱,۱۱	٪۴۴,۴۴	٪۳۸,۸۹	٪۵,۵۶
وضعیت واحد از نظر			
پرداختن به خانواده محصول		پرداختن به ریسک	
٪۷۷,۷۸		٪۷۲,۲۲	

جهت استخراج متغیرهای ریسک از روش داده بنیاد استفاده می‌شود، به‌طوری که مطابق با روش استراوس-کوربین[1] سه مرحله کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی از نظریه داده بنیاد بکارگیری شده است[۲۶]. نتایج این مراحل در جدول شماره ۲ نمایش داده‌شده‌است و در ادامه در مورد هر زیر مرحله توضیحاتی در ذیل ارائه‌شده‌است:

۳-الف-۱- تعیین مراحل طراحی خانواده محصول

در ستون اول جدول ۲، مراحل فرآیند طراحی و توسعه خانواده محصول که در شکل (۱) نمایش داده‌شده به‌عنوان ایستگاه‌های تعیین و شناخت بافت استفاده‌شده‌است[۵].

۳-الف-۲- تعیین ابعاد محیط بیرون و درون سازمان(بافت)

در محیط بیرونی عوامل قانونی، فناوری، رقابتی، بازاری، فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و در محیط درونی عوامل ارزش‌ها، فرهنگ، دانش و عملکرد سازمان به‌عنوان ابعاد بافت استفاده‌شده‌است. در ستون دوم، شناخت بافت، محیط بیرون و درون سازمان متناظر با ستون اول مد نظر قرار گرفته‌است[۲۷].

۳-الف-۳- تعیین متغیرهای ریسک‌ها با الگوگیری از نظریه داده بنیاد

در این مرحله از روش داده بنیاد برای تعیین متغیرهای نهایی ریسک استفاده می‌شود. فلین و کرسوسکا[2]، ۲۰۱۸ در یک مرور سه مرحله‌ای فراروایه‌ای از تحقیقات و اجراهای نظریه داده بنیاد مبتنی بر ادبیات که بوسیله نمونه‌های حرفه‌ای تصدیق شده‌است، به‌این نتیجه رسیدند که تحقیقات مبتنی بر نظریه داده بنیاد مفهومی و ایجادکننده هستند[۲۸]. نظریه داده بنیاد، الگویی است که به‌صورت استقرایی از داده‌ها استخراج می‌شود، تابع تامل و بازاندیشی تئوریک است و بر اساس معیارهای ارزیابی خود به‌کفایت مورد قضاوت رسیده‌باشد[۲۹]. نظریه داده بنیاد با روش استراوس-کوربین به‌کمک سه‌فن، کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی انجام پذیرفت. در کدگذاری باز به‌منظور دستیابی به‌جامعیت داده‌ها مراحل فرآیند توسعه خانواده محصول به‌عنوان ایستگاه شناسایی مفاهیم مد نظر و بافت سازمان نیز به‌عنوان شرایط مداخله‌گر در شناخت مفاهیم مورد استفاده قرار گرفته‌است. در کدگذاری باز به کمک بخش‌بندی

[1] Corbin and Strauss

[2] Flynn, and Korcuska

مقوله‌های اولیه اطلاعات، مفهوم‌سازی داده‌ها انجام شده‌است. در کدگذاری محوری، یک مفهوم را در نقش محوری قرار داده و سایر مفاهیم مرتبط به‌آن ربط و پیوند داده شد و یک مؤلفه شکل گرفت.

در کدگذاری انتخابی، بین مؤلفه‌های مرتبط، یکپارچه‌سازی و بهبود مؤلفه اتفاق افتاده و ابعاد یا متغیرهای ریسک استخراج گردید. در ستون سوم مراجع کدگذاری باز نمایش داده‌شده‌است، به‌گونه‌ای که نتایج حاصل از نظرات خبرگان با استفاده از مرور بر ادبیات برمبنای این مراجع تأیید می‌گردد. چرا که درنظریه داده بنیاد می‌توان با بررسی نهایی مرور بر ادبیات و مطابقت آن با نظرات خبرگان تا حد زیادی مفاهیم ارائه شده از سوی آنها را بررسی و تأیید نمود. در ستون چهارم، متناظر با هر بعد بافت، مرحله کدگذاری باز نظریه داده بنیاد انجام گرفته و ۵۸ مفهوم با همکاری خبرگان مندرج در جدول۱ نهایی گردید.

در ستون سوم، مراجع کدگذاری باز نمایش داده‌شده‌است. در ستون چهارم، متناظر با هر بعد بافت، مرحله کدگذاری باز نظریه داده بنیاد انجام‌گرفته و ۵۸ مفهوم با همکاری خبرگان نهایی گردید. در ستون پنجم و ششم، کدگذاری محوری انجام و ۲۱ مؤلفه از مفاهیم مورد استفاده ترکیب گردید. حروف ب۱ الی ب۵۲ در کدگذاری باز جهت تعیین مفاهیم و حروف م۱ الی م۲۱ در کدگذاری محوری جهت تعیین مؤلفه‌ها، مورد استفاده قرار گرفته است. به‌عنوان مثال از مفاهیم ب۱-شناسایی مشتریان هدف(تمایز در کلیدی و غیرکلیدی)، ب۲-جمع‌آوری و حجم ندای مشتریان(نقطه تعادل حجم) و ب۳-دینامیک بودن ندای مشتریان، مؤلفه محوری م۱-شناخت بازار احصاء گردید و از مؤلفه م۱-شناخت بازار و م۲- ثبت نیازهای بازار، بعد ریسک نیازها به‌عنوان کد انتخابی استخراج گردید.

در نهایت در ستون هفتم جدول، ۱۰ بعد ریسک نیازها، ریسک خوشه‌بندی مشتریان، ریسک الزامات، ریسک فنی مشخصات طراحی، ریسک طراحی، ریسک عملکرد، ریسک بخش‌بندی استاندارد، ریسک ساخت/ برون‌سپاری، ریسک برنامه‌ریزی و ریسک مالی به‌عنوان خروجی کدگذاری انتخابی استخراج گردید. ابعاد استخراج شده به‌عنوان متغیر پنهان در مدل‌سازی استفاده‌شده‌است. هرگونه احتمال بروز خطا در مفاهیم/کدگذاری باز مندرج در جدول۲ مرتبط با ابعاد/کدگذاری انتخابی (متغیر پنهان) که منجر به انحراف از نتایج مورد انتظار گردد را ریسک آن متغیر پنهان می‌نامیم. به‌عنوان مثال: هرگونه احتمال بروز خطا در جمع‌آوری و حجم ندای مشتریان، پوشش همه ندای مشتریان، ایجاد تمایز در ندای مشتریان، برخورد با گروه‌های مختلف مشتریان (مفاهیم ب۷- ب۹) که منجر به‌انحراف از نتایج مورد انتظار گردد را ریسک خوشه‌بندی می‌نامیم.

جدول ۲- استخراج و تعیین ریسک به کمک نظریه داده بنیاد

شناخت بافت				تعیین ریسک	
مراحل فرایند	منشاء	مرجع	(مفهوم/کدگذاری باز)	(مؤلفه/کدگذاری محوری)	(ابعاد/کدگذاری انتخابی)
۱- مطالعه بازار	ط-۳	[۳۰]	ب۱-شناسایی مشتریان هدف(تمایز در کلیدی و غیر کلیدی)	م۱-شناخت بازار	ر۱-ریسک نیازها
	ط-۴	[۳۱]	ب۲-جمع‌آوری و حجم ندای مشتریان(نقطه تعادل حجم)		
	ط-۴	[۳۲]	ب۳-دینامیک بودن ندای مشتریان		
	ط-۱۰	[۳۳]	ب۴-فرایند ثبت استاندارد نیاز مشتری	م۲- ثبت نیازهای بازار	
	ط-۱۰	[۳۴]	ب۵-مکانیزم ارزیابی نیازها توسط خبرگان		
	ط-۱۰	[۳۵]	ب۶-تست‌های تکمیل، تصدیق و صحه‌گذاری نیازها		
۲- خوشه بندی مشتریان	ط-۳	[۳۶]	ب۷-پوشش همه ندای مشتریان	م۳-تحلیل بازار	ر۲-ریسک خوشه‌بندی مشتریان
	ط-۳	[۳۷]	ب۸-ایجاد تمایز در ندای مشتریان		
	ط-۴	[۳۰]	ب۹-برخورد با گروه‌های مختلف مشتریان		

ادامه جدول ۲- استخراج و تعیین ریسک به کمک نظریه داده بنیاد

شناخت بافت				تعیین ریسک	
مراحل فرایند	منشاء	مرجع	(مفهوم/کدگذاری باز)	(مؤلفه/کدگذاری محوری)	(ابعاد/کدگذاری انتخابی)
۳- تکمیل ماتریس خانه کیفیت	ط-۱۱	[۳۸]	ب۱۰-متوالی بودن فعالیت‌ها و حجم بالای پردازش اطلاعات	م۴-تعیین الزامات فنی	ر۳-ریسک الزامات
	ط-۱۰	[۴۰]	ب۱۱-بزرگ شدن ابعاد ماتریس‌ها و افزایش پیچیدگی		
	ط-۱۰	[۴۰]	ب۱۲-وجود ناسازگاری‌های مختلف در ماتریس خانه کیفیت		
	ط-۱۰	[۴۱]	ب۱۳-دستیابی به نتایج مختلف با روش‌های امتیازدهی و رتبه‌بندی		
	ط-۱۰	[۴۲]	ب۱۴-ابهام و گنگی در کلیه ارزیابی‌های ماتریس خانه کیفیت		
	ط-۵	[۴۳]	ب۱۵-عدم دستیابی به توافق جمعی اعضای تیم طراحی و توسعه		
	ط-۱۰	[۳۸]	ب۱۶-مشکلات مربوط به ارزیابی رقابتی		
	ط-۱۰	[۴۴]	ب۱۷-درنظر گرفتن فقط الزامات کیفی و فنی		
	ط-۹	[۴۳]	ب۱۸-مشکلات جغرافیایی و ارتباطاتی اعضای تیم		
	ط-۱۰	[۴۳]	ب۱۹-عدم استفاده از سوابق گذشته طراحی		
	ط-۱۱	[۴۵]	ب۲۰-وجود منابع محدود در انتخاب الزامات فنی و تعیین ارزش‌های هدف		
	ط-۱۰	[۲۵]	ب۲۱-اصلاح الزامات		
۴-تکمیل ماتریس توسعه قطعات	ط-۸	[۳۴]	ب۲۲-سازمان و حرفه‌ای‌گری	م۵-وجهه فنی	ر۴-ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات
	ط-۲	[۲۵]	ب۲۳-فن‌آوری انحصاری		
	ط-۱۰	[۴۶]	ب۲۴-توان فنی		
	ط-۲	[۳۴]	ب۲۵-چرخه عمر فن‌آوری	م۶-بلوغ فنی	
	ط-۲	[۲۵]	ب۲۶-انطباق فن‌آوری		
	ط-۲	[۲۵]	ب۲۷-فن‌آوری نوظهور		
	ط-۳	[۲۵]	ب۲۸-پیش بینی تکنولوژی		
۵-طراحی خانواده محصول برای گروه های مختلف مشتریان	ط-۱۰	[۳۴]	ب۲۹-تعداد تکرار در طراحی	م۷-تعداد تکرارها	ر۵-ریسک طراحی
	ط-۱۰	[۳۴]	ب۳۰-طراحی شتابان در سازنده	م۸-طراحی شتابان و بررسی نقص‌ها	
	ط-۱۰	[۲۵]	ب۳۱-نقص‌های مخفی		
	ط-۱۰	[۲۵]	ب۳۲-روال تصدیق و صحه‌گذاری		
	ط-۱۰	[۲۵]	ب۳۳-نقص‌های محصولی	م۹-خرابی محصول	
	ط-۱	[۴۷]	ب۳۴-تطابق با الزامات ایمنی، سلامت و محیط زیست[۸]	م۱۰-ایمنی، سلامت و محیط زیست	
۶-تجزیه و تحلیل نتایج طراحی خانواده محصول	ط-۱۰		ب۳۵-روال محاسبات	م۱۱-نتایج طراحی	ر۶-ریسک عملکرد
	ط-۱۱	[۴۸]	ب۳۶-جهت‌گیری شاخص‌ها		
	ط-۱۱	[۳۴]	ب۳۷-از دست دادن عملکرد	م۱۲-دوام عملکرد	
۷-طراحی ساختار بخش بندی استاندارد محصول	ط-۱۰		ب۳۸- معیارهای ناکافی جهت بخش‌بندی استاندارد	م۱۳-کیفیت بخش‌بندی استاندارد	ر۷-ریسک بخش‌بندی استاندارد
	ط-۱۰	[۴۹]	ب۳۹-پیچیده بودن تکنیک‌های بخش‌بندی استاندارد		
	ط-۱۰		ب۴۰-درجه به هم تنیدگی مدول‌ها		

ادامه جدول ۲- استخراج و تعیین ریسک به کمک نظریه داده بنیاد

شناخت بافت				تعیین ریسک	
مراحل فرایند	منشاء	مرجع	(مفهوم/کدگذاری باز)	(مؤلفه/کدگذاری محوری)	(ابعاد/کدگذاری انتخابی)
۸-تکمیل ماتریس طراحی فرایند	ط-۱۰	[۳۴]	ب۴۱-درجه انتقال الزامات جهت ساخت (تامین‌کنندگان)	م۱۴-مشارکت بیرونی با تامین‌کنندگان	ر۸-ریسک ساخت/ برون‌سپاری
	ط-۲	[۴۴]	ب۴۲-درجه هضم الزامات توسط تیم ساخت (تامین‌کنندگان)		
	ط-۴	[۴۴]	ب۴۳-ارتباطات و بازخور ساخت (تامین‌کنندگان)		
	ط-۴	[۲۵]	ب۴۴-سیستم اطلاعات مدیریت الزامات با ساخت (تامین‌کنندگان)		
	ط-۱۰	[۳۴]	ب۴۵-طراحی شتابان درساخت (تامین‌کنندگان)	م۱۵-طراحی شتابان و بررسی نقص‌ها	
۹-تکمیل ماتریس برنامه ریزی تولید	ط-۱۱	[۳۴]	ب۴۶-برنامه‌ریزی علمی	م۱۶-مشخصه طرح‌ریزی	ر۹-ریسک برنامه‌ریزی
	ط-۴	[۲۵]	ب۴۷-ارتباطات و هماهنگی با ساخت (تامین‌کنندگان)		
	ط-۱۱	[۵۰]	ب۴۸-کامل نمودن فعالیت‌ها		
	ط-۱۱	[۵۱]	ب۴۹-کیفیت ترتیب فعالیت‌ها		
	ط-۱۱	[۳۳]	ب۵۰-درجه بهم‌تندیدگی فعالیت‌ها	م۱۷-ماهیت محصول	
	ط-۱۰	[۲۵]	ب۵۱-نوظهور بودن فعالیت‌ها و فرایندها		
	ط-۱۱	[۳۴]	ب۵۲-تاخیر برنامه	م۱۸-تعویق برنامه	
	ط-۱		ب۵۳-مالیات- عوارض گمرکی	م۱۹-عوامل کشوری کسب و کاری	ر۱۰-ریسک مالی
	ط-۱۱	[۵۲]	ب۵۴-بالا رفتن هزینه	م۲۰-عوامل کشوری کسب و کار	
	ط-۶	[۴۴]	ب۵۵-درجه همراهی کارگران(اعتصاب)- درجه همراهی تامین‌کنندگان(اعتصاب)		
	ط-۷	[۵۳]	ب۵۶-تحریم	م۲۱-عوامل بین‌المللی کسب و کار	
	ط-۷	[۵۴]	ب۵۷-تورم	م۲۲-عوامل حکومتی کسب و کاری	
	ط-۷	[۵۱]	ب۵۸-نقدینگی		
راهنمای علائم در ستون منشاء: در محیط بیرونی عوامل ط-۱)قانونی، ط-۲) فناوری، ط-۳)رقابتی، ط-۴) بازاری، ط-۵)فرهنگی، ط- ۶)اجتماعی، ط- ۷)اقتصادی و در محیط درونی عوامل ط- ۸)ارزش‌ها، ط-۹)فرهنگ، ط-۱۰)دانش و ط- ۱۱)عملکرد سازمان					

۳-ب- محاسبه تأثیر متقابل متغیرها به روش نقشه شناخت فازی

نحوه محاسبه تأثیر متقابل متغیرها در این تحقیق بر مبنای روش آقای رودریگز[1] و همکاران[۵۵] استوار است و دارای چهار بخش ماتریس اولیه عوامل، ماتریس فازی شده عوامل، ماتریس قدرت ارتباط بین عوامل و ماتریس نهایی عوامل می‌باشد. اندیس‌ها و پارامترهای مورد استفاده در جدول ۳ تعریف گردیده‌اند.

۳-ب-۱- ماتریس اولیه عوامل

در این بخش بر مبنای اطلاعات جمع‌آوری شده از خبرگان یک ماتریس[m*n] تشکیل می‌شود. هر سلول o_{ij} در این ماتریس نشان‌دهنده ضریب یا وزنی است که هر کدام از افراد خبره "j" با توجه به دانش خود به هر یک از عوامل "i" تخصیص می‌دهند. مجموعه نظرات جمع‌آوری شده خبرگان برای هر عامل در جدول که در یک ردیف قرار می‌گیرند، نظیر $(o_{i1}, o_{i2}, o_{i3}, \dots, o_{im})$ یک بردار v_i ایجاد می‌شود.

[1] Rodriguez

جدول ۳- اندیس ها و پارامترها

علائم	تعاریف
n	اندیس تعداد متغیرهای اصلی شناسایی شده
m	اندیس تعداد خبرگان که از طریق آنها اطلاعات جمع‌آوری شده
j	اندیس هر کدام از افراد خبره
i	اندیس هر یک از عوامل
o_{ij}	ضریب یا وزن تخصیصی
v_i	بردارمجموعه نظرات جمع‌آوری شده خبرگان برای هر عامل
$X_i(O_{ij})$	مقدار فازی شده عوامل O_{ij} در طیف [۱و۰]
$Max(O_{iq})$	کران بالا در بردار v_i
$Min(O_{ip})$	کران پایین در بردار v_i
d_i	میزان نزدیکی رابطه بین دو بردار
AD	میانگین فاصله بین بردارها
S	مقدار رابطه نزدیک و مشابهت دو بردار

جدول ۴، ماتریس اولیه عوامل حاصل از نظر خبرگان صنایع خودرویی می‌باشد که مشخصات آنها قبلاً در جدول ۱ آورده شده‌است. در این جدول سطرها نشان‌دهنده ۱۰ریسک حاصل از نظریه داده بنیاد(خروجی بند ۳-الف-۳) در فرآیند توسعه خانواده محصول و ستون‌ها وزنی است که هر کدام از ۱۸ خبره به هر یک از ریسک‌ها تخصیص می‌دهند. به‌عنوان مثال خبره یک، وزن ۸۵ را برای ریسک یک با توجه به خبرگی و دانش خود تخصیص داده‌است. ارزش هر سلول عدد بین ۰- ۱۰۰ می‌باشد. که صفرکمترین ارزش و ۱۰۰ دارای بیشترین ارزش می‌باشد.

۳-ب-۲- ماتریس فازی شده عوامل

در این بخش بردارهای عددی تبدیل به مجموعه‌های فازی می‌شوند که ارزش هرکدام از اجزای این بردار مطابق مراحل زیر در طیف [۱و۰] قرار می‌گیرند.

ابتدا بر اساس فرمول شماره۱، کران بالا در بردار v_i به دست آمده و مقدار $x_i = 1$ به آن تخصیص داده می‌شود.

$$Max(O_{iq}) \Rightarrow X_i(O_{iq}) = 1 \qquad (۱)$$

سپس مطابق فرمول شماره۲، کران پایین در بردار v_i به دست آمده و مقدار $x_i = 0$ به آن تخصیص داده می‌شود.

$$Min(O_{ip}) \Rightarrow X_i(O_{ip}) = 0 \qquad (۲)$$

آنگاه سایر عناصر ماتریس اولیه عوامل از طریق فرمول شماره۳ به طیف [۱و۰] تبدیل می‌شود.

$$X_i(O_{ij}) = \frac{O_{ij} - Min(O_{ip})}{Max(O_{iq}) - Min(O_{ip})} \qquad (۳)$$

$X_i(O_{ij})$ درجه عضویت عوامل O_{ij} از بردار v_i می‌باشد. در مواردی که تصویر مستقیم عوامل به طیف [۱و۰] می‌تواند منجر به انعکاس نادر واقعیت شود و از طریق منطق عمومی خبرگان پشتیبانی نشود، یک حد پایین و یک حد بالا بر اساس تحلیل خبرگان قابل تعریف می‌باشد.

جدول ۴- ماتریس اولیه عوامل

	خ۱	خ۲	خ۳	خ۴	خ۵	خ۶	خ۷	خ۸	خ۹	خ۱۰	خ۱۱	خ۱۲	خ۱۳	خ۱۴	خ۱۵	خ۱۶	خ۱۷	خ۱۸
ر۱	۸۵	۷۶	۷۰	۸۲	۷۲	۷۶	۸۰	۸۵	۷۲	۷۳	۷۰	۷۵	۷۷	۷۲	۷۰	۷۱	۷۲	۷۰
ر۲	۷۷	۶۴	۷۲	۶۶	۶۳	۷۱	۷۶	۶۳	۶۷	۶۵	۷۱	۷۳	۷۲	۷۵	۷۳	۷۹	۷۳	۶۳
ر۳	۸۲	۸۵	۸۹	۸۶	۷۵	۷۹	۸۵	۹۵	۸۷	۹۲	۸۶	۷۶	۶۷	۷۸	۷۰	۵۶	۶۷	۷۸
ر۴	۷۶	۶۵	۷۶	۸۵	۸۰	۷۰	۶۵	۷۰	۸۶	۷۵	۷۶	۷۸	۶۴	۷۷	۷۸	۶۹	۷۸	۷۱
ر۵	۸۰	۸۵	۸۹	۷۸	۷۹	۸۹	۸۶	۸۷	۷۶	۷۶	۶۵	۶۸	۷۸	۸۹	۹۳	۹۲	۹۰	۸۰
ر۶	۸۳	۸۷	۷۸	۷۹	۷۰	۸۳	۷۸	۷۹	۸۵	۸۱	۸۰	۸۷	۸۰	۸۶	۸۵	۸۶	۸۷	۸۵
ر۷	۷۲	۶۵	۶۸	۵۴	۶۲	۵۹	۷۱	۶۷	۵۴	۶۸	۶۹	۷۳	۷۴	۶۷	۶۴	۶۵	۷۲	۷۱
ر۸	۷۸	۸۹	۸۰	۷۶	۷۸	۸۹	۸۰	۹۰	۸۵	۸۷	۸۴	۸۲	۸۰	۹۰	۷۲	۷۴	۷۰	۸۰
ر۹	۸۱	۸۵	۷۵	۸۳	۷۵	۸۵	۸۰	۸۶	۸۳	۷۸	۸۳	۸۵	۸۲	۸۵	۸۹	۸۳	۷۳	۸۷
ر۱۰	۸۵	۷۸	۸۰	۸۵	۸۰	۷۶	۷۸	۸۶	۸۷	۷۸	۸۹	۸۰	۸۶	۸۴	۷۶	۷۸	۸۴	۷۹

راهنما: خ۱-خ۱۸ نشان دهنده هر یک از ۱۸ خبره شرکت کننده در تحقیق می‌باشد. و ر۱- ر۱۰ نشان‌دهنده ریسک‌ها یا ابعاد/کدگذاری انتخابی مستخرجه از جدول ۲ می‌باشد.

لذا اگر v_i یک بردار عددی از m عنصر مرتبط با عامل "i" باشد و O_{ij} و j=1,2,…,m به‌عنوان عناصر v_i باشد. حد بالا و پایین بصورت فرمول شماره ۴و ۵ تعریف می‌شود.

$$\forall_{j=1\ldots m} O_{ij}(O_{ij} \geq \partial_u) \Rightarrow X_i(O_{ij}) = 1 \qquad (۴)$$

$$\forall_{j=1\ldots m} O_{ij}(O_{ij} \leq \partial_u) \Rightarrow X_i(O_{ij}) = 0 \qquad (۵)$$

در جدول ۵، بردار فازی شده عوامل، برای سطر ر۷-ریسک بخش‌بندی استاندارد، نمایش داده‌شده‌است. مبتنی بر جدول۴ و ردیف ر۷ می‌توان دریافت که ۷۸، بر اساس فرمول شماره۱، کران بالا در بردار v_7 می‌باشد و عدد یک به آن تخصیص داده می‌شود و درمقابل ارزش ۵۴ نیز کران پایین در بردار v_7 می‌باشد و عدد صفر به آن تخصیص داده‌می‌شود. نظرات سایر خبرگان که بین کران بالا و پایین هستند بر اساس فرمول شماره ۳ به ارزشی بین طیف [۰و۱] تصویر می‌شود. o_{71} نظر خبره یک در خصوص ریسک ۷- بخش‌بندی استاندارد، بصورت۰,۹= (۵۴-۷۴)/(۵۴-۷۲) محاسبه می‌گردد. به همین ترتیب سایر سلول‌های ماتریس فازی شده قابل محاسبه می‌باشد.

۳-ب-۳- ماتریس قدرت ارتباط بین عوامل

نزدیکی ارتباط دو عامل به وسیله شاخص میزان مشابهت میان دو بردار v_1 و v_2 محاسبه می‌گردد. قدرت ارتباط میان عوامل به وسیله پارامتر S نمایش داده می‌شود و بستگی کامل به دو بردار مربوط به آنها دارد.

جدول ۵- بردار فازی شده عوامل برای ریسک بخش‌بندی استاندارد

	خ۱	خ۲	خ۳	خ۴	خ۵	خ۶	خ۷	خ۸	خ۹	خ۱۰	خ۱۱	خ۱۲	خ۱۳	خ۱۴	خ۱۵	خ۱۶	خ۱۷	خ۱۸
ر۷	۰,۹۰	۰,۵۵	۰,۷	۰,۰	۰,۴	۰,۲۵	۰,۸۵	۰,۶۵	۰,۰	۰,۷	۰,۷۵	۰,۹۵	۱,۰	۰,۶۵	۰,۵	۰,۵۵	۰,۹۰	۰,۸۵

۰,۹= (۵۴-۷۴)/(۵۴-۷۲) ؛ماکزیمم نظر خبرگان:۷۴←۱؛ مینیمم نظر خبرگان:۵۴←۰؛

میزان نزدیکی رابطه بین دو بردار بر مبنای فاصله میان دو بردار تعیین می‌شود و بردارهایی که دارای ارتباط مستقیم یا معکوس هستند، روش محاسبه متفاوتی دارند. در صورتی که دو بردار v_1 و v_2 به صورت مستقیم با هم در ارتباط باشند، نزدیکی ارتباط میان آنها برای هر j که j=1,2,…,m) برابر است با $X_1(vj)-X_2(vj)$و در صورتی‌که رابطه بین دو بردار معکوس باشد، نزدیکی دو ارتباط برابر است با $X_1(vj)-(1-X_2(vj))$. در این حوزه متغیر دیگری نیز تعریف می‌شود که عبارت است از d_j این پارامتر برابر است با اختلاف بین "j" امین عناصر متناظر دو بردار، این پارامتر بر اساس فرمول شماره۶ برای رابطه مستقیم و فرمول شماره ۷ برای رابطه معکوس محاسبه می‌شود.

$$d_j = |X_1(v_j) - X_2(v_j)| \qquad (۶)$$

$$d_j = |X_1(v_j) - (1 - X_2(v_j))| \qquad (۷)$$

پارامتر دیگری نیز تحت عنوان AD مطابق فرمول شماره ۸ تعریف می‌شود که میانگین فاصله بین بردارها می‌باشد.

$$AD = \frac{\sum_{j=1}^{m} |d_j|}{m} \qquad (۸)$$

مقدار رابطه نزدیک و مشابهت دو بردار که با پارامتر S نمایش داده می‌شود با فرمول شماره ۹ محاسبه می‌گردد.

$$S = 1 - AD \qquad (۹)$$

$S=1$نشان‌دهنده مشابهت کامل و $S=0$ نشان‌دهنده بیشترین درجه تفاوت می‌باشد.

جدول ۶ بردار قدرت ارتباط بین ریسک بخش‌بندی استاندارد و ریسک ساخت/ برون سپاری را نمایش می‌دهد. با توجه به مستقیم بودن ارتباط بین این دو عامل بر اساس فرمول شماره ۶، تفاوت بین هر سطر محاسبه می‌گردد. به‌عنوان مثال عدد ۰,۵ اختلاف ۰,۹ و ۰,۴ در ستون خبره۱ و دو عامل ر۷ و ر۸ می‌باشد. میانگین فاصله بر اساس فرمول شماره ۸، عدد ۰,۳۹ و رابطه شباهت دو عامل بر اساس فرمول شماره ۹، عدد ۰,۶۱ محاسبه گردید.

جدول ۶- بردار قدرت ارتباط بین ریسک بخش‌بندی استاندارد و ریسک ساخت/ برون سپاری

	خ۱	خ۲	خ۳	خ۴	خ۵	خ۶	خ۷	خ۸	خ۹	خ۱۰	خ۱۱	خ۱۲	خ۱۳	خ۱۴	خ۱۵	خ۱۶	خ۱۷	خ۱۸	میانگین فاصله	شباهت
ر۷	۰.۹۰	۰.۵۵	۰.۷۰	۰.۰۰	۰.۴۰	۰.۲۵	۰.۸۵	۰.۶۵	۰.۰۰	۰.۷۰	۰.۷۵	۰.۹۵	۱.۰۰	۰.۶۵	۰.۵۰	۰.۵۵	۰.۹۰	۰.۸۵	۰.۳۹	۰.۶۱
ر۸	۰.۴۰	۰.۹۵	۰.۵۰	۰.۳۰	۰.۴۰	۰.۹۵	۰.۵۰	۱.۰۰	۰.۷۵	۰.۸۵	۰.۷۰	۰.۶۰	۰.۵۰	۱.۰۰	۰.۱۰	۰.۲۰	۰.۰۰	۰.۵۰		

۳-ب-۴-ماتریس نهایی عوامل و تشکیل جداول تأثیر

پس از تشکیل ماتریس قدرت ارتباط بین عوامل، نتایج به دست‌آمده توسط افراد خبره مورد بازنگری قرار می‌گیرد، چرا که ممکن است برخی از داده‌های درون آن گمراه-کننده‌باشند. به این معنی نتایجی که از منطق ریاضی مورد استفاده به دست آمده‌اند ممکن است نشان‌دهنده وجود رابطه و نزدیکی قابل قبولی میان عوامل باشند؛ اما این در حالی است که ممکن است به صورت منطقی، عوامل با هم بی‌ارتباط باشند. این ارتباطات نامناسب به راحتی می‌تواند توسط خبرگان در این حوزه شناسایی و حذف شوند.

جدول ۷ ماتریس نهایی عوامل که با نظر ۱۸خبره و پس از طی چهار مرحله فوق حاصل شده‌است نمایش داده‌شده-است. به‌عنوان مثال در جدول ۷، سلول حاصل از تقاطع ریسک بخش‌بندی استاندارد و ریسک ساخت/برون‌سپاری عدد۰,۶۱ ثبت شده‌است. اعداد داخل ماتریس نشان‌دهنده وزن ارتباط بین دو عامل می‌باشد که معادل نیروی رابطه علت و معلولی آنهاست. اعداد داخل سلول‌ها نشان‌دهنده وجود ارتباط منطقی وقابل قبول از نظر خبرگان در حوزه مورد بررسی می‌باشد و ارتباط سایر عوامل از نظر ایشان نامناسب شده‌است.

جدول ۷- ماتریس نهایی عوامل

	ریسک مالی	ریسک برنامه‌ریزی	ریسک ساخت/ برون‌سپاری	ریسک بخش‌بندی استاندارد	ریسک عملکرد	ریسک طراحی	ریسک فنی مشخصات طراحی	ریسک الزامات	ریسک خوشه‌بندی مشتریان	ریسک نیازها
ریسک نیازها	۰,۶۹	۰,۶۲	۰,۶۰	۰,۵۴	۰,۴۷	۰,۵۷	۰,۵۵	۰,۶۵	۰,۶۲	
ریسک خوشه‌بندی مشتریان	۰,۶۲	۰,۶۴	۰,۵۶	۰,۶۸	۰,۶۷	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۵۷		۰,۶۲
ریسک الزامات	۰,۶۸	۰,۶۹	۰,۷۹	۰,۶۶	۰,۶۳	۰,۶۸	۰,۶۸		۰,۵۷	۰,۶۵
ریسک فنی مشخصات طراحی	۰,۷۳	۰,۶۱	۰,۶۱	۰,۵۸	۰,۶۱	۰,۵۸		۰,۶۸	۰,۶۶	۰,۵۵
ریسک طراحی	۰,۵۶	۰,۷۱	۰,۶۵	۰,۶۵	۰,۷۲		۰,۵۸	۰,۶۸	۰,۶۶	۰,۵۷
ریسک عملکرد	۰,۵۷	۰,۷۸	۰,۶۹	۰,۶۹		۰,۷۲	۰,۶۱	۰,۶۳	۰,۶۷	۰,۴۷
ریسک بخش‌بندی استاندارد	۰,۶۰	۰,۶۴	۰,۶۱		۰,۶۹	۰,۶۵	۰,۵۸	۰,۶۶	۰,۶۸	۰,۵۴
ریسک ساخت/ برون‌سپاری	۰,۶۵	۰,۷۴		۰,۶۱	۰,۶۹	۰,۶۵	۰,۶۱	۰,۷۹	۰,۵۶	۰,۶۰
ریسک برنامه‌ریزی	۰,۶۴		۰,۷۴	۰,۶۴	۰,۷۸	۰,۷۱	۰,۶۱	۰,۶۹	۰,۶۴	۰,۶۲
ریسک مالی		۰,۶۴	۰,۶۵	۰,۶۰	۰,۵۷	۰,۵۶	۰,۷۳	۰,۶۸	۰,۶۲	۰,۶۹

۳-ج- مدل‌سازی شبکه باوربیزین

۳-ج-۱-ورود شواهد جهت به روزآوری احتمالات متغیرهای مستقل

۳-ج-۲- تشکیل جداول احتمالات شرطی بر پایه جداول تأثیر

تشکیل جداول احتمالات شرطی بر پایه جداول ترکیب اثر طی سه مرحله زیر انجام می‌پذیرد: ۱-ترکیب اثرات چندگانه علّی ۲-نرمال‌سازی شرایط احتمالی ۳-مقیاس‌دهی مجدد جهت حفظ نقطه نظرات اولیه در بیزین خصوص ترکیب اثرات علی در جداول ترکیب اثر حالات

مختلف متغیر وابسته و متغیرهای مستقل و وابسته موثر بر آن نمایش داده‌می‌شود. به‌عنوان مثال متغیر ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات تحت تأثیر متغیرهای ریسک نیاز (با وزن ۰,۵۵)، ریسک خوشه‌بندی مشتریان(با وزن ۰,۶۶) و ریسک الزامات(با وزن ۰,۶۸) قرار دارد. هر یک از متغیرها دارای دوحالت جنبه مثبت(+) و جنبه منفی(-) می‌باشد. حالات مختلف در سه سطر اول جدول ۸ نمایش داده‌شده‌است. برای محاسبه ترکیب اثرات چندگانه علّی زمانی که ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات جنبه مثبت خود را بروز دهد و دو متغیر علّی دیگر جنبه منفی خود را بروز دهند.

احتمال شرطی بروز ریسک به شرح زیر محاسبه می‌شود. ۰,۸ =-۰,۶۸- ۰,۶۶-۰,۵۵+ که علامت منفی نشان‌دهنده بروز جنبه منفی در ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات خواهد بود و درحالتی که همه سه متغیر علی جنبه مثبت خود را بروز می‌دهند، هر سه بار عاملی با هم جمع می‌شوند ۱,۸۹=۰,۶۸+ ۰,۶۶+۰,۵۵ عدد حاصله نشان دهنده بروز جنبه مثبت ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات با احتمال تأثیر ۱,۸۹ می‌باشد. عدد حاصله بیش از یک می‌باشد که در احتمال درست نیست، لذا مرحله دوم نرمال‌سازی شرایط احتمالی جهت رفع این ابهام انجام می‌پذیرد. برای انجام تمامی اعداد مرحله اول بر بیشینه عدد این مرحله تقسیم می‌گردد. عدد ۱,۸۹ که بیشینه عدد این مرحله است، به‌یک تبدیل می‌شود. جهت حفظ نقطه نظرات اولیه در خصوص ترکیب اثرات علی، مرحله سوم یعنی مقیاس‌دهی مجدد انجام می‌پذیرد. به‌عنوان مثال عدد ۰,۳۰ به‌عدد ۰,۶۵ مقیاس‌دهی مجدد می‌شود. (۰,۶۵=۰,۵+۰,۵*۰,۳) در مقیاس‌دهی مجدد احتمال‌های بیشینه از ۱ به سمت ۰,۵ سوق داده می‌شود و احتمال‌های کمینه از ۰ به‌سمت ۰,۵ سوق داده می‌شود.

جدول احتمالات شرطی(اعداد حاصل در مرحله سوم) از جدول ۸ به‌عنوان ورودی شبکه باور بیزین استفاده می‌شود.

جدول ۸- احتمالات شرطی مربوط به‌متغیر ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات

(۰,۵۵)ریسک نیاز			+				-			
(۰,۶۶)ریسک خوشه بندی مشتریان			+		-		+		-	
(۰,۶۸)ریسک الزامات			+	-	+	-	+	-	+	-
۱-ترکیب اثرات چندگانه علّی	ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات	+	۱,۸۹	۰,۵۲	۰,۵۷		۰,۸			
		-				-۰,۸		-۰,۵۷	-۰,۵۲	۱,۸۹
۲- نرمال‌سازی شرایط احتمالی		+	۱,۰۰	۰,۲۸	۰,۳۰		۰,۴۲			
		-				-۰,۴۲		-۰,۳	-۰,۲۸	-۱,۰۰
۳- مقیاس‌دهی مجدد		+	۱,۰۰	۰,۶۴	۰,۶۵	۰,۷۱	۰,۷۱	۰,۶۵	۰,۶۴	۱,۰۰
		-	۰,۰۰	۰,۳۶	۰,۳۵	۰,۲۹	۰,۲۹	۰,۳۵	۰,۳۶	۰,۰۰

پس از ساخت ماتریس نهایی عوامل و تشکیل جداول تأثیر، قدم بعدی ساخت شبکه بیزی به‌صورت سیستماتیک بر اساس روش چآ[1][۵۶] می‌باشد. بر اساس این روش تبدیل مدل ارتباطی اثر بین متغیرها (نقشه شناخت فازی) به‌شبکه‌های بیزی به صورت یک مجموعه کامل از جداول احتمالات شرطی[2] بر پایه جداول ترکیب اثر[3] انجام می‌پذیرد.

در این تحقیق احتمال بروز جنبه مثبت ریسک و احتمال بروز جنبه منفی ریسک در متغیرهای ریسک مستقل که خود به‌عنوان علت عمل می‌نمایند، توسط ۱۸ کارشناس خبره با مشخصات جدول ۱ مقداردهی شده‌اند. سایر متغیرها نیز بر اساس ماتریس نهایی عوامل و جداول تاثیر، مقادیر وزنی اثرات علی و جداول احتمالات شرطی بطور سیستماتیک محاسبه می‌گردد.

۳-ج-۳- محاسبه شبکه باور بیزین

با استفاده از تابع مقیاس‌دهی مجدد بر اساس نتایج بدست‌آمده، شبکه بیزی توسط نرم‌افزار هوگین[4] [۵۷] مدل‌سازی گردید. خروجی شبکه بیزین حاصل از نرم افزار در شکل (۳) نمایش داده‌شده‌است. این بسته نرم‌افزاری، دارای قابلیت‌های بسیار مهمی در مدل‌سازی شبکه‌های بیزی با

[1] Cheah
[2] Conditional probability table
[3] Combination effect table
[4] HUGIN Lite8:8

هدف پشتیبانی از تصمیم‌گیری مدیران در شرایط عدم قطعیت می‌باشد. پس از تکمیل مدل‌سازی توسط نرم‌افزار، شبکه بیزی به دست آمده با کارگروه در میان گذاشته شده و به‌خصوصیات مختلف آن بصورت کامل برای اعضای کارگروه تشریح گردید.

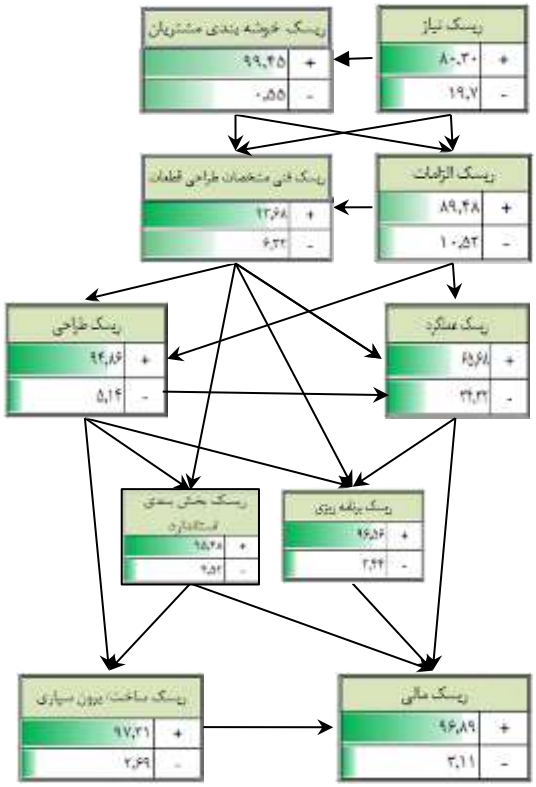
۳-د- احتمال رخداد متغیرها

۳-د-۱- بررسی وجود شواهد یا دانش جدید

شواهد یا دانش جدید می‌تواند منجر به تغییر احتمال بروز متغیرهای مستقل شود. لذا با این به‌روزآوری سایر مراحل مجدد انجام و احتمالات شرطی متغیرهای وابسته به‌روزآوری خواهد شد. در صورت کشف شواهد یا دانش جدید در داده‌ها، محاسبات به‌روزآوری و بارعاملی مسیرها که نشان‌دهنده میزان تأثیر ارتباط بین متغیرها است به‌روز می‌شوند. این مرحله نشان‌دهنده پویا بودن مدل و قابلیت به‌روزآوری احتمالات شرطی حاصل از مدل را نشان می‌دهد.

۳-د-۲- احتمال رخداد متغیرها

احتمال رخداد متغیرها، با اجرای شبکه باور بیزین محاسبه می‌گردد، که نتایج آن در شکل (۳) نمایش داده‌شده‌است.



شکل ۳- شبکه باور بیزین

۴. تجزیه و تحلیل، بحث و یافته‌های تحقیق

ریسک‌های هر مرحله از فرآیند توسعه خانواده محصول بر اساس نظریه داده بنیاد و نظر ۱۸خبره احصاء گردید. سپس جداول تأثیر ریسک‌ها مبتنی بر نقشه شناخت فازی بر مبنای داده‌های حاصل از ۱۸ پرسشنامه تکمیلی در صنعت خودرو ایران شکل گرفت.

در ادامه جداول احتمالات شرطی تشکیل و با کمک شبکه باور بیزین پیشنهادی، احتمال شرطی هر ریسک به‌صورت سیستماتیک محاسبه و ریسک‌های مسبب سایر ریسک‌ها، شناسایی گردید. جدول ۹ وضعیت احتمال رخداد ریسک‌ها را نمایش می‌دهد. ریسک خوشه‌بندی مشتریان و ریسک ساخت/ برون‌سپاری دارای بیشترین احتمال رخداد با جنبه مثبت، ۹۹,۴۵ و ۹۷,۳۱ درصد می‌باشند.

جدول ۹- احتمال رخداد ریسک‌های خانواده محصول منتج از شبکه باور بیزین

مخفف	عنوان ریسک	+	-
ر۱	ریسک نیاز	۸۰,۳۰	۱۹,۷
ر۳	ریسک الزامات	۸۹,۴۸	۱۰,۵۲
ر۴	ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات	۹۳,۶۸	۶,۳۲
ر۵	ریسک طراحی	۹۴,۸۶	۵,۱۴
ر۷	ریسک بخش‌بندی استاندارد	۹۵,۴۸	۴,۵۲
ر۶	ریسک عملکرد	۹۵,۶۴	۴,۳۶
ر۹	ریسک برنامه‌ریزی	۹۶,۵۶	۳,۴۴
ر۱۰	ریسک مالی	۹۶,۸۹	۳,۱۱
ر۸	ریسک ساخت/ برون‌سپاری	۹۷,۳۱	۲,۶۹
ر۲	ریسک خوشه‌بندی مشتریان	۹۹,۴۵	۰,۵۵

همچنین احتمال رخداد جنبه منفی ریسک‌ها توسط کارشناسان خبره تعیین نشده‌است، بلکه این احتمال با محاسبات نقشه شناخت فازی و سپس تجزیه و تحلیل شبکه باور بیزین محاسبه‌شده‌است. ریسک مالی به‌عنوان گره پایانی در سیستم که خود علت ریسک دیگری نمی‌باشد، دارای احتمال رخداد با جنبه منفی ۳,۱۱ درصد می‌باشد. همانگونه که در شکل (۳) و جدول۹ نشان داده-شده‌است، ریسک نیاز با احتمال رخداد جنبه منفی ۱۹,۷ درصد دارای بالاترین احتمال رخداد با جنبه منفی در بین سایر ریسک‌ها می‌باشد. ریسک الزامات با احتمال رخداد با جنبه منفی ۱۰,۵۲ درصد دارای دومین اولویت می‌باشد و ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات با احتمال ۶,۳۲

درصد سومین اولویت را دارا می‌باشد.

محدودیت‌هایی که در تحقیق با آن مواجه بودیم عبارتند از:

۱- با عنایت به تخصصی بودن و محرمانه بودن ریسک‌های صنعت خودرو از نظر خبرگان، متقاعد نمودن به همراهی ایشان و توزیع پرسشنامه و اخذ پاسخ از پاسخ‌دهندگان با سختی همراه بود.

۲- این تحقیق تنها در صنعت خودرو ایران که خانواده محصول در آن کاربرد دارد، اجرا شده است. لذا مقایسه نتایج تحقیق با صنایع دیگر که خانواده محصول در آن کاربرد دارد، انجام نشده‌است.

۳-شواهد و دانش مورد استفاده در تحقیق مربوط به یک دوره زمانی مشخص است. لذا شواهد و دانش جدید در دوره‌های زمانی دیگر احصاء نشده‌است.

۴- به اقداماتی که منجر به مدیریت اثربخش هر ریسک می شود، پرداخته‌نشده‌است. لذا به‌این اقدامات و استاندارد نمودن آنها توجه‌نشده‌است.

۵. اعتبارسنجی نتایج تحقیق

نتایج تحقیق حاضر شامل سه بخش اصلی است. بخش اول، نتایج مربوط به‌تعیین متغیرهای ریسک که مبتنی بر ادبیات موضوع و نظر خبرگان است و به‌وسیله روش داده بنیاد حاصل شده‌است. بخش دوم نتایج تحقیق، محاسبه تأثیر متقابل متغیرهای ریسک و تعیین روابط علّی و معلولی و شناخت ریسک‌های مسبب است که با بکارگیری نقشه شناخت فازی حاصل گردید. بخش سوم نتایج تحقیق، محاسبه احتمال شرطی رخداد هر متغیر با مدل‌سازی شبکه باور بیزین می‌باشد. اعتبارسنجی نتایج تحقیق، با اعتبارسنجی نتایج روش‌های مورد استفاده در هر سه بخش تحقیق، قابل بررسی است.

همچنین مدل در صنعت خودرویی ایران و با نظر خبرگان اجرا شده است و پس از نهایی شدن مدل و خروجی دوباره توسط خبرگان بررسی شده و توسط ایشان تایید شده‌است.

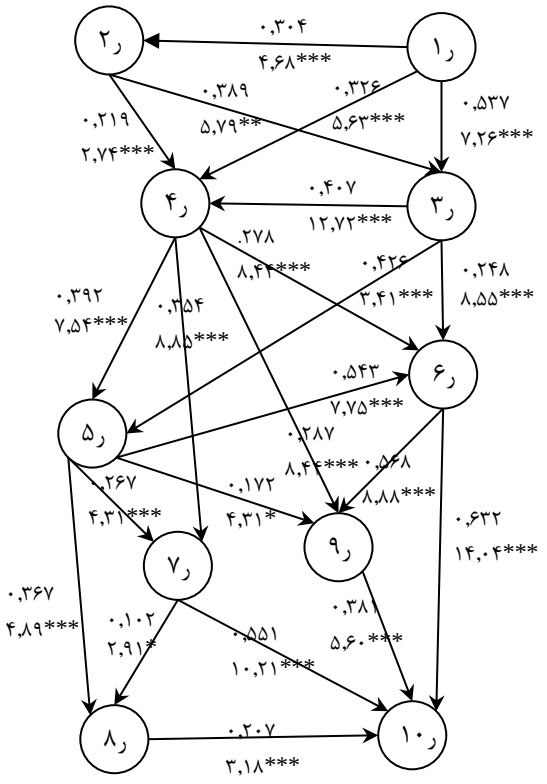
۵-الف- اعتبارسنجی نتایج روش داده بنیاد

در مرحله اول روش داده بنیاد(مفهوم/کدگذاری باز) که مبنای شروع شناسایی ریسک‌ها می‌باشد، از طریق ارجاع به مراجع مشخص شده در جدول۲، اعتبارسنجی انجام شده است. همچنین روایی یک روش داده بنیاد در گرو ترکیب خبرگانی است که گروه خبره را تشکیل می‌دهند.

بنابراین اگر اعضای شرکت کننده در مطالعه، نماینده گروه یا حوزه دانش مورد نظر باشد، اعتبار روش تایید می‌گردد. در این مطالعه اعضای گروه خبرگان نیز همگی دارای دانش و تجربه لازم در موضوع مربوطه هستند. ترکیب جمعیت شناختی آنها در جدول ۱ آورده‌شده‌است.

۵-ب- اعتبارسنجی نتایج روش نقشه شناخت فازی

بمنظور تعیین تعاملات ریسک‌ها در این تحقیق از روش آقای رودریگز و همکاران[۵۵] استفاده‌شده‌است. تست تجزیه و تحلیل عاملی نیز جهت بررسی روایی سازه انجام و نتایج حاصل، خروجی بند ۵-الف را تایید نمود. همچنین اعتبارسنجی تعاملات نقشه شناخت فازی به روش مدل‌سازی معادلات ساختاری با ۱۵۷ پرسشنامه تکمیلی خبرگان صنعت خودرو انجام گردید. نتایج انجام این روش با اعداد روی خط‌های جهت‌دار در شکل (۴) نمایش داده-شده‌است.



ر۱- ر۱۰ نشان‌دهنده ریسک‌ها یا ابعاد/کدگذاری انتخابی مستخرجه از جدول ۲ می‌باشد.

p≤0.1*
p≤0.05**
p≤0.001***

شکل ۴- مدل‌سازی معادلات ساختاری

به‌عنوان مثال ارتباط بین ریسک نیاز و ریسک خوشه‌بندی مشتریان، که عدد ۰,۳۰۴ نشان‌دهنده بار عاملی و عدد

۴,۶۸ نشان‌دهنده مقدار تی[1] می‌باشد و *** معنی‌دار بودن عدد پی[2] کمتر از ۰,۰۰۱ می‌باشد. مقدار تی، ۴,۶۸، چون از قدر مطلق ۱,۹۶ بزرگتر است، بیان‌کننده وجود تفاوت معنی‌داری میزان ارتباط دو ریسک با صفر، در سطح ۰,۱درصد (***) است. به‌عبارتی رابطه مستقیم و مثبت این دو ریسک تایید شده است. وزن ارتباط بین همین دو ریسک، منتج از نقشه شناخت فازی عدد ۰,۶۲ (مندرج درجدول۷) می‌باشد، که آن هم نشان‌دهنده رابطه مثبت و مستقیم بین دو ریسک می‌باشد. اختلاف بین دو عدد۰,۶۲ (نقشه شناخت فازی) و ۰,۳۰۴(مدل‌سازی معادلات ساختاری) ناشی از متفاوت بودن مقیاس، روش‌های محاسبه، تعداد نفرات مشارکت‌کننده(در روش معادلات ساختاری تعداد نفرات باید بیشتر از ۱۰۰ نفر باشد) می‌باشد. با بکارگیری معادله اصلاحی، امکان نرمال‌سازی و هم مقیاس نمودن اعداد وجود دارد. لیکن با توجه به‌اینکه در این بخش تنها به‌دنبال اعتبارسنجی نوع ارتباط(مستقیم و غیر مستقیم) و جهت(مثبت و منفی) هستیم با بکارگیری مقدار تی در روش معادلات ساختاری این امر محقق می گردد. به‌همین ترتیب سایر ارتباطات بین ریسک‌ها بررسی شده و در نتیجه یافته‌های روش مدل‌سازی معادلات ساختاری نوع ارتباط و جهت آن را بین عناصر مدل حاصل از نقشه شناخت فازی تایید می‌نماید.

۵-ج- اعتبارسنجی نتایج روش شبکه باور بیزین

محاسبه احتمال شرطی هر ریسک بر اساس روش شبکه باور بیزین انجام گردید. ورودی این روش، نتایج حاصل از روش نقشه شناخت فازی می‌باشد، که در بند ۵-ب نحوه اعتبار سنجی آن تشریح شده‌است. از نظر محاسبه مدل شبکه باور بیزین نیز، بصورت موازی در نرم افزار اکسل[3] و هم توسط نرم افزار هوگین انجام گردید و نتایج یکسانی حاصل شده‌است.

۶. نتیجه‌گیری

فرآیند توسعه خانواده محصول پاسخی حساب شده به نیازهای متنوع و در حال تغییر بازار از طریق گروه‌بندی مشتریان و ارائه محصول به‌صورت خانواده متناسب با هر یک از گروه‌هاست. پرداختن به‌ریسک‌ها در این فرآیند موجب افزایش موفقیت در این حوزه می‌گردد، لذا در این تحقیق ریسک‌های فرآیند توسعه خانواده محصول مبتنی بر مراحل ۹گانه با تکیه بر نظر خبرگان صنعت خودرو ایران از طریق نظریه داده بنیاد استخراج و در مدل‌سازی انجام شده با نقشه شناخت فازی، نحوه ارتباطات این ریسک‌ها ترسیم گردید. در نقشه ارتباطی حاصل از نقشه شناخت فازی، ریسک‌های مراحل اولیه به‌عنوان علت مراحل بعد عمل می‌نماید. ریسک برنامه‌ریزی تحت تأثیر ریسک‌های عملکرد، طراحی و فنی مشخصات طراحی قطعات می‌باشد و ریسک عملکرد تحت تأثیر ریسک‌های الزامات و طراحی و فنی مشخصات طراحی قطعات قرار دارد. ریسک الزامات به شدت تحت تأثیر ریسک نیازها و بعد از آن تحت تأثیر ریسک خوشه‌بندی مشتریان می‌باشد.

احتمال رخداد هر یک از ریسک‌ها در فرآیند طراحی خانواده محصول از طریق شبکه باور بیزین محاسبه‌گردید. این کار از طریق جداول احتمالات شرطی بر پایه جداول تأثیر محاسبه‌گردید، بعبارتی طبق یک فرایند سیستماتیک شبکه وابستگی حاصل از نقشه شناخت فازی تبدیل به یک شبکه غیر وابسته قابل استفاده در شبکه باور بیزین تبدیل شد. ریسک نیاز و الزامات با احتمال رخداد جنبه منفی۱۹,۷و ۱۰,۵۲ درصد، به‌عنوان دو ریسک مهم شناسایی شده، که می‌بایست اقدامات پرداختن به ریسک بر آن متمرکز شود.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق به مدیران اجرایی حوزه خانواده محصول در صنعت خودرو ایران پیشنهاد می‌شود برای موفقیت در مدیریت ریسک بر سه ریسک نیاز، ریسک الزامات و ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات متمرکز-شوند، چرا که این ریسک‌ها به‌عنوان علت یا ریسک ریشه‌ای مرحله بعد عمل می‌نمایند. همچنین بمنظور افزایش موفقیت، تمرکز ویژه بر ریسک نیاز به‌عنوان علت ریشه‌ای سایر ریسک‌ها داشته‌باشند. بعبارتی شناخت بازار و ثبت نیازهای بازار، مؤلفه‌های تشکیل دهنده این ریسک هستند لذا توجه ویژه در این حوزه نیازمند تمرکز بر شناسایی مشتریان هدف، جمع‌آوری و حجم ندای مشتریان و فرایند ثبت استاندارد نیاز مشتری، مکانیزم ارزیابی نیازها توسط خبرگان و تست‌های تکمیل، تصدیق و صحه‌گذاری نیازهای به‌عنوان مفاهیم و مؤلفه‌های تأثیرگذار بر ریسک نیاز می‌باشد.

لذا هرچه در مراحل ابتدایی، ریسک‌ها مدیریت شوند،

[1] T
[2] P
[3] Excel

ریسک‌های مراحل پایانی کمتر احتمال بروز یافته و بیشتر تحت کنترل قرار خواهند گرفت. همچنین برای کاهش ریسک عملکرد به‌عنوان یک ریسک رایج می‌بایست ریسک‌های تاثیرگذار بر آن یعنی ریسک الزامات، ریسک طراحی و ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات را مدیریت نمود.

در این مقاله به‌تمامی مراحل فرایند توسعه محصول از دامنه مشتری، فرآیند و تامین‌کننده توجه شد و ریسک خوشه‌بندی مشتریان، ریسک فنی مشخصات طراحی قطعات و ریسک بخش‌بندی استاندارد به‌عنوان ریسک‌های مختص خانواده محصول پرداخته شد.

همچنین برای اولین‌بار ریسک‌های مرتبط با فرآیند توسعه خانواده محصول بر اساس نظریه داده بنیاد استخراج و پس از کشف نحوه ارتباط آنها با یکدیگر، احتمال رخداد هریک از آنها محاسبه‌گردید.

آنچه در این تحقیق شبکه باور بیزین مورد استفاده را از حالت ایستا به پویا تبدیل می‌کند، امکان ورود شواهد و دانش جدید می‌باشد که با گذشت زمان حاصل می‌شود و می‌تواند ریسک‌ها و احتمال رخداد آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

پیشنهاد می‌شود این تحقیق در صنایع دیگر که خانواده محصول در آن کاربرد دارد، انجام پذیرد و نتایج با این تحقیق مقایسه شود. همچنین بصورت دوره‌ای مدل از نو اجرا و شواهد و دانش جدید احصاء و ریسک‌های خانواده محصول و احتمال رخداد آنها به‌روزآوری شود. یافتن اقداماتی که منجر به مدیریت اثربخش هر ریسک ریشه‌ای شده و استاندارد نمودن این اقدامات در صنایع مختلف جهت تحقیقات آتی نیز پیشنهاد می‌گردد.

تقدیر و تشکر

تقدیم به همسر و فرزندان عزیزیم که مرا همراه هستند.

مراجع

[1] L. Gauss, D. P. Lacerda, and P.A. Cauchick Miguel, "Module- based product family design: systematic literature review and meta-synthesis", Journal of Intelligent Manufacturing, 2020, https://doi.org/10.1007/s10845-020-01572-3

[2] P. Francis, M. Golden, and W. Woods, "Defense Acquisitions: Managing Risk to Achieve Better Outcomes", Government Accountability Office, No. GAO-10-374T, Washington DC, 2010.

[3] K. S. Chin, D. W. Tang, J. B. Yang, S. Y. Won, and H. Wang, "Assessing new product development project risk by Bayesian network with a systematic probability generation methodology", Expert Systems with Applications, No. 36, 2009, pp. 9879–9890.

[4] Q. zhu, S. F. Golrizgashti, and J. sarkis, "Product deletion and supply chain repercussions: risk management using FMEA", benchmarking:An International journal, 2020, pp.1463-5771, Doi.10.1108/BIJ-01-2020-0007

[5] J. Jiao, T. W. Simpson, and Z. Siddique, "Product family design and platform-based product development: a state-of-the-art review", Journal of Intelligent Manufacturing, Vol.18, 2007, pp. 5–29.

[۶] مجید بهزادیان و رضا برادران کاظم زاده ، "همکاری بخش بندی بازار در توسعه خانه کیفیت و طراحی خانواده محصول ماژولار "، رساله دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه امیر کبیر، تهران، ایران، ۱۳۸۷، صفحه ۶۰.

[7] Y. Zhao, and H. Cao, "Risk management on joint product development with power asymmetry between supplier and manufacturer ", International Journal of project management, Vol. 15, No. 33, 2015, pp. 1812 – 1826.

[8] F. Y. Lin, and L. Zhou, " The impacts of product design changes on supply chain risk: a case study ", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 41, No. 2, 2011, pp. 162-186.

[9] M. Marinich, "Relationship between risk identification, risk response, and project success", Walden University, doctoral study,2020.

[10] ISO 9000, QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS -Fundamentals and vocabulary, International Organization for Standardization, 2015.

[11] ISO 31000, Risk management – Guidelines, provides principles, framework and a process for managing risk, International Organization for Standardization, 2018.

[12] F. Chao, F. Marle, E. Zio, and J. C. Bocquet," Network theory-based analysis of risk interactions in large engineering projects ", Reliability Engineering and System Safety, Vol. 106, 2012, pp. 1-10.

[13] M. Goci'c, G. T. Aronica, G. E. S.tavroulakis, and S. Trajkovic ," Natural Risk Management and Engineering", Springer Tracts in Civil Engineering, 2020, pp.1-21,https://doi.org/10.1007/978-3-030-39391-5_1.

[۱۴]محمدرضا فضلی خلف، سید کمال چهارسوقی و میر سامان پیشوایی، "طراحی پایای شبکه زنجیره تأمینتأمین حلقه بسته تحت عدم قطعیت: مطالعه موردی یک تولیدکننده باتری اسیدی"، مدل سازی در مهندسی،دوره۱۲، شماره۳۹،۱۳۹۳، صفحه ۴۵-۶۰.

[15] F. Badurdeen, M. Shuaib, K. Wijekoon, A. Brown, W. Faulkner, J. Amundson, I. S. Jawahir, T. J. Goldsby, D. Iyengar, and B. Boden, "Quantitative modeling and analysis of supply chain risks using Bayesian theory", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 25, No. 6, 2014, pp. 631 – 654.

[۱۶]عباس شیخان، رضا حافظی، مهدی عمرانی اواردی، امیرناصر اخوان و احمد سعیدی، "ارائه مدل یکپارچه تولید سناریوهای نیمه کمی با استفاده از روش ترکیبی مبتنی بر نقشه شناخت فازی: مطالعه موردی تولید نفت ایران"، مدل سازی در مهندسی، دوره۱۷، شماره ۵۶، ۱۳۹۸، صفحه ۱۵۷-۱۶۸.

[17] S. B. Tsai, J. Zhou, Y. Gao, J. Wang, G. Li, Y. Zheng, and W. Xu," Combining FMEA with DEMATEL models to solve production process problems", PloS One, Vol. 12, NO. 8, 2017, e018634.

[18] E. I. Papgeorgiou, and J. L. Salmeron, "Fuzzy cognitive maps for applied sciences and engineering", Intelligent Systems Reference Library, Vol. 54, 2014, Doi: 10.1007/978-3-642-39739-4-1

[19] B. Nepal, and O. P. Yadav, "Bayesian belief network-based framework for sourcing risk analysis during supplier selection", International Journal of production research, Vol. 53, No. 20, 1997, pp. 6114-6135.

[20] R. Kanes, C. Ramirez-Marengo, H. Abdel-Moati, J. Caranefield, and L. Vechot, "Developing a framework for dynamic risk assessment using Bayesian networks and reliability data", Journal of loss prevention in process industries, Vol. 50, 2017, p. 142-153.

[21] R. Hesamamiri, M. M. Mazdeh, M. jafari, and K. Shahanaghi, "Knowledge management reliability assessment: an empirical investigation", Aslib Journal of Information Management, Vol. 67, No. 4, 2015, pp. 422-441.

[22] N. Yodo, and P. Wang, "Resilience Modeling and Quantification for Engineered Systems Using Bayesian Networks", Journal of Mechanical Design, Vol. 138, No. 031404, 2016, pp. 1-12.

[23] S. Nadkarni, and P. P. Shenoy, "A causal mapping approach to constructing Bayesian networks Decision Support Systems, Vol. 38, 2004, pp. 259–281.

[24] W. P. Cheah, K. Y. Kim, H. J. Yang, M. S. Kim, J. S. Kim, and J. S. Kim, " Constructing manufacturing environmental model in Bayesian belief networks for assembly design decision support through fuzzy cognitive maps", International Journal of Intelligent Information and Database Systems, Vol. 3, No. 1, 2009.

[25] R. Kanes, C. Ramirez-Marengo, H. Abdel-Moati, J. Cranefield, and L. Véchot," Developing a framework for dynamic risk assessment Using Bayesian networks and reliability data ", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2017, doi: 10.1016/j.jlp.2017.09.011.

[26] J. Corbin, J. M. Morse, B. J. Bowers, K. C., A. E. Clarke, C. J. Porr, and P. N. Stern, " Developing Grounded Theory The Second Generation Revisited (2nd ed)", Routledge, 2021, pp. 20-31, https://doi.org/10.4324/9781315169170.

[27] A. S. Cambronero, N. G. Cancelas, and B. M. Serrano, "Analysis of port sustainability using the PPSC methodology (PESTEL, Porter, SWOT, CAME", World Scientific News, No. 146, 2020, pp. 121–138.

[28] S. V. Flynn, and J. S. Korcuska," Credible phenomenological research: A mixed methods study ", Counselor Education and Supervision, 2018, https://doi.org/10.1002/ceas.12092.

[۲۹] حسن دانایی فرد، " تئوری‌پردازی با استفاده از رویکرد استقرایی: استراتژی مفهوم‌سازی تئوری بنیادی"، دو ماهنامه دانشور رفتار، دوره ۱۲، شماره ۱۱، تیرماه ۱۳۸۴، صفحه ۵۷- ۷۰.

[30] G. Oh, and Y. S. Hong, "Managing market risk caused by customer preference uncertainty in product family design with launch flexibility: Product option ", Computers and Industrial Engineering, 2020, 8352-8360, https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106975

[31] V. Bouchereau, and H. Rowlands, “Methods and techniques to help quality function deployment (QFD) benchmarking ", International Journal, Vol. 7, No. 1, 2000, pp. 8 – 20.

[32] T. Lager, "The industrial usability of quality function deployment: a literature review and synthesis on meta-level ", R and D Manage, Vol. 35, No. 4, 2005, pp. 409 – 426.

[33] S. J. Carson, T. Wu, and W. L. Moore, “Managing the trade-off between ambiguity and volatility in new product development ", Journal of Product Innovation Managment, Vol. 29, No. 6, 2012, pp. 1061–1081.

[34] S. Nidumolu, " The effect of coordination and uncertainty on software project performance: residual performance risk as an intervening variable ", Information Systems, Vol. 6, No. 3, 1995, pp. 191–219.

[35] M. Iqbal, and A. Suziant, "Improvement of new product development process by evaluating the existing development approach: Lesson learned from pharmaceutical and ICT companies", AIP Conference Proceedings, 2020, pp. 2227, 040009, https://doi.org/10.1063/5.0001007

[36] B. Prasad, "Synthesis of market research data through a combined effort of QFD, value engineering and value graph techniques ", Qualitative Market Research: An International Journal, Vol. 1, No. 3, 1998a, pp. 156 – 172.

[37] H. Mill, "Enhanced quality functional", World Class Design to Manufacture, Vol. 1, No. 3, 1994, pp. 23 – 26.

[38] L. W. Chan, and M. L. Wu," A systematic approach to quality function deployment with full illustrative example ", Omega, Vol. 33, 2005, pp. 119 – 139.

[39] B. Parasad, "Review of QFD and related deployment techniques", Journal of Manufacturing Systems, Vol. 17, No. 3, 1998, pp. 221 – 234.

[40] J. S. Shin, K. J. Kim, and M. J. Chandra, "Consistency check of a house of quality chart", International Journal of Quality and Reliability Management, Vol. 19, No. 4, 2002, pp. 471 – 484.

[41] S. H. Iranmanesh, V. Thomson, and M. H. Salimi, "Design parameter estimation using a modified QFD method to improve customer perception", Concurrent ENG_RES A, Vol. 13, No. 1, 2005, pp. 57–67.

[42] Y. Z. Chen, and E. W. T. Ngai," A Fuzzy QFD program modelling approach using the method of imprecision, International journal of production research, Vol. 39, 2007, pp. 1 – 18.

[43] S. Myint, "A framework of an intelligent quality function deployment for discrete assembly environment", Computers and Industrial Engineering, Vol. 45, 2003, pp. 269 – 283.

[44] Q. Zhu, S. Golrizgashti, and J. Sarkis, "Product deletion and supply chain repercussions: risk management using FMEA", Benchmarking: International Journal, 2020, 1463-5771, DOI 10.1108/BIJ-01-2020-0007

[45] Y. Reich, and E. Levy, "Managing product quality under resource constraints", International Journal of Production Rsearch, Vol. 42, No. 13, 2004, pp. 2555 – 2572.

[46] G. Hartmann, M. B. Myers Branscomb, M. Lewis, and P. E. Auerswald, "Technical risk, product specifications, and market risk, taking technical risks: How Innovators, Executives, and Investors Manage High Tech Risks Flows", The MIT Press, 2003, pp. 30–43.

[47] J. Januardi, and E. Widodo, "Response surface methodology of dual-channel green supply-chain pricing model by considering uncertainty", Supply Chain Forum: an International Journal, 2020, https://doi.org/10.1080/16258312.2020.1788904

[48] S. Ma, W. Wang, and L. Liu, "Commonality and postponement in multistage assembly systems European Journal of Operational Research, Vol. 142, 2002, pp. 523–538.

[49] S. Boccaletti, M. Ivanchenko, V. Latora, A. Pluchino, and A. Rapisarda "Detecting complex network modularity by dynamical clustering", Physical Review, Vol. E75, 2007, 045102(R).

[50] A. Jafarian, M. Rabiee, and M. Tavana, "A novel multi-objective co-evolutionary approach for supply chain gapanalysis with consideration of uncertainties", International Journal of Production Economics, Vol. 228, 2020, p. 107852, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107852.

[51] J. Heimicke, C. Scheib, and A. Albers, "Dealing with development risk and complexity in planning situations within product engineering processes", Procedia CIRP, Vol. 91, 2020, pp. 220–229.

[52] D. Abbasi, M. Ashrafi, and S. H. Ghodsypour, "A multi objective-BSC model for new product development project portfolio selection", Expert Systems with Applications, Vol. 162, 2020, pp. 113757-113770

[۵۳] امیر رحیمی منش، حمزه امین طهماسبی و کامبیز شاهرودی، " ارائه مدل بهینه‌سازی ریاضی برای زنجیره تأمین چند محصولی با امکان وقوع اختلال در تأمین‌کننده در شرایط تحریم (مطالعه موردی صنایع تعمیراتی پالایشگاهی"، مدل‌سازی در مهندسی، دوره ۱۸شماره۶۰، بهار۱۳۹۹.

[۵۴] هادی مختاری و علی فلاحی، "ارائه‌ی مدل مقدار اقتصادی تولید با در نظر گرفتن تورم، ارزش زمانی پول و متغیر سرمایه‌گذاری در ظرفیت تولید"، نشریه مهندسی صنایع و مدیریت، دوره ۳۵,۱، شماره ۱,۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، صفحه ۵۳- ۶۷.

[55] L. Rodriguez-Repiso, R. Setchi, and J. L. Salmeron, "Modelling IT projects success with Fuzzy Cognitive Maps", Expert Systems with Applications, Vol. 32, 2007, pp. 543–559.

[56] W. P. Cheah, Y. S. Kim, K. Y. Kim, and H. J. Yang, "Systematic causal knowledge acquisition using FCM constructor for product design decision support", Expert Systems with Applications, Vol. 38, No. 12, 2011, pp. 15316–15331.

[57] Hugin Expert Available at http://www.hugin.com/ ,2019.