پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱٤۰٤، صص ۸۱-۱۱۰
نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی استراتژی های کاهش ریسک فرآیند توسعه محصول جدید در صنایع شوینده با رویکرد ترکیبی SWARA و QFD فازی فرماتین

فاطمه مجیبیان [*۱]، مریم دانشور [۲] ، سید امیر قاسمیان [۳]

۱. استادیار، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم مالی، دانشگاه خاتم، تهران، ایران.
۲. استادیار، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم مالی، دانشگاه خاتم، تهران، ایران.
۳. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم مالی، دانشگاه خاتم، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱٤۰٤/۰۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۰٤/۰٦

چکیده

ارزیابی ریسک‌های فرآیند توسعه محصول جدید (NPD) در صنعت شوینده به دلیل تغییرات سریع در ترجیحات مشتریان، رقابت شدید و پیشرفت‌های تکنولوژیک در این حوزه، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. مدیریت مؤثر این ریسک‌ها و ارائه استراتژی‌های پیشگیرانه مناسب برای کاهش آنها، نه تنها احتمال موفقیت محصولات را در این صنعت افزایش می‌دهد، بلکه می‌تواند به بهبود کیفیت، کاهش زمان عرضه به بازار و جلب رضایت مشتریان کمک قابل توجهی نماید. این مطالعه با هدف شناسایی ریسک‌های موجود در فرآیند توسعه محصول جدید و ارزیابی استراتژی‌های کاهشی، از یک رویکرد یکپارچه مبتنی بر روش‌های SWARA و QFD در محیط فازی فرماتین استفاده کرده است. جامعه پژوهش شامل هشت نفر از خبرگان و متخصصان حوزه توسعه محصول جدید در صنایع شوینده ایران است که بر اساس معیارهایی همچون حداقل مدرک کارشناسی ارشد، حداقل ۱۰ سال سابقه مرتبط و عضویت در انجمن‌ها و تشکل‌های تخصصی انتخاب شده‌اند. داده‌ها از طریق پرسشنامه گردآوری و با استفاده از روش SWARA برای تعیین وزن نسبی ریسک‌ها و روش QFD برای تحلیل روابط بین ریسک‌ها و استراتژی‌های پیشگیرانه مورد تحلیل قرار گرفتند. استفاده از این رویکرد تلفیقی در شرایط عدم قطعیت فازی فرماتین، با توجه به محدوده گسترده‌تر محاسباتی این مجموعه‌ها، امکان نمایش انعطاف‌پذیرتر و جامع‌تر عدم قطعیت و ابهام موجود در تصمیم‌گیری‌ها را فراهم کرده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهند که ریسک‌های فنی، بازار و زنجیره تأمین به ترتیب بیشترین اهمیت را در فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت شوینده دارند. همچنین، استراتژی‌های "بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی"، "تحقیقات بازار و تحلیل رقبا" و "تست و اعتبارسنجی محصول جدید" بیشترین اولویت را در میان استراتژی‌های پیشگیرانه کسب کرده‌اند.

کلیدواژه‌ها: ریسک توسعه محصول جدید، صنایع شوینده، SWARA، QFD، مجموعه‌های فازی فرماتین.

---

* نویسنده مسئول مقاله E-mail: f.mojibian@khatam.ac.ir

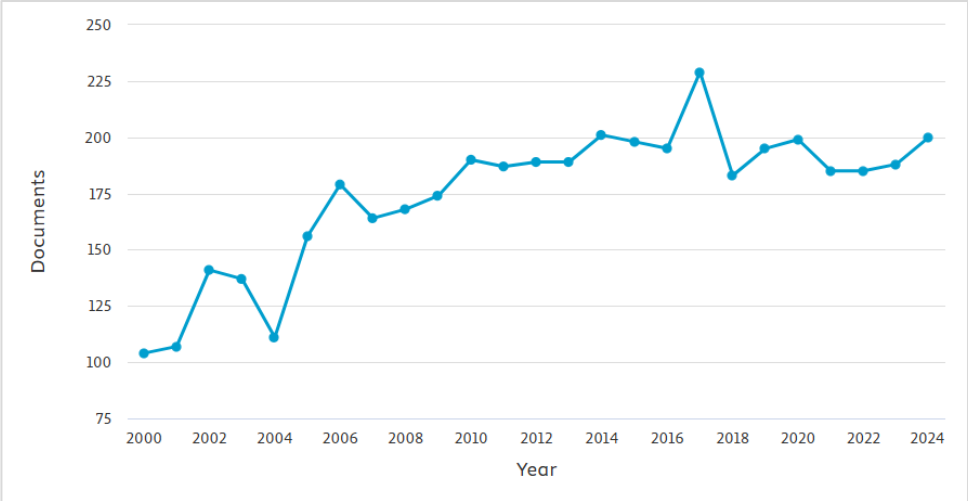
۱- مقدمه و بیان مسئله

در دنیای پرتحول امروز، شرکت‌ها برای پاسخگویی به نیازهای متغیر مشتریان و بهره گیری از پیشرفت‌های تکنولوژیک، باید به سرعت محصولات جدیدی را توسعه دهند و به بازار عرضه کنند. لذا فرآیند توسعه محصول جدید[۱] (NPD) به منزله عامل کلیدی رقابت در بین بازارهای مختلف در نظر گرفته می‌شود [۱]. صنعت شوینده همانند سایر بخش‌های صنعتی و تولیدی از مزیتهای نسبی و رقابتی عمومی برخوردار است [۲]. از طرفی در صنعت شوینده، توسعه محصول جدید با چالش‌های متعددی روبرو است. چراکه همواره مشتریان به دنبال تنوع و نوآوری در محصولات هستند و فشار زیادی برای خلق محصولات جدید ایجاد می کنند. فرآیند توسعه محصول جدید محرک اصلی رشد شرکت و مزیت رقابتی پایدار است، با این حال خطرات در NPD در همه صنایع ذاتی هستند. بنابراین درک، شناسایی، مدیریت و کاهش ریسک برای شرکت ها در حوزه توسعه محصولات جدید از اهمیت راهبردی برخوردار است [۳]. بر اساس نظر پارک[۲] (۲۰۱۰) توسعه محصول جدید دارای دو نوع ریسک می باشد. ریسک‌های داخلی (مانند ریسک‌های عملیاتی، فناوری و سازمانی) و ریسک‌های خارجی (مانند ریسک بازار و ریسک تأمین‌کنندگان). مدیریت ریسک برای مدیریت مؤثر همه این ریسک‌ها ضروری است تا از شکست شرکت جلوگیری کند و در نتیجه امکان موفقیت شرکت در پروژه‌های توسعه محصول جدید را افزایش دهد. مدیریت ریسک در فرآیند توسعه محصول جدید می تواند تصمیمات را بهبود بخشد و به حل مشکلات و تثبیت برنامه توسعه محصول کمک نماید [٤]. شناخت ریسک‌های ممکن می‌تواند برنامه‌های مناسبی برای مدیریت و کاهش این ریسک‌ها ایجاد کند، که به جلوگیری از تاخیر در توسعه محصول، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. این اطلاعات می‌تواند تصمیم‌گیران را در انتخاب استراتژی‌های مناسب و تخصیص منابع صحیح به توسعه محصول یاری دهد. همچنین، شناخت ریسک‌ها می‌تواند اطمینان بیشتری به افراد و سازمان‌ها در مواجهه با موقعیت‌های ناخوشایند بدهد و اعتماد مشتریان و سهام داران به محصول جدید را افزایش دهد. بهبود عملکرد و کارایی در فرآیند توسعه محصول نیز با شناخت ریسک‌ها ممکن است از طریق بهبود زمان‌بندی، کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت محصول بهبود یابد.

---

[۱] New Product Development

[۲] Park

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری ـــ


شکل۱. خروجی گزارش پایگاه استنادی Scopus

با این حال، مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد که سه خلأ پژوهشی مهم در این حوزه وجود دارد: (۱) کمبود مطالعات متمرکز بر ویژگی‌ها و چالش‌های خاص صنعت شوینده ایران، (۲) استفاده محدود از رویکردهای ترکیبی برای هم‌زمان وزن‌دهی ریسک‌ها و تحلیل ارتباط آن‌ها با استراتژی‌های پیشگیرانه، و (۳) فقدان بهره‌گیری از محیط فازی فرماتین برای نمایش دقیق‌تر عدم قطعیت و ابهام تصمیم‌گیری. پژوهش حاضر با هدف پر کردن این شکاف‌ها، از رویکرد تلفیقی SWARA و QFD در محیط فازی فرماتین[۲] برای ارزیابی ریسک‌ها و اولویت‌بندی استراتژی‌های کاهش آن‌ها در صنعت شوینده استفاده کرده است.

[۱] Scopus

[۲] Fermatean fuzzy

SWARA یک روش اولویت بندی است که برای تعیین وزن های نسبی معیارها یا شاخص‌ها در تصمیم گیری‌های چند معیاره به کار می‌رود این روش ابزار قدرتمندی برای رسیدگی به عدم قطعیت‌ها و عدم دقت در اطلاعات مربوط به وزن ریسک‌ها است [۵]. ویژگی اصلی این روش امکان برآورد نظر کارشناسان یا صاحبنظران در مورد نسبت اهمیت معیارها در تعیین فرآیند وزن آنها است [٦]. روش QFD نیز یک ابزار برنامه‌ریزی و ارتباطی است که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا نیازهای مشتریان را درک و به ویژگی‌های فنی محصول تبدیل کنند. استقرار تابع کیفیت (QFD) یک رویکرد مشتری محور در پردازش توسعه محصول جدید (NPD) برای به حداکثر رساندن رضایت مشتری است [۷]. در پژوهش رمضانی و همکاران (۱٤۰۳) از تلفیق روش‌های SWARA و QFD و CoCoSo در محیط فازی شهودی برای پیاده سازی استراتژی‌های تولید پایدار در فرایندهای تولیدی استفاده شده است [۸].

با توجه به اهمیت مدیریت ریسک در فرآیند توسعه محصول جدید و کمبود مطالعات جامع در صنعت شوینده، هدف اصلی این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های کلیدی و ارائه استراتژی‌های پیشگیرانه متناسب با شرایط بومی این صنعت در ایران است. نوآوری این مطالعه در تمرکز بر مجموعه‌ای از ریسک‌ها و متغیرهای اختصاصی صنعت شوینده و نیز استخراج و اولویت‌بندی استراتژی‌هایی است که پیش‌تر در مدل‌های مشابه مطرح نشده‌اند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به ارتقای دانش نظری و همچنین ارائه راهکارهای عملی برای مدیران و فعالان صنعت شوینده منجر شود. در ادامه مقاله، ابتدا مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرور می‌شود، سپس روش‌شناسی و مراحل اجرای پژوهش تشریح می‌گردد، یافته‌ها و تحلیل نتایج ارائه می‌شود و در نهایت جمع‌بندی و پیشنهادها مطرح خواهد شد.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مفهوم ریسک در مدیریت پروژه‌ها به عنوان "رخدادی نامعلوم یا موقعیتی که اگر اتفاق بیفتد، بر هدف پروژه اثر مثبت یا منفی خواهد گذاشت" تعریف شده است [۹]. هر ریسک دارای علتی است و در صورت رخ دادن، تجربه‌ای ارزشمند برای تصمیم‌گیری‌های آتی فراهم می‌کند. ریسک به عنوان یک مقوله اجتماعی-اقتصادی تعریف می‌شود که انعکاس‌دهنده درک ذینفعان از عدم قطعیت و تعارض است و با فرآیندهای تصمیم‌گیری، کنترل و ارزیابی همراه است [۱۰].

این مفهوم شامل منابع و فرصت‌های استفاده نشده است و بر تعادل بین زیان‌ها و دستاوردهای احتمالی در شرایط نامطمئن تأکید دارد.

فرآیند توسعه محصول جدید یکی از حوزه‌هایی که ریسک‌های متعددی در آن وجود دارد. این فرآیند یکی از عوامل کلیدی کسب مزیت رقابتی و تداوم رشد سازمان‌ها محسوب می‌شود [۱۱]. اما این فرآیند ذاتاً مخاطره‌آمیز است؛ چرا که طبق مطالعات پیشین، حدود ۸۰٪ از پروژه‌های NPD قبل از تکمیل شکست می‌خورند [۱۲]. در بخش کالاهای مصرفی تند گردش[۱] (FMCG)، بررسی‌های انجمن توسعه و مدیریت محصول[۲] (PDMA) نشان می‌دهد که نرخ شکست در محصولات مصرفی حدود ٤٥٪ است، به عبارتی تنها حدود ٥٥٪ از محصولات جدید موفق به تحقق تجاری می‌شوند [۱۳]. این آمار نشان دهنده اهمیت بالای مدیریت ریسک در این حوزه است.

نوآوری محصول به‌عنوان یکی از محرک‌های اصلی موفقیت در NPD مطرح است. نوآوری و توسعه محصول جدید یک چارچوب مدیریت جامع برای ایجاد بهبود در محصولات، خدمات و فرآیندها است که شامل مراحل مفهوم‌سازی، طراحی، ساخت، اعتبارسنجی و تجاری‌سازی محصولات جدید است [۱٤]. این فرآیند از شناسایی فرصت‌ها و ایده‌های محصول جدید آغاز می‌شود و پس از طی مراحل درک الزامات، تدوین مفاهیم، طراحی و خلق محصول واقعی، ارزیابی پتانسیل و تناسب آن، به معرفی محصول به بازار ختم می‌گردد [۱٥]. با توجه به پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های ذاتی فرآیند توسعه محصول جدید، مدیریت ریسک در این حوزه ضروری است. مدیریت ریسک در NPD شامل شناسایی، ارزیابی و کاهش ریسک‌هاست تا بتوان موفقیت پروژه را افزایش داد و اتلاف منابع را کاهش داد [۱۲]. بر اساس دیدگاه اولریچ و اپینگر[۳] (۲۰۰٤)، توسعه محصول جدید مجموعه‌ای از فعالیت‌هاست که با درک فرصت‌های بازار آغاز و با ایجاد، فروش و تحویل یک محصول به پایان می‌رسد. موفقیت محصولات جدید به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل برای موفقیت سازمان‌ها و حتی بقای آنها شناخته شده است [۱٦]. در جدول ۱ پژوهش هایی مرتبط با حوزه موضوعی پژوهش حاضر ارائه گردیده است.

---

[۱] Fast-Moving Consumer Goods

[۲] Product Development and Management Association

[۳] Ulrich and Eppinger

جدول۱. خلاصه ای از مطالعات پیشین در حوزه پژوهش (منبع: نگارنده)

مقاله	هدف	روش	نتایج
[۱۷]	ارزیابی مولفه های مدیریت زنجیره تامین کارآفرینانه مرتبط با فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت شوینده ایران	AHP-TOPSIS	معیار سودآوری شرکت از فروش محصول جدید و میزان سهم بازار حاصل از تولید محصول جدید بیشترین اهمیت را دارند و مؤلفه‌های زنجیرهٔ تأمین کارآفرینانه، مؤلفه‌های بازاریابی و فروش شرکت، رشد سهم بازار زنجیرهٔ صنعت شوینده و عوامل سازمانی در اولویت قرار دارند.
[۱۸]	شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های فرایند توسعه محصول جدید در صنایع خودروسازی ایران	ANP-DEMATEL	ریسک سازمانی از بیشترین اهمیت در مدیریت ریسک فرآیند توسعه محصول جدید صنعت خودرو برخوردار بوده و ریسک فنی کمترین اهمیت را دارا می باشد. از طرفی زیر معیار برنامه ریزی نادرست منابع، دارای بالاترین اهمیت و زیر معیار فقدان ارتباطات کافی دارای کمترین اهمیت در صنایع خودروسازی ایران می باشد
[۱۹]	ارائه مدلی برای کشف و بررسی ارتباطات علی بین ریسک‌های موثر در فرآیند توسعه خانواده محصول در صنعت خودرو ایران	نقشه شناخت فازی[۱] و شبکه باور بیزین[۲]	ریسک‌های موثر در فرآیند توسعه خانواده محصول در صنعت خودرو در ایران شامل علایق مشتریان، نوآوری محصول، تکنولوژی، رقابت و فروش محصولات است و ارتباطات بین این ریسک‌ها مشخص شده است
[۲۰]	تجزیه و تحلیل منابع ریسک در فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت خودرو	FMEA فازی	ریسک‌های رقابتی و ریسک‌های فناوری بیشترین تاثیر را بر فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت خودرو دارند
[۲۱]	شناسایی ابعاد حیاتی توسعه محصول جدید روش تحلیل جامع مورفولوژی	تحقیق نرم و تحلیل مورفولوژی	تیم‌های شبدری، مدیریت مشاورهای و متقاعدکننده و رویکرد توسعه محصول ناب بیشترین سازگاری را با د یگر ابعاد توسعه محصول دارند.
[۲۲]	کاربرد سیستم‌های پشتیبانی تصمیم فازی مبتنی بر ریسک در توسعه محصول جدید	R-VIKOR	اهمیت پیچیدگی تکنولوژی، فقدان متغیر سرمایه و محدودیت در دسترسی به مواد خام در مقایسه با سایر عوامل ریسک پروژه‌های NPD در شرکت خودروسازی ایران بیشتر می-باشد

[۱] Fuzzy cognition map

[۲] Bayesian Belief Networks

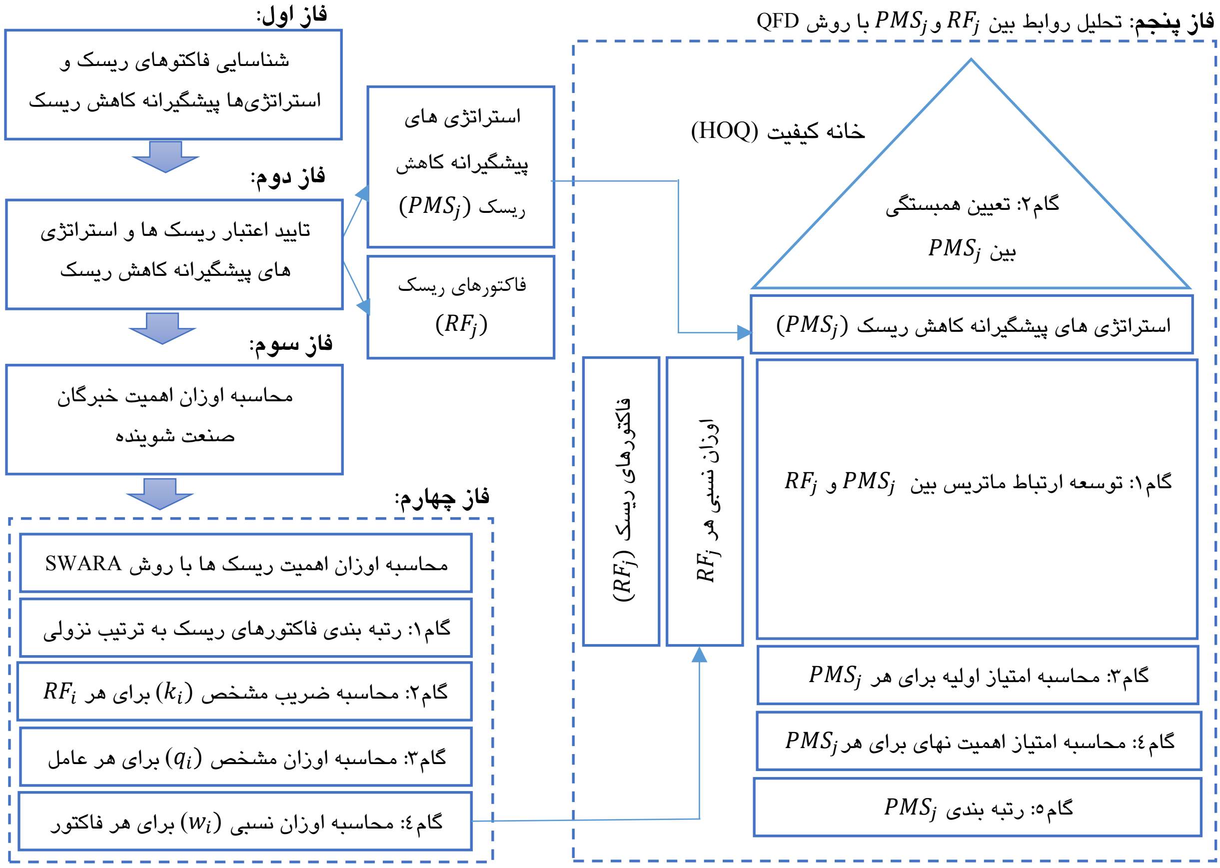
مقاله	هدف	روش	نتایج
[۲۳]	ارائه رویکرد پشتیبانی تصمیم مبتنی بر شبیه‌سازی تطبیقی جهت پاسخگویی به ریسک پروژه‌های توسعه محصول	شبیه سازی تطبیقی	ریسک‌ها در مراحل اولیه اجرای پروژه‌های توسعه محصول دارای تاثیر بیشتری هستند و ریسک‌های بازار بیشترین تاثیر منفی را بر این پروژه‌ها دارند
[۲٤]	ارائه رویکرد ارزیابی استراتژی های کاهش ریسک پیشگیرانه در زنجیره تامین بازیافت در صنعت پلاستیک	SWARA-QFD فازی فرماتین	مقررات قانونی چارچوبی برای مدیریت پایدار پسماندهای پلاستیک ایجاد می‌کنند، با تعیین استانداردهای کیفیت و مسئولیت تولیدکنندگان، همزمان مشوق‌های مالی، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های بازیافت و تولید محصولات قابل‌بازیافت را افزایش می‌دهند. شفافیت این قوانین برای ذینفعان، کارایی فرآیند بازیافت را بهبود می‌بخشد.

با وجود اهمیت بالای مدیریت ریسک در فرآیند توسعه محصول جدید، بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از مطالعات مرتبط به صنایع خودروسازی متمرکز شده است (جدول ۱). در مقابل، مطالعات مشخص و جامعی که به ارزیابی ریسک و فرآیند توسعه محصول در صنعت شوینده‌ها بپردازند، بسیار محدود است. این کمبود مطالعات تخصصی، خلأ مهمی در ادبیات پژوهش‌های توسعه محصول جدید و مدیریت ریسک در این حوزه ایجاد کرده است. از آنجا که ویژگی‌ها و چالش‌های صنعت شوینده با صنایع دیگر متفاوت است از جمله تنوع بالای محصولات، حساسیت مشتریان به نوآوری و تغییرات سریع بازار، انتقال نتایج صنایع دیگر به این حوزه ممکن است ناکافی یا نادرست باشد. بنابراین، پژوهش حاضر درصدد است تا با تمرکز بر صنعت شوینده و استفاده از رویکردهای نوین ارزیابی ریسک، این شکاف مهم را پر کرده و به درک بهتری از عوامل ریسک و راهکارهای کاهش آن در این صنعت دست یابد. هرچند برخی تکنیک‌های به‌کاررفته در این پژوهش مانند QFD و SWARA در ادبیات پیشین استفاده شده‌اند، نوآوری مطالعه حاضر در تلفیق این دو روش تحت شرایط عدم قطعیت فازی فرماتین و به‌کارگیری آن‌ها در بستر صنعت شوینده ایران است. صنعتی که به دلیل ماهیت رقابتی، الزامات زیست‌محیطی، و الزامات کیفیتی، تاکنون چنین مدلی برای شناسایی و اولویت‌بندی فاکتورهای ریسک توسعه محصول جدید و استخراج استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک ارائه نشده است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش بر اساس هدف کاربردی و از لحاظ جمع‌آوری داده‌ها از نوع توصیفی است. این پژوهش از لحاظ افق زمانی مقطعی و ابزار جمع آوری اطلاعات، پرسشنامه می‌باشد. در تولید مواد شوینده در ایران چندین هلدینگ و شرکت بزرگ در بازار این صنعت فعالیت می‌کنند. این مجموعه‌های صنعتی با ارائه محصولات متنوع و با کیفیت، سهم قابل‌توجهی از بازار مواد شوینده در ایران را به خود اختصاص داده‌اند. در این پژوهش، روش نمونه‌گیری هدفمند با معیارهایی مشخص به‌کار گرفته شد. در مطالعات دلفی، بسته به تخصص و همگنی گروه، تعداد خبرگان بین ۵ تا ۱۰ نفر کفایت دارد [۲۵]. بنابراین، در این تحقیق، ۸ نفر از خبرگان حوزه صنایع شوینده، بهداشتی و آرایشی با سابقه کاری بین ۱۲ تا ۲۶ سال و سطح تحصیلات کارشناسی ارشد تا دکتری مشارکت داشتند. این خبرگان در سمت‌هایی همچون دبیر انجمن صنایع شوینده، اعضای هیئت مدیره انجمن علوم و فناوری‌های شیمیایی، اعضای کمیته فناوری‌های شیمیایی سبز، بازرس انجمن تخصصی شوینده و اعضای اتحادیه تولیدکنندگان مواد شوینده فعالیت می‌کنند.

در این پژوهش، برای تحلیل داده‌ها و دستیابی به اهداف تحقیق، از رویکرد تلفیقی SWARA و QFD در محیط فازی فرماتین استفاده شده است. در این ترکیب، ابتدا روش SWARA برای تعیین وزن و اهمیت نسبی معیارهای ریسک بر اساس قضاوت خبرگان به‌کار گرفته می‌شود که به دلیل ساختار گام‌به‌گام و امکان تعدیل وزن‌ها در هر مرحله، دقت بالایی در استخراج اولویت‌ها دارد. سپس این اوزان به‌عنوان داده‌های ورودی روش QFD منتقل می‌شوند تا ارتباط میان ریسک‌ها و استراتژی‌های پیشگیرانه به‌صورت ساختاریافته و کمی ارزیابی شود. استفاده از محیط فازی فرماتین این امکان را فراهم می‌کند که عدم قطعیت و ابهامات موجود در قضاوت‌های انسانی و داده‌های کیفی مدیریت شود و نتایج حاصل از تحلیل، به شرایط واقعی صنعت نزدیک‌تر باشد. این رویکرد تلفیقی علاوه بر افزایش دقت و واقع‌گرایی در تحلیل‌ها، امکان ترسیم یک نقشه راه مشخص برای کاهش ریسک را فراهم می‌کند که متکی بر داده‌های بومی و قضاوت‌های تخصصی است. شکل۲ فلوچارت مراحل انجام پژوهش را نمایش می دهد.



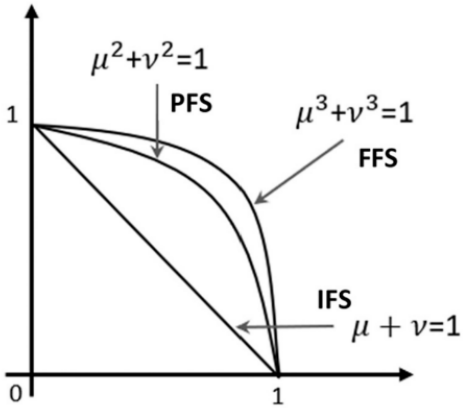
شکل۲. فلوچارت مراحل انجام پژوهش

۳-۱- مجموعه فازی فرماتین (FFS)

این مجموعه‌ها اولین بار توسط اسناپاتی و یاگر[۱] (۲۰۲۰) برای مواجه با اطلاعات نامطمئن و نادقیق ارائه شده توسط تصمیم گیرندگان معرفی گردید [۲۶]. مشابه سایر مجموعه‌های فازی نظیر مجموعه فازی شهودی[۲] (IFS) و مجموعه فازی فیثاغورثی[۳] (PSF)، مجموعه فازی فرماتین برای نشان دادن ابهام از درجه عضویت و درجه عدم عضویت استفاده می‌نماید.

---
۱ Senapati & Yager
۲ Intuitionistic fuzzy set
۳ Pythagorean fuzzy set

استفاده از اعداد فازی فرماتین منوط به این شرط است که ریشه مکعب درجه عضویت و عدم عضویت می‌بایست کمتر از عدد یک باشد. این شرط به FFS توانایی بیشتری برای گرفتن اطلاعات مبهم را در مقایسه با IFS و PFS می‌دهد. شکل زیر ویژگی‌های IFS و PFS و FFS را در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد.



شکل۳. ویژگی‌های IFS و PSF و FFS[۲۶]

برخی از اصول اساسی و عملگرهای ریاضی اعداد فازی فرماتین به شرح زیر است:

تعریف۱: چنانچه $\tilde{F}$ نشان دهنده مجموعه فازی فرماتین (FFN) بر روی مجموعه مرجع X باشد، آنگاه

$$\tilde{F} \cong x, \mu_{\tilde{F}}(x), v_{\tilde{F}}(x); x \in X \qquad (۱)$$

به طوریکه $\mu_{\tilde{F}}(x)$ و $v_{\tilde{F}}(x)$ به ترتیب نشان‌دهنده درجه عضویت و درجه عدم عضویت مجموعه فازی فرماتین است و $۰ \leq \mu_{\tilde{F}}(x) \leq ۱$ و $۰ \leq v_{\tilde{F}}(x) \leq ۱$ می‌باشند در نتیجه

$$۰ \leq \mu_{\tilde{F}}(x) + v_{\tilde{F}}(x) \leq ۱ \qquad (۲)$$

بدین ترتیب چنانچه $\pi_{\tilde{F}}(x)$ نشان دهنده درجه تردید باشد داریم:

$$\pi_{\tilde{F}}(x) = \sqrt[۳]{۱ - (\mu_{\tilde{F}}(x))^۳ + (v_{\tilde{F}}(x))^۳} \qquad (۳)$$

تعریف۲: عملگر تجمیع مجموعه‌های فازی فرماتین به صورت زیر است:

$$Z_i = Y(\mu_i, v_i) = \left(\prod_{t=۱}^{d} (\mu_{it})^{\psi_t}, \sqrt[۳]{۱ - \prod_{t=۱}^{d} (۱ - (v_{it})^۳)^{\psi_t}} \right), \; i = ۱,۲, \dots, n \qquad (٤)$$

به طوریکه Z_i مقدار تجمیع شده نظرات خبرگان برای i شاخص، μ_i درجه عضویت و v_i درجه عدم عضویت عدد فازی FFN را نشان می دهد و ψ_t نشان دهنده اهمیت یا وزن نظرات تصمیم گیرندگان است که با استفاده از رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\psi_t = \frac{1+\mu_t^3-v_t^3}{\sum_{t=1}^{d}(1+\mu_t^3-v_t^3)} \quad (5)$$

که در رابطه فوق t تعداد تصمیم‌گیرندگان را نشان می‌دهد.

تعریف۳: تابع امتیاز هر عدد فازی فرماتین $\tilde{a} = (\mu_{\tilde{a}}, v_{\tilde{a}})$ با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$S(\tilde{a}) = \mu_{\tilde{a}}^3 - v_{\tilde{a}}^3 \quad (6)$$

تعریف۴: تابع امتیاز مثبت برای هر FFN با رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$S^+(\tilde{a}) = 1 + S(\tilde{a}) = 1 + \mu_{\tilde{a}}^3 - v_{\tilde{a}}^3 \quad (7)$$

۳-۲- تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن دهی تدریجی[1] (SWARA)

این تکنیک در واقع یکی از روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره است که برای تعیین اوزان نسبی شاخص‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و اولین بار توسط کرسولین و همکاران[2] (۲۰۱۰) ارائه گردیده است [۲۷]. تاکنون روش سوارا با اعداد فازی مختلفی ادغام شده و به عنوان روش سوارا فازی جهت مقابله با عدم قطعیت و ابهام داده‌ها ارائه گردیده است. در این پژوهش از روش سوارا تحت مجموعه‌های فازی فرماتین (FFS) برای محاسبه وزن اهمیت نسبی عوامل ریسک استفاده گردیده است که مراحل پیاده‌سازی این روش به شرح زیر می‌باشد: [۲٤]

گام اول: رتبه بندی عوامل ریسک به صورت نزولی

خبرگان نقطه نظرات خود را در خصوص عوامل ریسک در قالب عبارت‌های کلامی جدول زیر ارائه می‌دهند.

جدول۲. عبارت‌های کلامی ارزیابی اهمیت نسبی عوامل ریسک بر اساس اعداد FFN [۲۸]

عبارت‌های کلامی	علامت اختصاری مخفف	اعداد فازی FFN	
		μ	v
کاملا بدون اهمیت/ خیلی پایین	U / VL	۰.۱	۰.۹۷۵
بدون اهمیت/ پایین	N / L	۰.۲	۰.۸۵

[1] Stepwise weight assessment ratio analysis

[2] Keršuliene et al.

عبارت‌های کلامی	علامت اختصاری مخفف	اعداد فازی FFN	
		μ	v
کمی مهم/ نسبتا پایین	SI / ML	۰.۳۵	۰.۷
نسبتا مهم/ متوسط	ML / M	۰.۵۵	۰.۵
مهم/ نسبتا بالا	I / MH	۰.۷	۰.۳۵
خیلی مهم/ بالا	VI / H	۰.۸۵	۰.۲
کاملا مهم/ خیلی بالا	EI / VH	۰.۹۷۵	۰.۱

عبارت‌های کلامی ارائه شده توسط کارشناسان به اعداد فازی FFN تبدیل می‌شوند سپس با استفاده از رابطه ٤ تجمیع نظر خبرگان (Z_i) صورت گرفته که اهمیت یا وزن نظرات تصمیم گیرندگان ψ_t می‌باشد. جدول عبارت‌های کلامی اهمیت یا وزن نسبی نظرات خبرگان پژوهش به صورت زیر می‌باشد.

جدول۳. عبارت های کلامی ارزیابی اهمیت نسبی نظر خبرگان بر اساس اعداد FFN [۲۹]

عبارت های کلامی	علامت اختصاری مخفف	اعداد فازی FFN	
		μ	v
بسیار واجد شرایط	VQ	۰.۹۵	۰.۱
واجد شرایط	Q	۰.۷۵	۰.۳
نسبتا واجد شرایط	MQ	۰.۵۵	۰.۵
کم واجد شرایط	LQ	۰.۳	۰.۷۵
بسیار کم واجد شرایط	VLQ	۰.۱	۰.۹۵

در ادامه تابع امتیاز FFN برای هر عامل ریسک به وسیله رابطه ٦ زیر به صورت عدد قطعی محاسبه می‌گردد و در نتیجه آن عوامل ریسک به ترتیب نزولی بر اساس مقادیر تابع امتیاز FFN رتبه‌بندی می‌شوند.

گام دوم: محاسبه ضریب معنی دار k_i برای هر عامل ریسک

پس از تعیین تابع امتیاز، خبرگان میزان معنی داری هر عامل ریسک (RF_i) را در مقایسه با مقدار قبلی عامل ریسک (RF_{i-1}) ارزیابی می‌نمایند. سپس ضریب معنی دار k_i برای هر RF_i به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$k_i = \begin{cases} 1 & , \quad i = 1 \\ S^+(i) + 1, & i > 1 \end{cases} \qquad (8)$$

به طوریکه $S^+(i)$ میزان اختلاف RF_i در مقایسه با RF_i قبلی خود است.

گام سوم: محاسبه وزن مشخص q_i برای هر RF_i

بر اساس نتایج حاصل از گام دوم، وزن مشخص q_i برای هر عامل ریسک به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$q_i = \begin{cases} 1 & , \quad i = 1 \\ \frac{q_{i-1}}{k_i}, & \quad i > 1 \end{cases} \tag{۹}$$

گام چهارم: محاسبه وزن نسبی w_i هر RF_i

با توجه به نتایج مرحله سوم، وزن نسبی هر یک از عوامل ریسک با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$w_i = \frac{q_i}{\sum_{i=1}^{n} q_i} \tag{۱۰}$$

۳-۳- تکنیک گسترش عملکرد کیفیت[۱] (QFD)

این تکنیک به عنوان یک ابزار قدرتمند برای توسعه محصول و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرد. QFD از مفهوم خانه کیفیت[۲] (HOQ) برای ترجمه نیازهای کیفی مشتریان[۳] (CRs) به مشخصه‌های فنی[۴] (TRs) محصول یا خدمات استفاده می‌نماید [۳۰].

QFD علاوه بر استفاده از ماتریس رابطه بین CRs و TRs از ماتریس همبستگی TRs برای تجزیه و تحلیل اهمیت مشخصه‌های فنی نسبت به یکدیگر نیز استفاده می‌نماید. در این مطالعه روش QFD تحت اعداد فازی FFN برای تجزیه و تحلیل روابط بین RF_i و PMS_j پیاده‌سازی گردیده است. در این راستا CR ها با RF_i جایگزین می شوند و TR ها با PMS_j جایگزین می شوند. سقف ماتریس خانه کیفیت نیز روابط و همبستگی بین PMS_j را توصیف می نماید. روش پیاده سازی رویکرد QFD به شرح زیر می باشد: [۲۴]

گام اول: تشکیل ماتریس رابطه بین RF_i و PMS_j

هر عنصر ماتریس رابطه نشان‌دهنده میزان تاثیر تاثیر هر PMS_j بر RF_i است که به عنوان L_{ij} تعریف می‌گردد و با عبارت‌های کلامی جدول ۱ نمایش داده می‌شود.

گام دوم: محاسبه امتیاز اولیه هر PMS_j

امتیاز اولیه هر PMS_j به عنوان $IPMS_j$ با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

---

[۱] Quality function deployment
[۲] House Of Quality
[۳] Customer Requirements
[۴] Technical Characteristics

$$IPMS_j = \sum_{i=1}^{m} w_i \times L_{ij} \quad (11)$$

به طوریکه w_i وزن اهمیت نسبی RF_i است که از روش سوارا به دست آمده است.

گام سوم: تعیین همبستگی بین PMS_j

همبستگی بین راهبردهای پیشگیرانه کاهش ریسک توسط خبرگان تعیین می‌شوند. سقف ماتریس خانه کیفیت نشان‌دهنده همبستگی بین PMS_j و $PMS_{j'}$ می‌باشد که با $T_{jj'}$ نشان داده می‌شود و به صورت عبارت‌های کلامی جدول زیر تفسیر می‌شود.

جدول۴. عبارت‌های کلامی ارتباط استراتژی‌های پیشگیرانه بر اساس اعداد FFN

عبارت‌های کلامی	علامت اختصاری مخفف	اعداد فازی FFN	
		μ	v
ارتباط بسیار قوی	VS	۰.۹۵	۰.۱
ارتباط قوی	S	۰.۷۵	۰.۳
ارتباط متوسط	M	۰.۵۵	۰.۵
ارتباط ضعیف	W	۰.۳	۰.۷۵
ارتباط بسیار ضعیف	VW	۰.۱	۰.۹۵

در نهایت مقادیر $T_{jj'}$ از نظرات خبرگان تجمیع شده و میزان همبستگی ارتباطات بین استراتژی‌های پیشگیرانه ریسک محاسبه می‌گردد.

گام چهارم: محاسبه امتیاز مطلق هر PMS_j

امتیاز اهمیت مطلق هر PMS_j با عنوان $APMS_j$ می‌تواند با درنظر گرفتن همبستگی بین راهبردهای پیشگیرانه کاهش ریسک از طریق رابطه زیر بدست آید.

$$APMS_j = IPMS_j + \sum_{J \neq j} T_{jj'} \times IPMS_j \quad (12)$$

به طوریکه $T_{jj'}$ نشان دهنده همبستگی بین PMS_j می‌باشد و مقادیر $IPMS_j$ در گام دوم محاسبه شده است.

گام پنجم: رتبه‌بندی استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک

استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک PMS_j بر اساس امتیاز اهمیت مطلق $APMS_j$ به ترتیب نزولی رتبه بندی می‌شوند.

فلوچارت فرآیند انجام پژوهش حاضر که یک نمایش ساختاریافته از مراحل پیاده‌سازی روش پژوهش را ارائه می‌دهد، به صورت زیر است.

۴- تحلیل داده ها و یافته های پژوهش

۴-۱- شناسایی ریسک‌ها

پس از بررسی پیشینه مطالعات صورت گرفته در حوزه توسعه محصول جدید در صنعت شوینده عوامل جدول زیر به عنوان ریسک‌های مهم فرآیند توسعه محصولات شوینده با ذکر منابع و مراجع معتبر استخراج گردیده اند.

جدول۵. ریسک‌های توسعه محصول جدید (منبع: نگارنده)

ردیف	عنوان ریسک	مراجع	عامل ریسک
۱	عدم پذیرش محصول توسط مشتری	[۳۱]، [۳۲]	ریسک‌های بازار
۲	حضور رقبای قوی و محصولات مشابه	[۳۳]	
۳	تغییرات سریع در نیازها و ترجیحات مصرف‌کنندگان	[۳۵]، [۱۲]، [۳٤]	
٤	ریسک آسیب به اعتبار برند	[۳٦]، [۳۲]	
۵	انتظارات بالای مشتریان از محصول جدید	[۳۵]، [۱۲]، [۳۷]	
٦	عدم کارایی محصول برای مصرف کننده	[۱۲]، [۳۷]	ریسک‌های فنی
۷	ایجاد فرمولاسیون پایدار و موثر برای محصول	[۳۵]، [۳۲]	
۸	مشکلات تولید در مقیاس بالا و حفظ کیفیت محصول	[۳۸]، [۳۲]	
۹	عملکرد، دسترسی و قابلیت اطمینان تجهیزات	[۳۹]، [٤۰]	
۱۰	طراحی بسته بندی نامناسب و غیر قابل بازیافت	[٤۱]	
۱۱	هزینه های بالای تحقیق و توسعه و افزایش قیمت مواد	[۱۸]، [۳٤]	ریسک‌های مالی
۱۲	بازگشت سرمایه نامشخص	[٤۲]	
۱۳	تحریم و تورم و نقدینگی	[٤۳]، [۱۹]	
۱٤	مالیات و عوارض گمرکی	[٤۳]، [۱۹]	
۱۵	رعایت الزامات ایمنی، سلامت و زیست محیطی	[۳۵]، [۱۲]، [۱۹]	ریسک‌های قانونی و نظارتی
۱٦	رعایت قوانین مربوط به تبلیغات	[٤٤]	
۱۷	تاثیرات زیست محیطی محصول جدید	[۳۵]	ریسک‌های زیست محیطی
۱۸	فشار برای تولید محصولات سبز	[٤۵]	
۱۹	عدم دسترسی به مواد اولیه با کیفیت	[٤۱]، [۲۳]، [۳۲]	ریسک‌های زنجیره تامین
۲۰	وجود مشکلات لجستیکی و سیاسی بر تولید و توزیع	[۱۲]، [۳٤]	
۲۱	کانال توزیع نامناسب و دسترسی ضعیف به بازار هدف	[٤٦]	
۲۲	مشکلات در حمل و نقل و ذخیره سازی محصول	[٤۱]	
۲۳	تاخیر در تولید و عرضه محصول	[۲۲]، [۲۳]، [۳٤]	

ردیف	عنوان ریسک	مراجع	عامل ریسک
٢٤	عرضه محصول در زمان نامناسب	[١٢] ، [٣٤]	ریسک‌های زمانبندی
٢٥	عدم پشتیبانی مدیریت ارشد	[١٢] ، [١٨]	ریسک‌های سازمانی
٢٦	برنامه ریزی نادرست منابع	[٣١] ، [١٨]	
٢٧	ریسک تامین منابع انرژی (آب و برق و گاز)	[٤٧]	
٢٨	فقدان تجربه کافی و ارتباطات	[٤١] ، [١٢] ،[١٨]	

۴-۲- محاسبه وزن عوامل ریسک با روش SWARA فازی فرماتین

خبرگان اهمیت هر عامل ریسک را با استفاده از عبارت‌های کلامی جدول ٤ مشخص می‌نمایند. بدین ترتیب عوامل ریسک مشخص شده به همراه رتبه های FFN از نظر هر خبره مشخص می‌گردد. سپس بر اساس اطلاعات جدول ٥ اهمیت یا وزن نظرات تصمیم گیرندگان (ψ_t) مطابق رابطه ٥ به شرح جدول زیر محاسبه گردیده است.

جدول۶. وزن های اهمیت نسبی نظرات خبرگان (منبع: نگارنده)

کد خبره	عبارت های کلامی	اعداد فازی FFN		وزن اهمیت نظرات
		μ	v	
E_1	VQ	٠.٩٥	٠.١	٠.١٥٦٨
E_2	VQ	٠.٩٥	٠.١	٠.١٥٦٨
E_3	Q	٠.٧٥	٠.٣	٠.١١٧٨
E_4	Q	٠.٧٥	٠.٣	٠.١١٧٨
E_5	Q	٠.٧٥	٠.٣	٠.١١٧٨
E_6	MQ	٠.٥٥	٠.٥	٠.٠٨٨٠
E_7	MQ	٠.٥٥	٠.٥	٠.٠٨٨٠
E_8	VQ	٠.٩٥	٠.١	٠.١٥٦٨

در ادامه عبارت های کلامی اعداد فازی FFN بر اساس اطلاعات جدول ٦ برای مقایسه زوجی عوامل ریسک استفاده می‌شوند و اعداد فازی FFN معادل عبارت‌های کلامی با استفاده از رابطه ٤ تجمیع می‌شوند. سپس FFN های تجمیع شده با استفاده از معادله ٦ به اعداد قطعی تبدیل شده و رتبه بندی می‌شوند. نتایج در جدول ٧ نمایش داده شده است.

جدول۷. اهمیت رتبه عوامل ریسک بر اساس اعداد قطعی (منبع: نگارنده)

رتبه	عدد قطعی	تجمیع		$E_{۸}$		...	$E_{۲}$		$E_{۱}$		کد ریسک
		v	μ	v	μ	...	v	μ	v	μ	
۲	۰.۵۰۹	۰.۳۷٦	۰.۸۲٥	۰.۱	۰.۹۷٥	...	۰.۱	۰.۹۷٥	۰.۱	۰.۹۷٥	$R_{۱}$
۱	۰.٦۸۱	۰.۲۱٥	۰.۸۸٤	۰.۲	۰.۸٥	...	۰.۳٥	۰.۷	۰.۱	۰.۹۷٥	$R_{۲}$
٤	۰.٤٥۷	۰.۲۸۹	۰.۷۸۳	۰.۲	۰.۸٥	...	۰.۲	۰.۸٥	۰.۳٥	۰.۷	$R_{۳}$
۸	۰.۰٥٤٦	۰.٥۰۰	۰.٥٦٤	۰.٥	۰.٥٥	...	۰.٥	۰.٥٥	۰.۳٥	۰.۷	$R_{٤}$
۷	۰.۰۸٤۳	۰.٤۷۷	۰.٥۷۷	۰.٥	۰.٥٥	...	۰.٥	۰.٥٥	۰.٥	۰.٥٥	$R_{٥}$
۳	۰.٥۰۱۹	۰.۲۷۱	۰.۸۰٥	۰.۲	۰.۸٥	...	۰.۳٥	۰.۷	۰.۲	۰.۸٥	$R_{٦}$
٦	۰.۲۲۷	۰.٤٥۷	۰.٦۸٦	۰.۲	۰.۸٥	...	۰.۷	۰.۳٥	۰.۲	۰.۸٥	$R_{۷}$
٥	۰.۲۸٥	۰.۳۹٤	۰.۷۰۲	۰.۳٥	۰.۷	...	۰.٥	۰.٥٥	۰.۳٥	۰.۷	$R_{۸}$

پس از درج رتبه عوامل ریسک مطابق جدول فوق، بر اساس رتبه‌های به دست آمده مشخصه عناوین ریسک‌ها به کدهای RF_i به ترتیب صعودی به نزولی تغییر داده می‌شوند. در ادامه از هر خبره خواسته شده است تا اهمیت نسبی هر یک از عوامل ریسک RF_i را نسبت به مقدار قبلی یعنی $RF_{i-۱}$ بر اساس اعداد فازی فرماتین ارزیابی نمایند. مجددا FFN ها تجمیع می شوند و با استفاده از رابطه ۷ دیفازی می‌گردند. در نهایت مقدار ضریب معنی داری k_i با استفاده از رابطه ۸ محاسبه شده و وزن مشخص q_i برای هر عامل ریسک با استفاده از رابطه ۹ به دست می آید. در نهایت بر اساس رابطه ۱۰ وزن نسبی هر یک از عوامل محاسبه گردیده که نتایج در جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۸. نتایج محاسبات k_i و w_i و q_i برای هر عامل ریسک (منبع: نگارنده)

w_i	q_i	k_i	اعداد قطعی	تجمیع مقادیر FFN		عبارت های کلامی FFN	RF_{i-1}	RF_i
				v	μ			
۰.۳۷۲۱	۱	۱	–	–	–	–	–	$RF_{۱}$
۰.۲٥۸۸	۰.٦۹٥	۱.٤۳۷	۰.٤۳۷	۰.۸۳٥	۰.۲۷۷	VL, ML, H, L, ML, L, MH, L	$RF_{۱}$	$RF_{۲}$
۰.۱۷۰۰	۰.٤٥٦	۱.٥۲۲	۰.٥۲۲	۰.۸۰۰	۰.۳۲۷	M, L, H, VL, L, ML, L, MH	$RF_{۲}$	$RF_{۳}$
۰.۰۹۰۱	۰.۲٤۲	۱.۸۸۷	۰.۸۸۷	۰.٦۱٤	۰.٤۹۱	M, ML, H, L, MH, H, ML, M	$RF_{۳}$	$RF_{٤}$
۰.۰٥۱۹	۰.۱۳۹	۱.۷۳۷	۰.۷۳۷	۰.٦۹۱	۰.٤۰۸	M, L, H, M, ML, L, MH, L	$RF_{٤}$	$RF_{٥}$
۰.۰۲۹۰	۰.۰۷۷	۱.۷۸۸	۰.۷۸۸	۰.٦٦٦	۰.٤۳۹	H, M, L, ML, L, M, ML, MH	$RF_{٥}$	$RF_{٦}$
۰.۰۱۷٥	۰.۰٤۷	۱.٦٥٥	۰.٦٥٥	۰.۷۲۸	۰.۳٥۱	L, ML, MH, L, M, L, ML, M	$RF_{٦}$	$RF_{۷}$
۰.۰۱۰۷	۰.۰۲۸	۱.٦٤۳	۰.٦٤۳	۰.۷۳٥	۰.۳٤٦	L, MH, ML, M, M, ML, L, L	$RF_{۷}$	$RF_{۸}$

بدین ترتیب بر اساس نتایج جدول ۹ حاصل از پیاده سازی روش SWARA فازی فرماتین، ریسک‌های مؤثر در فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت شوینده به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: ریسک‌های فنی، بازار، زنجیره تأمین، مالی، سازمانی، زمانبندی، زیست‌محیطی و قانونی. این یافته‌ها نشان می‌دهند که ریسک‌های فنی با بیشترین وزن اهمیت، نقش کلیدی در عدم موفقیت محصولات جدید در این صنعت دارند که می‌تواند ناشی از عدم انطباق ویژگی‌های فنی محصول با نیازهای بازار یا مشکلات در فرآیند طراحی و تست باشد. ریسک بازار نیز در رتبه دوم قرار دارد که اهمیت درک دقیق نیازهای مشتری، تغییرات سریع در سلیقه‌ها و رفتارهای رقابتی را در این صنعت برجسته می‌کند. همچنین، ریسک زنجیره تأمین در جایگاه سوم قرار گرفته است؛ این موضوع برجسته می‌کند که تأمین منظم مواد اولیه، زمان‌بندی تحویل و وابستگی به تأمین‌کنندگان، عوامل حیاتی در پایداری فرآیند توسعه محصول جدید در این صنعت هستند. این ترتیب اولویت‌بندی می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان و مدیران این صنعت کمک کند تا منابع و توجه خود را به‌طور استراتژیک روی ریسک‌های با اهمیت‌تر متمرکز کنند.

۴-۳- تعریف استراتژی های پیشگیرانه و اولویت بندی آنها با QFD فازی فرماتین

در این بخش مقایسه اهمیت بین عوامل ریسک توسعه محصول جدید در صنعت شوینده با استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک صورت می‌پذیرد. لذا در این فرآیند، ابتدا با بررسی منابع معتبر علمی، مجموعه ای از استراتژی ها که در پژوهش های پیشین مورد تایید قرار گرفته بودند، استخراج گردیدند.

جدول ۹. استراتژی های پیشگیرانه کاهش ریسک توسعه محصول جدید (منبع: نگارنده)

کد استراتژی	استراتژی های پیشگیرانه	توضیحات	منابع
PMS_1	تحقیقات بازار و تحلیل رقبا	شناسایی نیازهای مشتریان و نقاط قوت و ضعف رقبا، تدوین برنامه استراتژی بازاریابی و برنامه عملیاتی بازار	[۴۸]، [۴۹]
PMS_2	تست و اعتبارسنجی محصول	اخذ تاییدیه‌های آزمایشگاهی، تست های عملکردی و میدانی جهت اطمینان از عملکرد و کیفیت محصول	[۵۰]
PMS_3	بهینه‌سازی فرآیند تولید	استفاده از فناوری‌های پیشرفته، سیستم‌های کنترل کیفیت، کاهش ضایعات و بازیافت مواد	[۵۱]، [۵۲]
PMS_4	مدیریت تامین کنندگان	همکاری با تامین کنندگان معتبر، تدوین رویکرد ارزیابی تامین کنندکان و داشتن چندین تامین کننده معتبر	[۵۳]

کد استراتژی	استراتژی های پیشگیرانه	توضیحات	منابع
PMS_5	آموزش و توسعه کارکنان	افزایش مهارت‌ها و دانش کارکنان در زمینه‌های فنی و ایمنی	[۵۴]
PMS_6	برنامه ریزی مالی و مدیریت هزینه‌ها	بودجه بندی دقیق، جذب سرمایه‌گذاران، استفاده از ابزارهای مالی و مدیریت نقدینگی	[۵۵]، [۵۶]
PMS_7	رعایت مقررات و استانداردها	اخذ مجوزات قانونی از سازمان‌های مربوطه و اطمینان از انطباق محصول با استانداردها	[۵۷]
PMS_8	برنامه‌ریزی عرضه و توزیع محصول	ایجاد شبکه‌های توزیع قوی، همکاری با توزیع‌کنندگان معتبر و برنامه‌ریزی	[۵۸]، [۵۹]

سپس رابطه بین RF_i و PMS_i به صورت L_{ij} تعریف می‌گردد به طوریکه هر خبره تاثیر اجرای PMS_i را بر روی هر RF_i با استفاده از عبارت‌های کلامی جدول۱ مشخص می‌نمایند. پس از آن تمامی عبارت‌های کلامی FFN با استفاده از رابطه Z_i تجمیع و دیفازی می‌شوند که نتایج در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۰. ماتریس رابطه بین RF_i و PMS_i بر اساس اعداد قطعی (منبع: نگارنده)

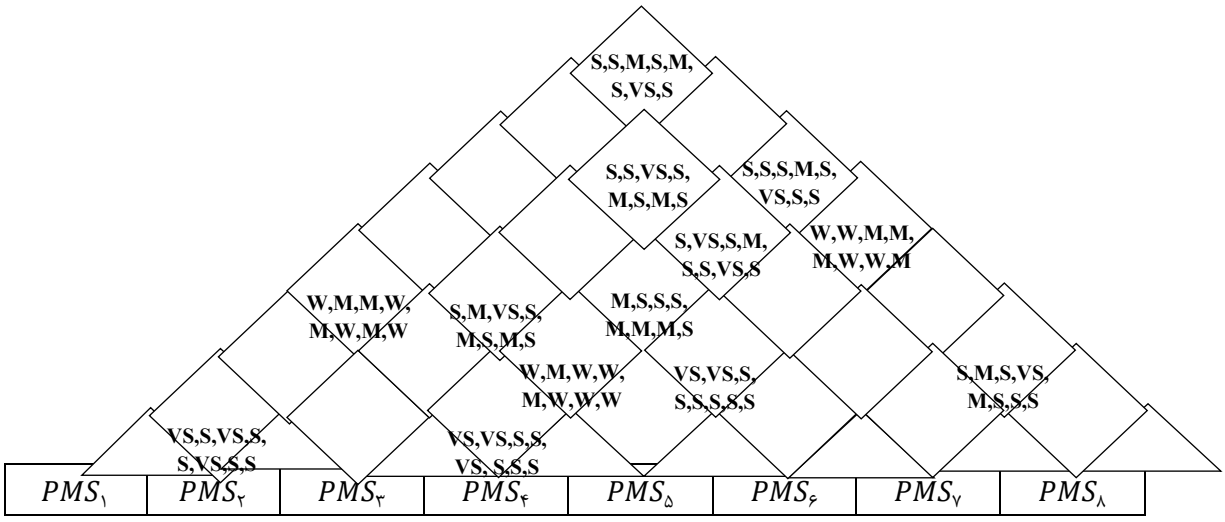
RF_i	PMS_1	PMS_2	PMS_3	PMS_4	PMS_5	PMS_6	PMS_7	PMS_8
RF_1	۰.۷۰۵۸	۱.۵۶۲۸	۱.۵۰۵۱	۰.۴۴۹۹	۱.۳۹۷۳	۱.۰۲۴۰	۰.۷۹۳۴	۰.۷۶۲۶
RF_2	۱.۸۳۸۵	۰.۹۰۳۲	۰.۵۶۵۶	۰.۶۵۴۳	۰.۸۹۵۳	۱.۱۵۴۴	۰.۳۶۳۱	۱.۵۰۱۹
RF_3	۰.۶۳۷۹	۰.۶۲۴۴	۰.۶۰۵۲	۱.۳۹۹۰	۰.۸۴۸۷	۰.۶۳۰۹	۰.۵۴۵۸	۱.۶۰۶۷
RF_4	۱.۴۳۳۷	۱.۴۶۴۹	۰.۶۸۷۵	۰.۷۸۷۵	۰.۶۷۶۹	۱.۵۲۸۶	۱.۰۷۹۳	۱.۱۴۲۲
RF_5	۰.۵۴۹۹	۰.۶۱۹۹	۰.۹۵۶۳	۰.۵۴۵۳	۱.۷۱۹۳	۰.۵۲۴۵	۰.۵۰۱۳	۰.۵۰۱۳
RF_6	۱.۲۲۱۹	۰.۵۰۱۳	۱.۰۹۹۴	۱.۳۳۵۰	۰.۵۵۸۹	۰.۷۲۲۲	۰.۹۰۲۲	۰.۸۸۱۷
RF_7	۰.۶۶۶۹	۰.۴۵۱۶	۱.۴۷۲۱	۰.۴۴۹۳	۰.۴۹۰۳	۰.۵۵۸۳	۰.۷۲۸۳	۰.۵۲۱۵
RF_8	۰.۶۵۸۶	۰.۷۳۱۰	۰.۶۳۰۹	۰.۵۷۸۲	۱.۲۹۳۳	۰.۶۳۹۱	۱.۴۰۰۴	۱.۳۹۶۱

به منظور محاسبه امتیاز اولیه هر PMS_i رابطه $IPMS_j = \sum_{i=1}^{m} w_i \times L_{ij}$ استفاده می‌گردد که نتایج در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۱. مقادیر امتیاز اولیه استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک (منبع: نگارنده)

RF_i	w_j	PMS_i							
		$PMS_۱$	$PMS_۲$	$PMS_۳$	$PMS_٤$	$PMS_٥$	$PMS_٦$	$PMS_٧$	$PMS_٨$
$RF_۱$	۰.۳۷۲۱	۰.۲٦۲٦	۰.٥٨۱٥	۰.٥٦۰۱	۰.۱٦۷٤	۰.٥۱۹۹	۰.۳۸۱۰	۰.۲۹٥۲	۰.۲۸۳۸
$RF_۲$	۰.۲٥۸۸	۰.٤۷٥۸	۰.۲۳۳۷	۰.۱٤٦٤	۰.۱٦۹۳	۰.۲۳۱۷	۰.۲۹۸۸	۰.۰۹٤۰	۰.۳۸۸۷
$RF_۳$	۰.۱۷۰۰	۰.۱۰۸٤	۰.۱۰٦۱	۰.۱۰۲۹	۰.۲۳۷۸	۰.۱٤٤۳	۰.۱۰۷۳	۰.۰۹۲۸	۰.۲۷۳۲
$RF_٤$	۰.۰۹۰۱	۰.۱۲۹۲	۰.۱۳۲۰	۰.۰٦۱۹	۰.۰۷۰۹	۰.۰٦۱۰	۰.۱۳۷۷	۰.۰۹۷۲	۰.۱۰۲۹
$RF_٥$	۰.۰٥۱۹	۰.۰۲۸٥	۰.۰۳۲۱	۰.۰٤۹٦	۰.۰۲۸۳	۰.۰۸۹۲	۰.۰۲۷۲	۰.۰۲٦۰	۰.۰۲٦۰
$RF_٦$	۰.۰۲۹۰	۰.۰۳٥٤	۰.۰۱٤٥	۰.۰۳۱۹	۰.۰۳۸۷	۰.۰۱٦۲	۰.۰۲۰۹	۰.۰۲٦۲	۰.۰۲٥٦
$RF_٧$	۰.۰۱۷٥	۰.۰۱۱۷	۰.۰۰۷۹	۰.۰۲٥۸	۰.۰۰۷۹	۰.۰۰۸٦	۰.۰۰۹۸	۰.۰۱۲۸	۰.۰۰۹۱
$RF_٨$	۰.۰۱۰۷	۰.۰۰۷۰	۰.۰۰۷۸	۰.۰۰٦۷	۰.۰۰٦۲	۰.۰۱۳۸	۰.۰۰٦۸	۰.۰۱٤۹	۰.۰۱٤۹
$IPMS_j$		۱.۰٥۸٦	۱.۱۱٥۸	۰.۹۸٥۲	۰.۷۲٦٦	۱.۰۸٤٦	۰.۹۸۹٥	۰.٦٥۹۰	۱.۱۲٤۱

بر اساس عبارت های کلامی جدول ٥ هر خبره همبستگی بین جفت استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک را ارزیابی می نماید که با $T_{jj'}$ نشان داده شده و نتایج در شکل زیر آمده است.



شکل۳. ارتباط بین هر جفت PMS در قالب شاخص $T_{jj'}$

سپس نظرات خبرگان تجمیع و دیفازی شده و ضریب همبستگی بین استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک محاسبه می‌شود که نتایج در جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۱۲. ارتباط بین استراتژی های پیشگیرانه کاهش ریسک $(T_{jj'})$

$T_{jj'}$	E_1		E_2		...	E_8		نظرات تجمیعی		همبستگی
	μ	v	μ	v	...	μ	v	μ	v	
$T_{۱۲}$	۰.۹۵	۰.۱۰	۰.۷۵	۰.۳۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۸۱۷۱	۰.۲٦۰٤	۰.٥۲۸۰
$T_{۱٤}$	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.٥٥	۰.٥۰	...	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.٤۰۱٤	۰.٦٦٥۳	-۰.۲۲۹۸
$T_{۱۸}$	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.۳۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷۲۳٥	۰.۳٥٥۹	۰.۳۳۳٦
$T_{۲٥}$	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.٥٥	۰.٥۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.٦۸۹۱	۰.۳۹۳۳	۰.۲٦٦٥
$T_{۲۷}$	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.۳۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷۲۳٥	۰.۳٥٥۹	۰.۳۳۳٦
$T_{۳٤}$	۰.۹٥	۰.۱۰	۰.۹٥	۰.۱۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۸۳۰٥	۰.۲٥۱۳	۰.٥٥۷۹
$T_{۳٥}$	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.٥٥	۰.٥۰	...	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.۳٥٤۳	۰.۷۰٦۲	-۰.۳۰۷۷
$T_{۳٦}$	۰.٥٥	۰.٥۰	۰.۷۵	۰.۳۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.٦٥۲۲	۰.٤۱٦۹	۰.۲۰٤۹
$T_{۳۷}$	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۹٥	۰.۱۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷٦٦۲	۰.۳۲۰۳	۰.٤۱٦۹
$T_{۳۸}$	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.۳۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷۳۸۳	۰.۳۳۲۸	۰.۳٦٥٥
$T_{٤٦}$	۰.۹٥	۰.۱۰	۰.۹٥	۰.۱۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۸۰۷۷	۰.۲٦٦٥	۰.٥۰۸۱
$T_{٤۸}$	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۳۰	۰.۷۵	...	۰.٥٥	۰.٥۰	۰.٤۰۸۸	۰.٦٥۸٦	-۰.۲۱۷٤
$T_{٦۸}$	۰.۳۰	۰.۷۵	۰.٥٥	۰.٥۰	...	۰.۷۵	۰.۳۰	۰.۷۰۸۲	۰.۳۷۳۳	۰.۳۰۳۲

در ادامه مقادیر امتیاز اهمیت مطلق هر استراتژی با استفاده از رابطه ۱۲ محاسبه می‌گردد که نتایج در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۳. رتبه بندی استراتژی های پیشگیرانه کاهش ریسک توسعه محصول جدید (منبع: نگارنده)

PMS_j	$IPMS_j$	$APMS_j$	رتبه
$PMS_۱$	۱.۰٥۸٦	۱.۸٥٥۸	۲
$PMS_۲$	۱.۱۱٥۸	۱.٦۲٤٦	۳
$PMS_۳$	۰.۹۸٥۲	۱.۹٤٤٦	۱
$PMS_٤$	۰.۷۲٦٦	۰.۹۸٤۹	۷
$PMS_٥$	۱.۰۸٤٦	۱.۰۸٤٦	٦
$PMS_٦$	۰.۹۸۹٥	۱.۳۳۰۳	٤
$PMS_۷$	۰.٦٥۹۰	۰.٦٥۹۰	۸
$PMS_۸$	۱.۱۲٤۱	۱.۱۲٤۱	٥

بر اساس نتایج به دست آمده از روش QFD فازی فرماتین استراتژی پیشگیرانه سوم با عنوان بهینه سازی فرآیندهای تولیدی محصول جدید در صنعت شوینده بیشترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. این یافته نشان می‌دهد که بهبود مستمر فرآیندهای تولیدی از مرحله طراحی تا تولید انبوه نقش کلیدی در کاهش عدم قطعیت‌ها، کنترل هزینه‌ها، افزایش کیفیت و تسریع در زمان عرضه محصول به بازار دارد. در صنعت شوینده که با تغییرات سریع در تقاضای مشتریان، فشار رقابتی بالا و الزامات زیست‌محیطی افزایشی مواجه است، وجود فرآیندهای تولیدی انعطاف‌پذیر، کارا و با کیفیت بالا می‌تواند ضریب موفقیت محصولات جدید را به‌طور چشمگیری افزایش دهد. این استراتژی ضمن پاسخگویی به ریسک‌های فنی و زنجیره تأمین، می‌تواند به عنوان یک عامل تأثیرگذار در مدیریت چندین ریسک همزمان عمل کند.

۵- تحلیل حساسیت

در این بخش با تغییر وزن عوامل ریسک، تغییر رتبه بندی استراتژی های کاهش هزینه مورد بررسی قرار می گیرد. بدین منظور سناریوهای مختلفی برای افزایش یا کاهش عوامل ریسک تعریف می‌گردد.

به منظور حفظ مجموع یک برای تمامی اوزان عوامل ریسک لازم است با تغییر وزن هر عامل، وزن عوامل باقی مانده از رابطه زیر تبعیت نماید.

$$\delta w_i + \sum_{p=1, p\neq 1}^{n} \beta w_p = 1 \qquad (13)$$

به طوریکه w_i که وزن اولیه عامل ریسک i ام است به تغییر می یابد و اوزان سایر عوامل ریسک به تغییر می‌یابد که ضریب وزن سایر عوامل از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\beta = (1 - \delta w_i)/(1 - w_i) \qquad (14)$$

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت برای تغییرات سه عامل برتر ریسک به اندازه ۲۰٪± در جدول زیر در قالب ۱۲ سناریو به صورت جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۱۴. نتایج تحلیل حساسیت برای سناریوهای مختلف تغییرات وزن عوامل ریسک‌ها (منبع: نگارنده)

شماره سناریو	تغییرات وزن عوامل	$APMS_j$							
		PMS_1	PMS_2	PMS_3	PMS_4	PMS_5	PMS_6	PMS_7	PMS_8
۱	RF_1(-۲۰%)	۱.۸۷٦٤	۱.٥٥٦٥	۱.۹۲۰۹	۱.۰۰٦۳	۱.۰٤۷٥	۱.۳۳۹۲	۰.٦٤۳۱	۱.۱٦٦۹
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۲	RF_1(-۱۰%)	۱.۸٦٦۱	۱.٥۹۰٥	۱.۹۳۲۷	۰.۹۹٥٦	۱.۰٦٦۱	۱.۳۳٤۷	۰.٦٥۱۱	۱.۱٤٥٥
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۳	RF_1(+۱۰%)	۱.۸٤٥٥	۱.٦٥۸۷	۱.۹٥٦٥	۰.۹۷٤۲	۱.۱۰۲٦	۱.۳۲٥۸	۰.٦٦۷۰	۱.۱۰۳۱
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
٤	RF_1(+۲۰%)	۱.۸۳٥۲	۱.٦۹۲۸	۱.۹٦۸٤	۰.۹٦۳٥	۱.۰۸۱۲	۱.۳۲۱٤	۰.٦۷٥۰	۱.۱۲۱۷
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
٥	RF_2(-۲۰%)	۱.۷۹۹۲	۱.٦٤۹۹	۱.۹٦۹۳	۰.۹۸۹۸	۱.۰۹۷۷	۱.۳۱۰۸	۰.٦۷۹۷	۱.۰۹۷۸
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
٦	RF_2(-۱۰%)	۱.۸۲۷٥	۱.٦۳۷۳	۱.۹٥۷۰	۰.۹۸۷٤	۱.۰۹۱۲	۱.۳۲۰٥	۰.٦٦۹٤	۱.۱۱۰۹
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۷	RF_2(+۱۰%)	۱.۸۸٤۱	۱.٦۱۲۰	۱.۹۳۲۳	۰.۹۸۲٤	۱.۰۷۸۰	۱.۳٤۰۰	۰.٦٤۸۷	۱.۱۳۷۳
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۸	RF_2(+۲۰%)	۱.۹۱۲٤	۱.٥۹۹٤	۱.۹۲۰۰	۰.۹۸۰۰	۱.۰۷۱٤	۱.۳٤۹۸	۰.٦۳۸٤	۱.۱٥۰٤
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۹	RF_2(-۲۰%)	۱.۸۸۳٤	۱.٦٤۸۹	۱.۹۳۹٦	۰.۹٦۹۱	۱.۰۹٤۳	۱.۳۳۹۰	۰.٦٦۳۷	۱.۱۰٤۳
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۱۰	RF_2(-۱۰%)	۱.۸٦۹٦	۱.٦۳٦۸	۱.۹٤۲۱	۰.۹۷۷۰	۱.۰۸۹٤	۱.۳۳٤٦	۰.٦٦۱٤	۱.۱۱٤۲
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۱۱	RF_2(+۱۰%)	۱.۸٤۲۰	۱.٦۱۲٥	۱.۹٤۷۱	۰.۹۹۲۸	۱.۰۷۹۸	۱.۳۲٥۹	۰.٦٥٦۷	۱.۱۳۳۹
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥
۱۲	RF_2(+۲۰%)	۱.۸۲۸۲	۱.٦۰۰٤	۱.۹٤۹۷	۱.۰۰۰۷	۱.۰۷٤۹	۱.۳۲۱٦	۰.٦٥٤٤	۱.۱٤۳۸
	رتبه	۲	۳	۱	۷	٦	٤	۸	٥

خروجی تحلیل حساسیت مدل حاکی از آن است که چارچوب پیشنهادی در ارائه استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک استوار و ثابت می‌باشد. یعنی به ازای تغییرات در عوامل ریسک رتبه

استراتژی‌های پیشگیرانه کاهش ریسک تغییری نمی‌کند و مطابق پژوهش [۲٤] نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل پیشنهادی در این بخش تایید می‌گردد.

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

در این پژوهش با مطالعه ادبیات حوزه ریسک توسعه محصول جدید در صنایع شوینده، هشت عامل ریسک شامل ریسک فنی، بازار، زنجیره تامین، مالی، سازمانی، زمانبندی، زیست‌محیطی و قانونی شناسایی گردید. سپس با استفاده از روش SWARA در شرایط عدم قطعیت، وزن اهمیت هر یک از عوامل ریسک مشخص گردید. در ادامه ارتباط بین استراتژی های پیشگیرانه کاهش ریسک و عوامل ریسک شناسایی شده با استفاده از روش QFD در شرایط عدم قطعیت مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت استراتژی‌ها رتبه بندی می‌شوند. بدین ترتیب این مطالعه یک چارچوب تصمیم گیری تلفیقی متشکل از رویکردهای SWARA و QFD را تحت شرایط عدم قطعیت فازی فرماتین معرفی می نماید.

مجموعه های فازی فرماتین نسبت به سایر مجموعه های فازی دامنه وسیع‌تری برای درجات عضویت و عدم عضویت ارائه می‌دهند که امکان نمایش انعطاف‌پذیرتر و جامع‌تر عدم قطعیت و ابهام در فرآیندهای تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورد [٦۰]. از این رو در پیاده‌سازی رویکرد تلفیقی پیشنهادی پژوهش در ارزیابی استراتژی‌های کاهش ریسک فرآیند توسعه محصول جدید در صنایع شوینده عدم قطعیت و ابهام نظرات خبرگان با این نوع از مجموعه‌های فازی لحاظ گردیده است.

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که سه دسته ریسک اصلی شامل ریسک‌های فنی، بازار و زنجیره تأمین، بیشترین تأثیر را بر عدم موفقیت در توسعه محصول جدید در صنعت شوینده دارند. ریسک فنی ناشی از عدم قطعیت‌های مرتبط با طراحی محصول، سازگاری مواد اولیه، عملکرد محصول در شرایط مختلف و بروز مشکلات تولیدی است که با توجه به پیچیدگی فرآیندهای شیمیایی در تولید شوینده‌ها، از حساسیت بالایی برخوردار است. ریسک بازار نیز به تغییرات سریع در نیازها و ترجیحات مشتریان، عدم موفقیت در پیش‌بینی تقاضا، مقایسه با رقبا و ناتوانی در تطبیق محصول با شرایط واقعی بازار بازمی‌گردد که می‌تواند منجر به شکست تجاری محصول شود. در نهایت، ریسک‌های زنجیره تأمین شامل

وابستگی به تأمین‌کنندگان خاص، نوسانات قیمت مواد اولیه، اختلالات لجستیکی و تأخیر در تحویل مواد اولیه، فرآیند توسعه و تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بر اساس تحلیلQFD ، استراتژی‌هایی که بیشترین اثرگذاری را در کاهش ریسک‌های شناسایی‌شده دارند، شامل بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی، تحقیقات بازار و تحلیل رقبا، و نیز تست و اعتبارسنجی محصول جدید پیش از تولید انبوه هستند. بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی می‌تواند با کاهش خطاهای انسانی، ارتقای کیفیت محصول و کاهش ضایعات همراه باشد و به‌کارگیری سیستم‌های هوشمند و خودکارسازی در خطوط تولید نقش مهمی در کاهش ریسک‌های فنی ایفا می‌کند. در حوزه بازار، انجام تحقیقات مستمر و تحلیل رفتار مصرف‌کنندگان همراه با بررسی دقیق رقبا، به شناخت بهتر نیازهای مشتریان کمک کرده و از شکست‌های احتمالی در عرضه محصول جلوگیری می‌کند. همچنین، اجرای تست‌های بازار و اعتبارسنجی محصولات پیش از ورود به فاز تولید انبوه، زمینه شناسایی و اصلاح مشکلات فنی و بازاریابی را پیش از سرمایه‌گذاری گسترده فراهم می‌سازد.

در ادامه، نتایج پژوهش پیشنهادات کاربردی مشخصی را برای بهبود مدیریت ریسک در فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت شوینده ارائه می‌دهد. نخست آنکه بهینه‌سازی فرآیند تولید با استفاده از روش‌های نوین و بهره‌گیری از سیستم‌های خودکار و رباتیک می‌تواند علاوه بر افزایش دقت و کیفیت، موجب تسریع در عرضه محصول به بازار و ارتقای انعطاف‌پذیری و پایداری فرآیندهای تولیدی شود. دوم آنکه پایش مستمر رفتار مصرف‌کنندگان و اجرای کمپین‌های تست بازار در مقیاس محدود، با بهره‌گیری از ابزارهای تحلیل داده‌های مشتری و شبکه‌های اجتماعی، می‌تواند ریسک عدم پذیرش محصول را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. سومین پیشنهاد آن است که شرکت‌ها با تنوع‌بخشی به منابع تأمین مواد اولیه و استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال مدیریت زنجیره تأمین، شفافیت، قابلیت ردیابی و واکنش‌گویی سریع به اختلالات احتمالی را بهبود بخشیده و از آسیب‌پذیری ناشی از وابستگی به تأمین‌کنندگان خاص جلوگیری کنند.

با توجه به ساختار پژوهش حاضر نیز پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی بررسی ریسک توسعه محصول جدید در سایر صنایع مورد بررسی قرار گیرد و نتیجه آن با صنعت شوینده مقایسه

شود. همچنین پیشنهاد می‌شود از سایر رویکردها برای در نظر گرفتن عدم قطعیت مانند فازی نوتروسوفیک یا Z نامبرها در ساختار رویکرد تلفیقی پیشنهادی استفاده گردد.

این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه است که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرد. نخست، اتکای زیاد به دانش و تجربه خبرگان صنعت شوینده ممکن است نتایج را تحت‌تأثیر سوگیری‌ها یا محدودیت دیدگاه آنان قرار دهد. دوم، انجام مطالعه در بستر صنایع شوینده، امکان تعمیم مستقیم یافته‌ها به سایر صنایع با ساختار متفاوت را محدود می‌کند. سوم، هرچند مدل پیشنهادی در این پژوهش اعتبارسنجی شده است، اما استراتژی‌های ارائه‌شده مبتنی بر داده‌های موجود و نظرات خبرگان بوده و ارزیابی عملکرد آن‌ها در عمل مستلزم اجرای واقعی و انجام تحقیقات تکمیلی است.

۷- منابع

[۱] Dursun, M., & Arslan, Ö. (۲۰۱۸). Symmetry, Dursun, M., & Arslan, Ö. (۲۰۱۸). An integrated decision framework for material selection procedure: A case study in a detergent manufacturer. Symmetry, ۱۰(۱۱), ٦٥٧. https://doi.org/۱۰,۳۳۹۰/sym۱۰۱۱۰٦٥٧.

[۲] Padidar, S., Haghighi, M., Hassan Gholipour Yasory, T. (۲۰۲۲). Effective Factors On Sustainable Marketing - Case Study: Detergent Industry. Management Research in Iran, ۲٦(۱), ۲۲۷-۲٤٤. [In Persian]

[۳]Mu, J & et al. (۲۰۰۹). Technovation, Mu, J., Peng, G., & MacLachlan, D. L. (۲۰۰۹). Effect of risk management strategy on NPD performance. Technovation, ۲۹(۳), ۱۷۰-۱۸۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.technovation.۲۰۰۸,۰۷,۰۰٦

[٤]Oehmen, J., Olechowski, A., Kenley, C. R., & Ben-Daya, M. (۲۰۱٤). Analysis of the effect of risk management practices on the performance of new product development programs. Technovation, ۳٤(۸), ٤٤۱-٤٥۳. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.technovation.۲۰۱۳,۱۲,۰۰٥

[٥]Deveci, M., Varouchakis, E. A., Brito-Parada, P. R., Mishra, A. R., Rani, P., Bolgkoranou, M., & Galetakis, M. (۲۰۲۳). Evaluation of risks impeding sustainable mining using Fermatean fuzzy score function based SWARA method. Applied Soft Computing, ۱۳۹, ۱۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.asoc.۲۰۲۳,۱۱۰۲۲۰

[٦] Memarpour Ghiaci, A. and Karimi gavareshki, M. H. (۲۰۲٤). An integrated Z-SWARA-MARCOS approach based on SWOT analysis to select infectious disease vaccination strategies. *Modern Research in Decision Making*, *9*(۲), ۱۳۰-۱٦۲. [In Persian]

[۷]Chen, W & et al. (۲۰۲۲). Advanced Engineering Informatics, An integrated QFD and FMEA approach to identify risky components of products. Advanced Engineering Informatics, ٥٤, ۱۰۱۸۰۸. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.aei.۲۰۲۲,۱۰۱۸۰۸.

[۸] Ramezani, S. , Daneshian, Y. and Kasaee, M. (۲۰۲٤). Presenting a combination of QFD-Swara and Intuitive Fuzzy Cocoso to implement sustainable manufacturing strategies in

manufacturing processes (case study of Saipa Company). *Modern Research in Decision Making*, *9*(٤), ۹٥-۱۱۸. [In Persian]

[۹]Azar, A., Ghaidar Khelijani, J., Hashemi Majoumerd, S.M. (۲۰۱٦), Designing and selecting the optimal design in terms of risks in new product development, Industrial Management Journal, Vol ۸, No. ۱. Pp. ۱-۲۲. [In Persian]

[۱۰]Tkanchenko, V., Kwilinski, A., Tkachenko, I., Puzyrova, P. (۲۰۱۹), Theoretical and methodical approaches to the definition of marketing risks management concept at industrial enterprises, Marketing and Management of Innovations, Issue ۲, pp. ۲۲۸-۲۳۸. https://doi.org/۱۰,۲۱۲۷۲/mmi.۲۰۱۹,۲-۲۰

[۱۱] Afonso, M. Nunes, A. Paisana. (۲۰۰۸) The influence of time-to-market and target costing in the new product development success, Int. J. Production Economics, vol ۱۱٥, pp. ٥٥۹–٥٦۸. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.ijpe.۲۰۰۸,۰۷,۰۰۳

[۱۲]Chauhan, A.S., Nepal, B., Soni, G., Pal Singh Rathore, A. (۲۰۲۲), Taxonomy of New Product Development Process Risks: An Empirical Study of Indian Automotive Industry, IEEE Transactions on Engineering Management, Volume: ٦۹, Issue: ٥, pp. ۱۹۸۷ – ۱۹۹۸. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۹/TEM.۲۰۲۰,۲۹۹٤۰۲٥

[۱۳] Rutkowski, J. (۲۰۱٤). The consumer goods new product success rates: Evidence from Poland. Gospodarka Materiałowa & Logistyka, ۱۲, ۲–۸.

[۱٤]Rainey, D.L. (۲۰۰٥), Product Innovation: Leading Change through Integrated Product Development, Cambridge University Press.

[۱٥]Cooper, R.G. (۲۰۱۹), The drivers of success in new-product development, Industrial Marketing Management, ۷٦, ۳٦-٤۷. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/۰۰۰۷-٦۸۱۳(۷٦)۹۰۰۲٤-۰

[۱٦] O'Cass, A., Heirati, N., Viet Ngo, (۲۰۱۰). Achieving new product success via the synchronization of exploration and exploitation across multiple levels and functional areas, Industrial Marketing Management. Vol (٤۳), Issue ٥, PP. ۸٦۲-۸۷۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.indmarman.۲۰۱٤,۰٤,۰۱٥

[۱۷] Sajadi, S. M., Migoonpuri, M. R., & Dargahi, M. (۲۰۱٥). Evaluation of entrepreneurial supply chain management components related to the new product development process: A case study of entrepreneurial companies active in the detergent industry of Iran. Journal of Entrepreneurship Development, ۸(۳), ٥۱۳–٥۳۰. [In Persian]

[۱۸]Salimi Zavie, S.G., Fekri, R. (۲۰۱۹), Presenting a method for identifying and ranking risks in the new product development process in the Iranian automotive industry using the combined ANP-DEMATEL method, Technology Growth, ٥۹, pp. ۹-۱۸. [In Persian]

[۱۹]Kordbacheh, M., Fekri, R., Esmaeilian, G. (۲۰۲۲), Presenting a model for determining and discovering the causal relationships between the effective risks of the product family developing process in the Iranian automotive industry, Journal of Modeling in Engineering, Vol ۲۰, No. ٦۸, pp. ۱٥-۳٤. [In Persian]

[۲۰]Chauhan, A.S., Yadav, O.P., Rathore, A.P. S., Soni, G. (۲۰۱۷), Analysis of Risk Sources in New Product Development Process Using Fuzzy Failure Mode Analysis, International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), University of Washington Libraries. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۹/IEEM.۲۰۱۷,۸۲۹۰۰۸۲

[۲۱] Shole, M., Shahbazi, M. (۲۰۲۱). Identifying and Morphological Analysis of Critical Aspects of New Product Development in Automotive Industries. Management Research in Iran, ۲۲(۲), ۱۵۳-۱۷۷. [In Persian]

[۲۲]Mousavi, S.A., Seiti, H., Hafezalkotob, A., Asian, A., Mobarra, R. (۲۰۲۱), Application of risk-based fuzzy decision support systems in new product development: An R-VIKOR approach, Applied Soft Computing, ۱۰۹. ۱۰۷٤٥٦. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.asoc.۲۰۲۱,۱۰۷٤٥٦

[۲۳]Liu, S., Ding, R., Wang, L. (۲۰۲٤), An adaptive simulation based decision support approach to respond risk propagation in new product development projects, Decision Support Systems, ۱۸۳, ۱۱٤۲۷۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.dss.۲۰۲٤,۱۱٤۲۷۰

[۲٤] Sumrit, D., & Keeratibhubordee, J. (۲۰۲۳). An integrated SWARA-QFD under Fermatean fuzzy set approach to assess proactive risk mitigation strategies in recycling supply chain: Case study of plastic recycling industry. Journal of Engineering Research. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jer.۲۰۲۳,۱۱,۰۰۷

[۲٥] Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (۲۰۰٤). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. Information & Management, ٤۲(۱), ۱٥–۲۹. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.im.۲۰۰۳,۱۱,۰۰۲

[۲٦]Senapati, T., & Yager, R. R. (۲۰۲۰). Fermatean fuzzy sets. Journal of ambient intelligence and humanized computing, ۱۱, ٦٦۳-٦۷٤. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/S۱۲٦٥۲-۰۱۹-۰۱۳۷۷-۰

[۲۷]Kerˇsuliene, V. Zavadskas, E.K. Turskis, Z. (۲۰۱۰), Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA), J. Bus. Econ. Manag. ۱۱ (۲). pp. ۲٤۳–۲٥۸, https://doi.org/۱۰,۳۸٤٦/ jbem.۲۰۱۰,۱۲. https://doi.org/۱۰,۳۸٤٦/jbem.۲۰۱۰,۱۲

[۲۸]Seker, S., Aydin, N., (۲۰۲۳) Fermatean fuzzy based Quality Function Deployment methodology for designing sustainable mobility hub center, Appl. Soft Comput, https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.asoc.۲۰۲۳,۱۱۰۰۰۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.asoc.۲۰۲۳,۱۱۰۰۰۱

[۲۹]Ayyildiz, E. (۲۰۲۲), Fermatean fuzzy step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) and its application to prioritizing indicators to achieve sustainable development goal-۷, Renewable Energy, ۱۹۳, pp. ۱۳٦-۱٤۸. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.renene.۲۰۲۲,۰٥,۰۲۱

[۳۰]Lima, F.A. Seuring, S. A Delphi study examining risk and uncertainty management in circular supply chains, Int. J. Prod. Econ. (۲۰۲۳), https://doi.org/ ۱۰,۱۰۱٦/j.ijpe.۲۰۲۳,۱۰۸۸۱۰. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.ijpe.۲۰۲۳,۱۰۸۸۱۰

[۳۱] Kuester, S., Hess, S.C., Hermannn, A. (۲۰۱٥), The role of Defaults in preventing innovation rejection, International Journal of Innovation ManagementVol. ۱۹, No. ۰۲, ۱٥٥۰۰۲۳. https://doi.org/۱۰,۱۱٤۲/S۱۳٦۳۹۱۹٦۱٥٥۰۰۲۳۱

[۳۲] Keizer, J.A., Vos, J.P, Halman, J.I.M. (۲۰۰٥), Risks in new product development: devising a reference tool, Volume۳٥, Issue۳, Pages ۲۹۷-۳۰۹. https://doi.org/۱۰,۱۱۱۱/j.۱٤٦۷-۹۳۱۰,۲۰۰٥,۰۰۳۹۱.x

[۳۳] Greenwald, B., Kahn, J. (۲۰۰٥), All strategy is local, Harv Bus Rev, ۸۳(۹):۹٤-۱۰٤.

[۳٤] Dewi, D.S., Syairudin, B., Nikmah, E.N. (۲۰۱٥), Risk management in new product development process for fashion industry: Case study in hijab industry, Procedia Manufacturing ٤, pp. ۳۸۳ – ۳۹۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.promfg.۲۰۱٥,۱۱,۰٥٤

[۳٥] Thamhain, H. J. Skelton, T. M. (۲۰۰۷), "Success factors for effective R&D risk management," Int. J. Technol. Intell. Planning, vol. ۳, no. ٤, pp. ۳۷٦–۳۸٦. https://doi.org/۱۰,۱٥۰٤/IJTIP.۲۰۰۷,۰۱٦۳۰۷

[۳٦] Santos, C., Coelho, A. and Marques, A. (۲۰۲٤), "The greenwashing effects on corporate reputation and brand hate, through environmental performance and green perceived risk", Asia-Pacific Journal of Business Administration, Vol. ۱٦ No. ۳, pp. ٦٥٥-٦۷٦. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۸/APJBA-۰٥-۲۰۲۲-۰۲۱٦.

[۳۷] Shah, N.P. (۲۰۲٤), Navigating challenges in new product development: Strategies for reducing failure rates in the medical device industry, World Journal of Advanced Research and Reviews, ۲۲(۰۳), pp. ۷۸٦–۷۹٥. https://doi.org/۱۰,۳۰٥۷٤/wjarr.۲۰۲٤,۲۲,۳,۱۷٤۰

[۳۸] Levchenko, I., Ostrikov, K., Zheng, J., Li, X., Keidar, M., Teo, K. (۲۰۱٦), Scalable graphene production: perspectives and challenges of plasma applications, Nanoscale, ۸(۲۰), pp. ۱۰٥۱۱-۱۰٥۲۷. https://doi.org/۱۰,۱۰۳۹/C٥NR۰٦٥۳۷B

[۳۹] Wu, D. D. Kefan, X. Gang, C.and Ping, G. (۲۰۱۰), "A risk analysis model in concurrent engineering product development," Risk Anal., vol. ۳۰, no. ۹, pp. ۱٤٤۰–۱٤٥۳. ۱۰,۱۱۱۱/j.۱٥۳۹-٦۹۲٤,۲۰۱۰,۰۱٤۳۲.x

[٤۰]Akram M. and Pilbeam, C. (۲۰۱٥), "Critical success factors for effective risk management in new product development," in Proc. Ind. Eng. Syst. Manage. Int. Conf., pp. ۱۲۰٥–۱۲۱۲. ۱۰,۱۱۰۹/IESM.۲۰۱٥,۷۳۸۰۳۰٦

[٤۱] Moreira, S.C., Ferreira, L.M., Silva, P. (۲۰۲۰), A case study on FMEA-based improvement for managing new product development risk, International Journal of Quality & Reliability Management Vol. ۳۸ No. ٥, pp. ۱۱۳۰-۱۱٤۸. https://doi.org/۱۰,۱۱۰۸/IJQRM-۰٦-۲۰۲۰-۰۲۰۱

[٤۲] Henard, D.H., McFadyen, M.A. (۲۰۱۲), Resource Dedication and New Product Performance: A Resource-Based View, Journal of Product Innovation Management, Vol ۲۹, Issue ۲, pp. ۱۹۳-۲۰٤. https://doi.org/۱۰,۱۱۱۱/j.۱٥٤۰-٥۸۸٥,۲۰۱۱,۰۰۸۸۹.x

[٤۳] Khaustov, V. (۲۰۲۳), Economic aspects of strengthening the protection of intellectual property rights, institute of the Economy and Forecasting of the National Academy of Sciences of Ukraine, pp. ۳۱ – ٤٦. https://doi.org/۱۰,۱٥٤۰۷/etet۲۰۲۳,۰۱,۰۳۱.

[٤٤] Schwartz, V.E., Silverman, C., Appel, Ch.E., (۲۰۰۹), Marketing Pharmaceutical Products in the Twenty-First Century: An Analysis of the Continued Viability of Traditional Principles of Law in the Age of Direct-to-Consumer Advertisin, Harvard Journal of Law and Public Policy.

[٤٥] Zhao, L., Libaers, D., Song, M. (۲۰۱٦). First Product Success: A Mediated Moderating Model of Resources, Founding Team Startup Experience, and Product-Positioning Strategy, Journal of ProducI innovation Management, Vol ۳۲, Issue ۳, pp. ٤٤۱-٤٥۸. https://doi.org/۱۰,۱۱۱۱/jpim.۱۲۲۳٦

[٤٦] Galli, A.J., Lopez A. H. (٢٠١٨), Risks Management in Agile New Product Development Project Environments: A Review of Literature, International Journal of Risk and Contingency Management , Vol ٧, Issue ٤. https://doi.org/١٠,٤٠١٨/٩٧٨-١-٥٢٢٥-٩٦١٥-٨.ch٠٨٣

[٤٧]Al-Saidi, M., Saliba, S. (٢٠١٩), Water, Energy and Food Supply Security in the Gulf Cooperation Council (GCC) Countries—A Risk Perspective, Water, ١١, ٤٥٥; doi:١٠,٣٣٩٠/w١١٠٣٠٤٥٥.

[٤٨] Aljohani, A. (٢٠٢٣). Predictive analytics and machine learning for real-time supply chain risk mitigation and agility. Journal of Supply Chain Management, ٥٨(٣), ٣٤٥-٣٦٠.

[٤٩] Henni, A. (٢٠٢٤). Development of supply chain risk mitigation to develop an effective strategy for small and medium enterprises. International Journal of Production Economics, ١٧٢, ٤٥-٦٠.

[٥٠] Wu, T., & Blackhurst, J. (٢٠٢٠). Optimizing product testing strategies to mitigate design risks. Journal of Operations Management, ٦٥(١), ٤٥-٥٨. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.jom.٢٠٢٠,٠١,٠٠٣.

[٥١] Okuyelu, T. (٢٠٢٤). Process optimization in manufacturing industries using simulation technologies. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, ٨٩(٣), ٣٤٥-٣٦٠.

[٥٢] Khdoudi, A. (٢٠٢٤). A deep-reinforcement-learning-based digital twin for manufacturing process optimization. Journal of Manufacturing Systems, ٤٥(١), ٦٧-٨٠.

[٥٣] Carter, C. R., & Rogers, D. S. (٢٠٢٤). The impact of supplier collaboration on product quality. Journal of Supply Chain Management, ٦٠(١), ٤٥-٦٠. https://doi.org/١٠,١١١١/jscm.٢٠٢٤,١٢٧٨٩.

[٥٤] Zech, W. C., & Sussman, E. D. (٢٠١٧). Team-based training for technical and safety skills. Journal of Construction Engineering and Management, ١٤٣(٦), ٠٤٠١٧٠٢٠. https://doi.org/١٠,١٠٦١/(ASCE)CO.١٩٤٣-٧٨٦٢,٠٠٠١٢٨٧.

[٥٥] Agrawal, S., & Tiwari, M. K. (٢٠١٢). Financial risk management in renewable energy projects. Renewable Energy, ٣٩(١), ١٠-٢٠. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.renene.٢٠١١,٠٨,٠١٥.

[٥٦] Aleskerova, T. (٢٠٢٤). Financial planning in the enterprise as a method of minimizing financial risks. Journal of Financial Management, ٤٨(٢), ٨٩-١٠٢.

[٥٧] Adeniran, T., & Oladipo, A. (٢٠٢٤). Strategic risk management for regulatory compliance. Journal of Risk Management, ٣٥(١), ١٥-٣٠. https://doi.org/١٠,١٠١٦/j.jrm.٢٠٢٤,١٠٢٣٤٥.

[٥٨] Li, S., & Wang, X. (٢٠١٥). Evaluating and selecting distributors in supply chains. International Journal of Logistics Management, ٢٦(٢), ٢٣٤-٢٥٠. https://doi.org/١٠,١١٠٨/IJLM-٠٢-٢٠١٥-٠٠٢٣.

[٥٩] Zhu, Q., & Sarkis, J. (٢٠٢٣). Integrating distributors for agile supply chains in emerging markets. Journal of Business Logistics, ٤٤(١), ١٢-٢٥. https://doi.org/١٠,١١١١/jbl.٢٠٢٣,١٢٧٨٩.

[٦٠]Shahzadi, G. Muhiuddin, G, Arif Butt, M., and Ashraf, A. (٢٠٢١), "Hamacher Interactive Hybrid Weighted Averaging Operators under Fermatean Fuzzy Numbers," Journal of Mathematics, vol. ٢٠٢٣, Article ID ٥٥٥٦٠١٧, ١٧ pages. https://doi.org/١٠,١١٥٥/٢٠٢١/٥٥٥٦٠١٧