

ارائه مدل مدیریت ریسک‌های فناورانه در فرآیند توسعه محصول جدید با رویکرد TRIZ

■ ابوالفضل میرزا رضانی*⁺

کارشناس ارشد دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان

■ سید مهدی گلستان هاشمی^۱

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه مالک
اشتر اصفهان

■ سید محمد مسعود ناصریان^۲

کارشناس ارشد دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۱۰ و تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۰

چکیده

توسعه محصول جدید فرایندی است که توسط آن محصول یا خدمت جدیدی به مشتریان عرضه می‌شود. با توجه به کوتاه‌تر شدن چرخه عمر محصولات و تحولات فناوری، توسعه محصول جدید از اهمیت بالایی برخوردار است. در طول فرایند توسعه محصول جدید ریسک‌های مختلفی وجود دارد. ریسک‌های فناورانه از مهم‌ترین این ریسک‌ها محسوب می‌گردد که مدیریت و کاهش این ریسک‌ها به موفقیت فرایند توسعه محصول جدید کمک شایانی می‌کند. مدیریت ریسک در توسعه محصول جدید از سه قسمت شنا سایی، تحلیل و کنترل (پاسخ) ریسک‌ها تشکیل می‌شود. شنا سایی، تحلیل و ارزیابی و پاسخ به ریسک‌ها، نیازمند خلاقیت بالا و روشی سامانمند است که TRIZ و ابزار آن به میزان بالایی دارای این ویژگی‌ها می‌باشد. روش تعیین مقدماتی شکست (AFD) یکی از روش‌های I-TRIZ است که روشی برای شناسایی و تحلیل شکست‌ها و ریسک‌های بالقوه ارائه می‌دهد. در این مقاله، مدلی جامع برای شنا سایی، تحلیل و ارزیابی و پاسخ به ریسک‌ها با استفاده از ابزار TRIZ، در فرایند توسعه محصول جدید ارائه گردیده است. مدل پیشنهادی این تحقیق توسط خبرگان دو صنعت دفاعی که در زمینه‌های طراحی محصول صاحب‌نظر بوده‌اند توسط روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی پژوهش از نظر اعتبار و توالی گام‌ها مورد تأیید دو صنعت مذکور واقع گردیده است.

واژگان کلیدی: توسعه محصول جدید، مدیریت ریسک، ریسک‌های فناورانه، TRIZ، روش تعیین مقدماتی شکست، AFD.

* عهده دار مکاتبات

+ شماره نمابر: ۰۳۱۴۵۲۲۸۰۵۰ و آدرس پست الکترونیکی: Abolfazlmr1936@gmail.com

۱ شماره نمابر: ۰۳۱۴۵۲۲۳۹۱۰ و آدرس پست الکترونیکی: Golestanhashemi@gmail.com

۲ شماره نمابر: ۰۳۱۴۵۲۲۷۵۶۰ و آدرس پست الکترونیکی: S.2m.naserian@outlook.com

۱- مقدمه

امروزه، بقای سازمانی در گرو گرایش به محصولات جدید و به‌کارگیری روش‌هایی برای ایجاد آن‌هاست. با پیشرفت فناوری، رقابتی شدن هر چه بیشتر سازمان‌ها، پیدایش علوم و تجهیزات جدید تولیدی، چرخه حیات کوتاه محصولات، تغییرات اساسی در نیازها و سلايق مشتريان و ...، محصول جدید با چالش‌های جدیدی روبرو شده است.

متغیر بودن قوانین رقابتی در دنیای کسب‌وکار، فرایند ارائه محصول جدید به بازار را با اهمیت خاصی جلوه داده است. رشد سریع فناوری، افزایش ریسک‌پذیری و مخاطره در بازارهای جهانی و تغییرات روزافزون در نیازهای مشتریان، تیم‌های توسعه محصول جدید را با فشارهای روزافزونی مواجه ساخته است. با این حال، فرایند توسعه محصول جدید^۳ همواره با حد بالایی از عدم اطمینان و پیچیدگی همراه است. به‌منظور موفقیت در انجام پروژه، ریسک‌های موجود در این فرایند باید شناسایی شده و موردبررسی قرار گیرند. اگرچه محصولات جدید فرصت‌های جدیدی برای شرکت‌ها ایجاد می‌کنند، ولی نباید ریسک قابل توجهی که این محصولات دارند، نادیده گرفته شود.

سیرپیسکی (۲۰۰۲) نرخ تقریبی شکست محصولات تجاری معرفی شده به بازار در اقتصاد غرب را واقعاً تکان‌دهنده و بین ۳۵ تا ۴۵ درصد عنوان می‌کند [۱۸]. همچنین بوز آلن و همیلتون (۱۹۸۲) بیان می‌کنند که برای هر ۷ ایده، تقریباً ۴ ایده وارد مرحله توسعه می‌شود و تنها یک ایده در انتها به شکل محصول روانه بازار می‌شود [۱۹]. فرایند توسعه، یک مسئله راهبردی مهم در سطح کسب‌وکار است؛ چراکه چرخه عمر محصول به سمت کوتاه‌تر شدن می‌رود. در مطالعه دیگر بیان شده است که حدود ۸۰ درصد از تلاش‌های توسعه محصول جدید (NPD) قبل از اتمام پروژه‌های شکست‌خورده و بیش از ۵۰٪ از تلاش‌ها، بدون بازده در سرمایه‌گذاری پول و زمان است [۲۰]. کلاین اسمیت و کوپر (۲۰۰۰) نتایج یک نظرسنجی از ۱۱۰ پروژه توسعه محصول جدید انجام شده در ۵۵ شرکت را منتشر کردند. یکی از مهم‌ترین یافته‌های تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که پروژه‌های ارزیابی شده به‌عنوان «ستاره» و «سگ‌ها»، در آغاز در یک مورد مشترک‌اند که در هر دو سطح بالایی از ریسک درک شده وجود دارد. یکی از عوامل کلیدی تمایز بین ستاره‌ها و سگ‌ها روشی بود که در آن ریسک در طول این پروژه مدیریت می‌شد [۲۱]. متوسط ریسک شکست راه‌اندازی محصول

جدید بالا است - در حدود ۴۰ درصد - که نشان‌دهنده نیاز به مدیریت ریسک است. لذا با کنترل و کاهش کامل ریسک، عملکرد توسعه محصول جدید بهبود خواهد یافت [۲۲]. دورینگ و پایرا (۲۰۰۰) به سه نوع از ریسک‌های مرتبط با NPD اشاره نموده‌اند: ریسک فناوریانه، ریسک بازاریابی و ریسک سازمانی. موو و همکاران (۲۰۰۹) اثر جنبه‌های ریسک‌های بازار، سازمانی و فناوریانه را بر عملکرد NPD مورد ارزیابی قراردادند. نتایج نشان داد که ریسک عوامل بازار یک اثر حداقلی در عملکرد NPD دارند؛ در حالی که ریسک فاکتورهای فناوریانه یک اثر حداکثری در عملکرد NPD می‌گذارند [۲۲ و ۲۳].

لذا مدیریت ریسک‌های فناوریانه در توسعه محصول جدید، می‌تواند عملکرد توسعه محصول جدید را به میزان بالایی افزایش دهد. مدیریت ریسک به ابزاری دارای خلاقیت و قدرت بالا جهت شناسایی، ارزیابی ریسک و پاسخ‌دهی ریسک‌ها نیاز دارد؛ که TRIZ و ابزار آن به میزان بالایی از آن بهره می‌برد. عامل اصلی تمایز TRIZ با سایر تکنیک‌ها و روش‌های سنتی خلاقیت، جامعیت و رویکرد متفاوت آن در نحوه مواجهه با مسئله و عدم پذیرش سعی و خطا در حل ابداعانه مسائل و مسیر خلاقیت و نوآوری و ارائه فرایندی نظام‌مند بدین منظور است [۲۴ و ۲۵]. این پژوهش به دنبال ارائه مدلی برای مدیریت ریسک‌های فناوریانه در توسعه محصول جدید با استفاده از خلاقیت و قدرت بالای ابزار TRIZ می‌باشد.

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- توسعه محصول جدید

متغیر بودن قوانین رقابتی در دنیای کسب‌وکار، فرآیند ارائه محصول جدید به بازار را با اهمیت خاصی جلوه داده است. اکثر سازمان‌ها امروزه بیش از هر زمان دیگری دریافته‌اند که صرفاً تکیه و اعتماد به اهرم‌های رقابتی سنتی مثل افزایش کیفیت، کاهش هزینه و تمایز در ارائه محصولات و خدمات کافی نیست و در عوض مفاهیمی مثل سرعت و انعطاف‌پذیری در رقابت نمود قابل توجهی پیدا کرده‌اند و گرایش به سمت ارائه محصولات و خدمات جدید به بازار، خود دلیل موجه این تغییر نگرش است.

به دلیل مخاطراتی که در عرضه محصولات جدید وجود دارد، شرکت‌ها باید پیوسته در مورد بهبود فرایند توسعه محصولات جدید تفکر کنند. بر پایه درک نیازهای مشتری، توسعه محصول عبارت است از قرار دادن اطلاعات بازار در مفهوم محصول.

گام‌های شکل شماره ۱ عبارتند از:

- شناسایی فرصت شامل شناسایی بازار و تولید ایده؛
- طراحی و توسعه محصول شامل نیازهای مشتری، موقعیتیابی محصول، پیش‌بینی فروش، مهندسی محصول، بازاریابی و قطعه‌بندی؛
- مرحله آزمایش و تست محصول خود شامل تبلیغات و تست محصولات، تست قبل و پیش از راه‌اندازی، پیش‌بینی تست بازاریابی؛
- مرحله معرفی محصول به بازار شامل برنامه‌ریزی راه‌اندازی محصول و ردیابی محصول؛
- مدیریت چرخه زندگی محصول شامل تجزیه و تحلیل پاسخ بازار، نظارت بر رقابت و دفاع، نوآوری در بلوغ [۲۶].

۲-۲- ریسک و مدیریت ریسک در NPD

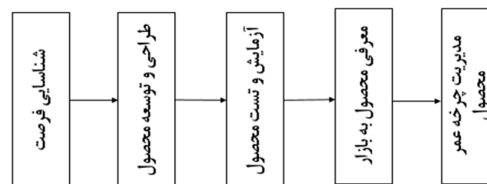
- در جدول شماره ۱ تعاریف مورد استفاده در استانداردهای مختلف که به سه گروه تقسیم می‌شوند ارائه شده است:
- آن‌هایی که با استفاده از یک تعریف منحصرأ منفی، ریسک را معادل تهدید می‌دانند؛
- کسانی که به‌صراحت سخنی در مورد اینکه آیا پیامدهای مثبت یا منفی است بیان نمی‌کنند؛
- کسانی که در تعریف آن‌ها ریسک شامل هر دو تهدید و فرصت است.

در زمینه NPD، ریسک اشاره دارد به احتمال این که یک محصول که به‌تازگی توسعه‌یافته ممکن است به علت عوامل مختلف نامشخص مانند شکست بازار، محدودیت فن‌آوری و عوامل بازدارنده سازمانی که منجر به فروش ناکافی محصول برای بقا و سودآوری می‌شود، شکست بخورد [۲۰ و ۲۳]؛ یا ریسک در پروژه NPD به احتمال اینکه پروژه مذکور نتواند در مدت‌زمان مورد انتظار اجرا شود، تعریف می‌شود [۴]. بنا به تعریف (ISO 2008) برای NPD، ریسک به‌عنوان تأثیر عدم اطمینان در دستیابی به اهداف NPD تعریف می‌شود. کاهش ریسک در توسعه محصول جدید همچنین می‌تواند ارزش مشتری را افزایش دهد؛ و می‌تواند به‌عنوان یک لنز برای تجزیه و تحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای توسعه محصول استفاده شود [۲۷].

به‌طور کلی توسعه محصول جدید مجموعه فعالیت‌ها و راهکارهای ایجاد ر شد است که در مراحل مختلف تولید محصول منجر به ایجاد تغییر و اصلاحات جزئی یا کلی در بازار فعلی خواهد شد. فرآیند توسعه محصول جدید، فرآیندی است که در آن یک سازمان کلیه منابع، امکانات و توانایی‌های خود را در قالب تیم‌های چندمنظوره جهت ایجاد یک محصول جدید و نوآوری شده و یا توسعه و پیشرفت یک محصول موجود به کار می‌گیرد [۱]. بنا بر تعریف انجمن مدیریت و توسعه محصول، فرآیند توسعه محصول جدید عبارت است از کلیه فرآیندهای مرتبط با راهبرد، سازمان‌دهی، تولید مفهوم، ایجاد و ارزیابی محصول، ایجاد و ارزیابی برنامه بازاریابی و تجاری‌سازی یک محصول جدید. کوپر بیان می‌کند که توسعه محصول جدید عبارت است از استفاده از منابع و قابلیت‌ها برای خلق یک محصول جدید یا بهبود یک محصول موجود. برای آنکه توسعه محصول جدید با موفقیت قرین شود، باید هم‌زمان به سه هدف (گاه) متعارض دست یابد [۱ و ۲]:

- ۱) به حداکثر رساندن تناسب محصول با احتیاجات مشتری؛
 - ۲) به حداقل رساندن زمان سیکل توسعه؛
 - ۳) تحت کنترل درآوردن هزینه‌های توسعه.
- در سال ۱۹۸۱ از ۷۰۰ شرکت آمریکایی، حدود یک‌سوم از سود این شرکت‌ها به‌واسطه محصولات جدیدی بود که عرضه کردند. در حالی که در سال ۱۹۷۰، این مقدار یک‌پنجم بود. تحقیقات نشان می‌دهد نوآوری برای تولید محصول جدید برای شرکت‌ها، به‌طور متوسط ۳ سال بوده و هزینه آن تقریباً معادل ۲۷ درصد فروش شرکت از تولید اولین محصول تا پایان فروش آن را دربر می‌گیرد. هدف از توسعه محصول جدید، پاسخ به نیاز مشتریان، تطابق با شرایط بازار، افزایش سود، رضایت مشتریان و مقابله با سیاست‌های رقباست. توسعه محصول جدید و تجاری‌سازی موفق در بازار با محصول بهبودیافته باعث کوتاه‌تر شدن منحنی عمر محصولات، حرکت از تولید انبوه به سفارش‌ی خواهد شد [۳].

مدلی دیگری در این قسمت برای مراحل توسعه محصول جدید توسط بیوکوزکان و همکاران (۲۰۰۴) ارائه گردیده است که شکل ۱ مراحل آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱: مراحل توسعه محصول جدید [۲۶]

جدول ۱: تعاریف مختلف ریسک [۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۰]

تعاریف منفی	تعاریف خنثی	تعاریف گسترده
NASA; 2014: در کتابچه راهنمای ناسا، خطر به عنوان پتانسیل برای کمبود عملکرد سیستم در حال توسعه تعریف شده است.	(ISO ^۴ 31000, 2009): ریسک به عنوان اثر عدم قطعیت در اهداف تعریف شده است.	PMI; 2016: یک رویداد و یا شرایط نامشخص که اگر رخ می‌دهد، یک اثر مثبت یا منفی بر یک یا چند هدف پروژه می‌گذارد.
IEEE 1540: 2001: احتمال یک رویداد، خطر، تهدید یا وضعیت رخ داده و عواقب نامطلوب و ناخواسته‌ی آن؛ یک مشکل بالقوه	AS / NZS 4360: 2004: احتمال وقوع حادثه‌هایی که تأثیر بر اهداف دارد.	(PMBOK ^۵ ; 2013): ریسک پروژه یک رویداد یا شرایط نامشخص است که اگر رخ دهد دارای تأثیر مثبت یا منفی بر یک یا چند هدف پروژه مانند وسعت، برنامه، هزینه و کیفیت است.
CAN / CSA-Q850-97: 1997: احتمال آسیب دیدگی یا از دست دادن	JIS Q 2001 (E): ترکیبی از احتمال یک رویداد و پیامدهای آن	PMBOK 2004: یک رویداد نامشخص یا شرایط که اگر رخ دهد، یک اثر مثبت یا منفی بر روی هدف پروژه شامل تهدید به اهداف پروژه و فرصت‌های بهبود پروژه می‌گذارد.
	IEC 62198:2001: ترکیبی از احتمال وقوع یک رویداد و پیامدهای آن برای اهداف پروژه.	IRM/ALARM/AIRMIC 2002: ترکیبی از احتمال یک رویداد و پیامدهای آن. عواقب می‌تواند در محدوده مثبت به منفی باشد.
	BS 6079-3: 2000: عدم اطمینان است که می‌تواند چشم‌انداز دستیابی به اهداف را تحت تأثیر قرار دهد.	PRAM Guide 2004: یک رویداد نامشخص و یا مجموعه‌ای از شرایط است که اگر اتفاق بیفتد، یک اثر در دستیابی به اهداف به صورت مثبت یا منفی خواهد داشت.

سطح فناوری داخلی، مانند مهارت‌هایی است که مسئولیت رسیدگی به فناوری و یادگیری توانایی‌های اعضای تیم پروژه و فناوری خارجی مانند تغییرات فناوری سروکار دارد. ریسک‌های سازمانی به سیستم مدیریت سازمان و راهبرد مرتبط است. ریسک بازار برای یک پروژه از طریق نرخ تغییرات در بازار، فقدان دانش در مورد تقاضاهای مشتری و رقبا، یا تغییر شرایط اقتصادی و اجتماعی بوجود می‌آید [۳۲].

مدیریت ریسک به‌طور گسترده به‌عنوان فعالیت‌های هماهنگ برای هدایت و کنترل یک سازمان با توجه به ریسک تعریف شده است (ISO 2009). در هندبوک ناسا مدیریت ریسک به‌عنوان یک مجموعه‌ای از فعالیت باهدف دستیابی به موفقیت با ریسک - اطلاع رسانی انتخاب متغیرهای تصمیم‌گیری و پس‌از آن مدیریت پیاده‌سازی ریسک در ارتباط با جایگزین انتخاب شده - تعریف شده است [۲۷].

جدول شماره ۲ مراحل فرایند مدیریت ریسک تحت چارچوب‌های مختلف را نشان می‌دهد. همچنین شکل ۱۲ اصول مدیریت ریسک و دستورالعمل‌های ISO 31000: 2009 را نمایش می‌دهد.

ریسک‌های معمول در ارتباط با فرایند طراحی محصول عبارتند از: تعریف نامناسب از مشکل طراحی، تغییرات در نیازهای مشتری، عدم آگاهی و دانش برای اجرای فعالیت‌ها، تأخیر در رسیدن به نتایج، هزینه‌های بالاتر از پیش‌بینی و غیره. برخی از این ریسک‌ها مربوط به طراحی محصول و برخی دیگر مربوط به مدیریت پروژه (PM) است. ریسک‌های مدیریت پروژه از ابهامات مربوط به وسعت، زمان، هزینه، ارتباطات و کیفیت در میان سایر عناصر مدیریت پروژه بوجود می‌آیند [۳۱]. براساس بررسی ادبیات دو نوع ریسک در NPD وجود دارد: ریسک‌های داخلی و خارجی. ریسک‌های داخلی را می‌توان به‌عنوان ریسک‌های عملیاتی، ریسک‌های فناوری و ریسک‌های سازمانی دسته‌بندی کرد؛ و ریسک‌های خارجی را می‌توان به‌عنوان ریسک‌های بازار و ریسک‌های تأمین‌کننده طبقه‌بندی نمود. ریسک‌های عملیاتی متفاوت از سایر انواع ریسک‌هاست؛ به‌طوری‌که به ایجاد فرآیندها به‌جای مدیریت شرایط ناشناخته می‌پردازد. می‌توان آن را به‌عنوان ریسک‌هایی مرتبط با ضرر و زیان تعریف کرد که ممکن است نتیجه ناکارآمدی و یا عدم انطباق در طی فرایند عملیاتی یک سازمان، از جمله کیفیت، هزینه، تولید، برنامه و نیروی انسانی باشد. ریسک‌های فناورانه با

4 International Organization for Standardization

5 Project Management Body of Knowledge

۲-۱-۲- اهمیت مدیریت ریسک در NPD

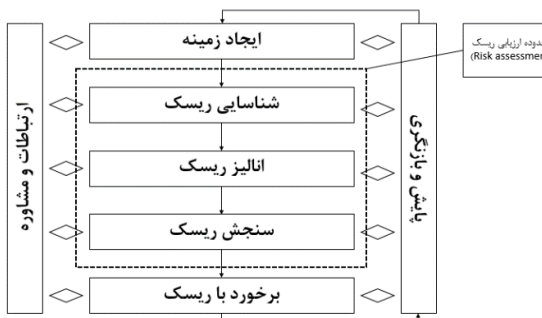
هر سازمان باید در اندیشه دستیابی به فرایندهایی باشد که سازمان بتواند به وسیله آن، محصولات و خدماتی را ارائه نماید که با توجه به شدیدتر شدن وضع رقابت و بالا رفتن استانداردهای مورد نظر مشتریان، قابل قبول واقع شوند. مطالعات تجربی نرخ بالایی از شکست این محصولات، به خصوص در بازارهای مصرف را نشان داده‌اند. از این رو، تلاش‌های بسیاری صورت گرفته تا عوامل موفقیت و شکست این گونه پروژه‌ها شناسایی گردد و ریسک‌های موجود در این فرایند را کاهش دهد. حتی با وجود اطلاعات پروژه‌های توسعه محصول گذشته، هنوز هم این عدم قطعیت، در طول توسعه محصولات جدید وجود دارد. این عدم قطعیت نه تنها ابهامی در مدت‌زمان به طول انجامیده شدن پروژه و یا مقدار هزینه آن ایجاد می‌کند، بلکه بین مقدار اطلاعات مورد نیاز جهت کامل شدن یک پروژه و مقدار اطلاعاتی که در اختیار تیم پروژه در زمان آغاز پروژه قرار دارد، تفاوت وجود دارد. اگرچه محصولات جدید و نوآورانه عامل تعیین‌کننده‌ای در کسب مزیت رقابتی برای شرکت‌ها محسوب می‌شود، اما وضعیت‌های جدید و پیچیده‌ای برای تیم توسعه محصول بوجود می‌آورد که با خود ابهامات زیادی به همراه دارد. این عدم قطعیت شامل گروهی از وقایع ناشناخته مرتبط با آینده است که می‌تواند وقایع مطلوب و یا نامطلوب باشد [۴ و ۵].

کوپر (۲۰۰۵) نرخ شکست پروژه‌های NPD در سطح دنیا را حدود ۳۳ درصد عنوان کرده است [۶]. پروژه‌های NPD در محیط پرتنش اجرا می‌شود. گرچه مطالعات نشان داده است که تنش می‌تواند یک ابزار مفید برای اعضای تیم باشد، در عین حال می‌تواند مشکلات بزرگی را در پی داشته باشد. برخی از مطالعات، رضایت مشتری، هزینه شکست و درصد راه‌اندازی محصول را به‌عنوان معیار عملکرد معرفی کرده است. باین‌حال، خطر ریسک به عملکرد مرتبط است. با کنترل و کاهش کامل ریسک، عملکرد کل بهبود خواهد یافت [۲۲]. در واقع، توسعه محصول جدید یکی از مهم‌ترین، پرریسک‌ترین و در عین حال مشکل‌ترین فعالیت‌های سازمان‌هاست [۷].

چنین وضعیت پیچیده‌ای تأکید بر اهمیت مدیریت ریسک با روشی رسمی و سامانمند به‌منظور دستیابی به اهداف معین دارد. سازمان‌ها معمولاً منافع حاصل از فعالیت‌هایشان و ریسک‌های موجود در آن را مورد بررسی قرار می‌دهند. بنابراین مدیریت ریسک پروژه‌های NPD از اهمیت خاصی به‌منظور ارزیابی و کاهش ریسک اینگونه از پروژه‌ها برخوردار است. باین‌حال، تعداد کمی از پروژه‌های توسعه محصول، مدیریت ریسک را به شکلی

جدول ۲: مقایسه مراحل فرآیندهای مدیریت ریسک [۲۷ و ۳۰]

موسسه	مراحل					
ISO 31000	ارتباطات و مشاوره	ایجاد زمینه	شناسایی ریسک	آنالیز ریسک	ارزیابی	برخورد با ریسک
PMI	فهم ریسک	برنامه مدیریت ریسک	شناسایی ریسک	آنالیز ریسک	پایش و کنترل	پایش و بازنگری
NASA	سند ارتباطات	فهم ریسک	شناسایی ریسک	آنالیز ریسک	برنامه‌ریزی ریسک	ردیابی ریسک
DOD	فهم ریسک	شناسایی ریسک	آنالیز ریسک	برنامه‌ریزی کاهش ریسک	اجرای طرح کاهش ریسک	ردیابی
INCOSE	برنامه‌ریزی	شناسایی ریسک	ارزیابی ریسک	آنالیز ریسک	اداره ریسک (مدیریت ریسک)	پایش کنترل ریسک
SEI	ارتباطات	فهم ریسک	شناسایی ریسک	آنالیز ریسک	برنامه‌ریزی ریسک	پایش کنترل ریسک



شکل ۲: اصول مدیریت ریسک و دستورالعمل‌ها ISO 31000: 2009 [۳۰]

فعالیت‌های فنی در حوزه توسعه محصول جدید شامل، بررسی طراحی اولیه، بررسی مراحل اولیه تولید، توسعه نمونه‌های اولیه و مدل‌های آزمایشی، تست داخلی محصول، تولید آزمایشی، راه‌اندازی تولید انبوه می‌شود [۳۴ و ۳۵].

۲-۲-۲- منظور از ریسک‌های فناوری چیست؟

ریسک فناوریانه درک شده اشاره دارد به ناتوانی یک شرکت در درک کامل یا دقت پیش‌بینی برخی از جنبه‌های فنی محیط که مربوط به پروژه‌های توسعه محصول جدید می‌باشد. ریسک فناوریانه در شرکت درونی یا بیرونی است و می‌تواند از دو منبع آمده بوجود آید. اول، قابل پیش‌بینی بودن. به‌عنوان مثال، شرکت‌ها نمی‌توانند دقیق پیش‌بینی کنند که آیا نوآوری جدید می‌تواند طبق آنچه وعده داده شده عمل کند یا خیر. از آنجاکه در چرخه فناوری، هیچ‌کس نمی‌تواند به‌درستی پیش‌بینی کند که چه مدت یک محصول، جدید باقی خواهد ماند و فناوری منسوخ ممکن است یک محصول یا فرآیند جدید را تقریباً به‌محض آن‌که راه‌اندازی شد، نابود کند. دوم، قابلیت. به‌عنوان مثال، اغلب معلوم نیست که آیا شرکت‌ها دارای قابلیت کافی NPD برای راه‌اندازی موفق یک محصول جدید یا ارائه سریع و مؤثر خدمات پس از فروش هستند یا خیر. توانایی‌های یک فناوری یا محصول نوپا اغلب ضعیف درک می‌شود و طراحی غالب و برتر برای یک محصول جدید می‌تواند سال‌ها بعد پدیدار شود. استفاده‌کنندگان احتمالی مطمئن نیستند که آیا استانداردهای فنی مندرج در تولید محصول جدید موجب تسلط در آینده خواهد شد یا خیر. همچنین، شرکت نمی‌تواند به‌درستی عوارض جانبی غیرمنتظره محصول جدید را پیش‌بینی کند؛ به‌عنوان مثال، امکان آسیب جسمی ناخواسته ناشی از استفاده از محصول جدید وجود دارد [۲۳].

عدم اطمینان یا عدم قطعیت فناوریانه درک شده اشاره دارد به اینکه شرکت قادر نیست به‌دقت پیش‌بینی کند و یا به‌طور کامل نمی‌تواند برخی از جنبه‌های فناوریانه محیط را درک کند. پویایی و تشدید رقابت جهانی نقش فناوری در NPD را بیشتر کرده است و تحقیقات سامانمند را ملزم می‌کند که در مورد اثرات تعدیل عدم اطمینان فناوریانه درک شده بیشتر توجه کنند. مطالعات نشان می‌دهد که مدیران ژاپنی پروژه NPD که درک عدم اطمینان فناوریانه بالاتری از مدیریت فرآیند NPD دارند به‌گونه‌ای متفاوت از مدیران پروژه که درک عدم اطمینان فناوریانه کمتری دارند، عمل می‌کنند. عدم قطعیت فنی ادراک شده اشاره دارد به ناتوانی در درک کامل یا پیش‌بینی دقیق برخی از جنبه‌های فناوریانه محیط که به تصمیمات NPD مربوط

مناسب اجرا می‌کنند [۴]. از آنجاکه توسعه محصول جدید یک محرک عمده رشد بنگاه و تقویت مزیت رقابتی برای آن است، فهم، شناخت، مدیریت و کاهش ریسک یک راهبرد مهم برای شرکت تلقی می‌گردد [۲۳].

مطالعات متعددی هر دو مورد مدیریت ریسک و NPD را در نظر گرفتند. در سال ۲۰۱۱، چارچوبی سامانمند برای توسعه محصول جدید و مدیریت ریسک توسعه داده شد. برخی از محققان تلاش کردند تا با تعیین عوامل ریسک که روی NPD تأثیر می‌گذارد، فرمولی را برای محاسبه میزان یکپارچه ریسک معرفی نمایند. شبکه‌های بیز برای ساخت یک رابطه شبکه‌ای از عوامل ریسک مهم در NPD مورد استفاده قرار گرفت. چهار گروه اصلی شناسایی شد؛ تحقیق و توسعه، ریسک تأمین‌کننده، ریسک تولید و قابلیت اطمینان محصول. این محققان یک ارزیابی کمی NPD انجام دادند. در سال ۲۰۱۰، یک مقاله ریسک‌های NPD را در سه بخش دسته‌بندی کرد، از جمله بازار، فنی و مدیریت. در سال ۲۰۰۸، میگل و همکاران مدیریت ریسک در NPD را توسط نویسندگان مختلف طبقه‌بندی کردند. این مقاله به ارائه گروه‌بندی متمایز از ریسک پرداخت؛ اما به موضوع NPD اشاره‌ای نشده است. رویکردهای ریاضی در برخی مطالعات در نظر گرفته شده است. در مقاله‌ای در سال ۲۰۱۳، روشی ارائه شد که در آن مدیران پروژه می‌توانند با مقایسه و ارزیابی راهبرد توسعه یا مسائل مختلف و با توجه به تأثیر آن‌ها بر روی راهبردها، به درمان ریسک و ریسک‌های بالقوه بپردازند. تئوری فازی و فرآیندهای مارکف دارای رویکردهای مشترک در مدیریت ریسک برای NPD است. نقش راهبردهای مدیریت ریسک بر عملکرد NPD توسط موو و همکاران یافت شد. آن‌ها اثر جنبه‌های ریسک‌های بازار، سازمان و فناوری را بر عملکرد NPD مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که ریسک عوامل بازار یک اثر حداقلی در عملکرد NPD دارد؛ در حالی که عوامل فناوریانه یک اثر حداکثری در عملکرد آن می‌گذارد [۲۲].

یکی از جامع‌ترین مجموعه از ریسک‌های NPD توسط کیزر و همکاران ارائه شده است. براساس یک نظرسنجی از ادبیات موضوع و مطالعات موردی، فهرستی از ۱۴۲ مورد ریسک‌های برنامه R&D در ۱۲ گروه ذیل طبقه‌بندی شده است که عبارتند از: بقای تجاری، رقیب، پذیرش مصرف‌کننده و بازاریابی، پذیرش عمومی، مالکیت معنوی، فناوری تولید، سازمان و مدیریت پروژه، خانواده محصول و موقعیت تجاری، فناوری محصول، غربالگری و ارزیابی، زنجیره تأمین و یافتن منابع و خطرات و ضوابط تجارت [۳۳].

می‌شود [۳۶].

۹،۵ درصد) و FTA^۱ (۷،۳ درصد) کمتر در تجزیه و تحلیل ریسک استفاده شده است [۳۸]. در طول فرایند توسعه محصول ابزارهای مختلفی برای حمایت از مدیریت ریسک وجود دارد که در ذیل به آن‌ها پرداخته شده است:

FMEA هدف از حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر محصولات و فرآیندها در طول مراحل اولیه توسعه در مورد شکست بالقوه و آغاز اقدامات برای جلوگیری از شکست از طریق تحلیل یکپارچه ریسک است. در نتیجه، FMEA زمان و هزینه‌های توسعه را کاهش می‌دهد؛ در حالی که افزایش کیفیت موجب کاهش عیوب محصول خواهد شد؛ بنابراین FMEA یک ابزار ارزشمند برای مدیریت ریسک است. استدلال‌های شایع علیه FMEA هزینه‌های بالا از اجراء، تأثیر ادراکات ذهنی و تفسیر دشوار از تعداد اولویت ریسک (RPN) است که به عنوان یک درجه مطلق برای ریسک در نظر گرفته نخواهد شد. همچنین تعیین مالی ریسک بر اساس تعداد اولویت ریسک امکان پذیر نیست؛ بنابراین، تنها کاربرد FMEA منجر به تعیین کمی هدف ریسک است و راه حل برای آن بین بردن علل شکست نیست، اما اجازه جمع‌آوری منظم و سازمان یافته از دانش صریح و ضمنی در مورد احتمال شکست را می‌دهد. در چارچوب FMEA تحلیل ریسک از مرحله جزئی سیستم شروع و یک لیست از حالات خرابی مرتب شده و تأثیر آن حالات خرابی با محاسبه یک شاخص به نام عدد اولویت ریسک مورد تحلیل قرار می‌گیرد. همچنین از این روش در زمینه مدیریت پروژه‌ها نیز بهره گرفته شده که در نهایت استفاده از این روش منجر به کم شدن هزینه‌های پروژه شده است [۸ و ۳۸].

FTA: درخت تجزیه و تحلیل شکست یک روش برای شناسایی سامانند شکست در سیستم‌های پیچیده و مربوط به ایمنی است. نقطه آغاز، با تجزیه و تحلیل سیستم‌های فنی تحت بررسی (محصول/فرایند ساخت) که برای آن یک رویداد نامطلوب وجود دارد، تعریف می‌شود و یک درخت شکست بوجود خواهد آمد. برای این شکست تمام ترکیبات ممکن از نقص فنی شناسایی می‌شود و در ساختار درختی نمایش داده می‌شود. همان‌طور که همه تک علل شکست آسب به ترتیب باید شناسایی شوند، هزینه‌ها متناسب با پیچیدگی سیستم افزایش می‌یابد؛ به طوری که ساخت درخت شکست بسیار چالش برانگیز می‌شود [۳۸].

مدیریت ریسک فناورانه دارای دو دیدگاه است_ داخلی و بیرونی _ که منعکس کننده عدم توانایی یک سازمان برای پیش بینی نیازهای بیرونی و فرایندهای داخلی است. در فرایند داخلی، فناوری مورد استفاده در یک محصول ممکن است در بازار از دور خارج شده و بازخوردی از مشتریان دریافت نکرده باشد. در مرحله ارزیابی اولیه در NPD، یک سازمان باید هماهنگی و مطابقت با فناوری محصول با فناوری مورد استفاده در سازمان و توجیه مناسب برای هر دو فناوری داشته باشد. شناسایی نیازها و الزامات مشتریان می‌تواند ریسک را کاهش دهد. سازمان‌ها باید قادر به راه اندازی فناوری و محصولات جدید باشند. قابلیت به منابع انسانی، مدیریت و سازمان‌دهی اعضای تیم، ماشین آلات و زمان ارائه محصولات جدید اشاره دارد. سازمان‌هایی که در تلاش برای همگام سازی اطلاعات از منابع مختلف هستند، می‌توانند محصولات و خدمات خود را با روند جدید و خواسته‌های بازار برای رسیدن به موفقیت بیشتر مطابقت دهند؛ بنابراین، بازخورد از منابع خارجی، مانند راهبرد کسب و کار و متخصصان بازاریابی، به طور مؤثر می‌تواند ریسک فناوری را کاهش دهد. سازمان‌هایی که در آن تیم NPD با تمامی مراحل و فناوری محصول آشنا است و می‌تواند داده‌های خارجی را با فناوری مطابقت دهد، می‌تواند موفقیت یک محصول جدید را مطمئن سازد و ریسک فناورانه را کاهش دهد [۲۲].

مواردی از ریسک‌های فنی: طرح ناتمام، تجزیه و تحلیل محیطی ناقص و یا اشتباه، مسائل ژئوتکنیکی غیرمنتظره، درخواست تغییر به دلیل اشتباهات، مفروضات نادرست در مورد مسائل فنی در مرحله برنامه‌ریزی، بررسی‌های دیر هنگام/یا خطا در بررسی‌ها، خطا در مواد/ژئوتکنیک/شالوده، طراحی ساختار ناقص و خطا در آن [۳۷].

۲-۳- روش‌های رایج ارزیابی ریسک‌های فناورانه

نتایج تحقیقات صورت گرفته توسط موسسه فرانهورف^۲ در سال ۲۰۱۱ که به بررسی ۱۸۰ شرکت تولیدی پرداخته بود، نشان می‌دهد، FMEA^۳ روشی است که اغلب در این شرکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بررسی ۶۰،۳ درصد از شرکت‌ها از روش رایج FMEA، ۵۲،۵ درصد ارزیابی ریسک‌ها در کارگاه‌ها و جلسات تیم‌ها بررسی می‌شود. همچنین روش DRBFM^۴

9 Failure Tree Analysis

10 Risk Priority Number

6 Fraunhofer Institute

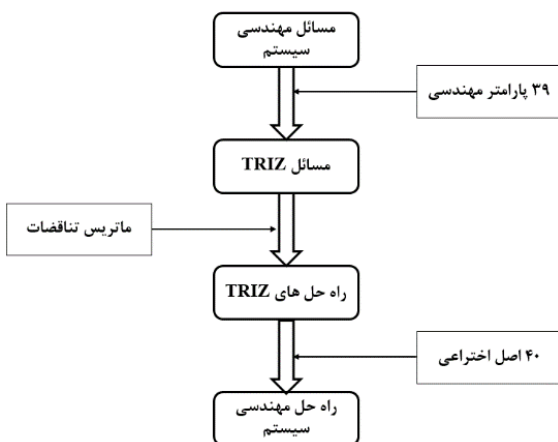
7 Failure Mode and Effects Analysis

8 Design Review Based on Failure Mode

پرسشنامه به طراحان برای سازمان‌دهی تمام اطلاعات مربوط به مشکل نوآورانه کمک می‌کند و مسئله به مسائل کوچک‌تر شکسته می‌شود. کار ISQ به‌عنوان یک راهنما، از طریق تعدادی سؤال اساسی است که برای روشن شدن مسئله و رسیدن به نوآوری، به‌وسیله مرتب کردن دوباره اطلاعات بسیار مفید است. ISQ دارای شش سؤال اصلی است، پس از آن هر کدام دارای زیر سؤال هستند. این شش پرسش اساسی ISQ عبارتند از [۳۹] و [۴۰]:

۱. اطلاعات در مورد سیستم به‌منظور بهبود/ساختن محیط آن؛
۲. منابع در دسترس؛
۳. اطلاعات درباره وضعیت مسئله؛
۴. تغییر سیستم؛
۵. معیارهای انتخاب مفاهیم راه‌حل؛
۶. تاریخچه تلاش‌های انجام‌شده برای راه‌حلی برای این مسئله.

راه‌حلی‌یابی خلاق مسائل در TRIZ به این صورت است که در گام اول پیدا کردن ویژگی‌های متناقض در محصول سیستم است. سپس، طراحان معنای هر کدام از این تضادها را با پارامترهای مناسب از ۳۹ پارامتر مهندسی مطابقت می‌دهند. سپس، هنگامی که طراحان این دو پارامتر متناقض در ماتریس تناقض‌ها را با استفاده از TRIZ اعلام کردند، طراحان می‌توانند در نهایت سه تا چهار مورد راه‌حل که اغلب استفاده می‌شود را از ۴۰ اصل اختراعی برای حل مشکل انتخاب نمایند. شکل ۳ مدل راه‌حلی‌یابی خلاق مسائل در TRIZ را نشان می‌دهد [۴۱] و [۴۲].



شکل ۳: مدل راه‌حلی‌یابی مسائل در TRIZ [۴۱]

در تحقیق میرزازمضانی و همکاران (۱۳۹۵)، مدلی با

DRBFM: بررسی طرح براساس حالت شکست، روشی است که دارای یک اتصال بسیار نزدیک به FMEA است و در بخش‌های بزرگی از آن مشتق شده است. در هر دو روش DRBFM و FMEA شناسایی و حذف سامانمند ریسک‌های ذاتی محصول و فرایند وجود دارد. درحالی‌که تحلیل FMEA ریسک‌های بالقوه کل محصول یا فرایند است، DRBFM بر تغییرات، تحولات و طرح‌های موجود تمرکز دارد. DRBFM از تحقق تغییرات حاوی بالاترین پتانسیل برای شکست و اغلب اجرای بدون بررسی ساختار تأثیرات عملکرد پدید آمده است. هدف از DRBFM شناسایی خطرات بالقوه در توسعه است که با تغییرات بر روی محصولات موجود از طریق روش منظم و به حداقل رساندن این ریسک‌ها از طریق تغییرات در طراحی محصول عمل می‌کند [۳۸].

۲-۳- رویکرد TRIZ^{۱۱}

یکی از روش‌های خلاقانه حل مسئله، نوآوری نظام‌یافته TRIZ است که در سال ۱۹۴۶ توسط گنریش آلتشولر روسی پایه‌گذاری و طی سال‌های گذشته، به ابزاری کاربردی برای اختراع و حل مسائل فنی با پیچیدگی‌های گوناگون در دنیا تبدیل شده است. با توجه به حضور بیش از ۳۵۰ مرکز تحقیقاتی در زمینه TRIZ در دنیا، امروزه TRIZ یکی از روش‌های بسیار مفید برای جلوگیری از اتلاف زمان و سرعت در نوآوری به‌شمار می‌رود. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که بین ۷۰ تا ۳۰۰ درصد به تولید ایده برای محصولات و خدمات جدید و ایجاد بهبود کیفیت سرعت می‌بخشد. تلاش‌های اولیه آلتشولر و شاگردانش روی TRIZ و تلاش‌های بیش از ۶۰ سال محققان و اندیشمندان حوزه نوآوری در دنیا سبب شده است که امروزه TRIZ در حل مسائل مختلف فرهنگی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فنی و مدیریتی با سطوح مختلف پیچیدگی بکار گرفته شود [۹].

۲-۳-۱- پرسشنامه موقعیت نوآوری

پرسشنامه موقعیت نوآوری ISQ^{۱۲} یکی از ابزارهای TRIZ محسوب می‌شود. براساس ISQ، گام اول «توضیح مشکل» است. در این مرحله، ابتدا هر دو شرایط موجود و مطلوب توصیف می‌گردد. درواقع، مشکل فاصله بین این دو شرایط است. بعد از آن معمولاً، یک نمودار از مشکل با استفاده از تجزیه و تحلیل اثرات مفید و مضر رسم می‌گردد. یک توضیح گویا از مشکل دریافت می‌شود و در مرحله بعد، مسائل و مشکلات جانبی از نمودار خارج می‌گردد و مشکل اصلی شناسایی و فرموله خواهد شد. ISQ به طراح برای روشن شدن مشکل و بیان مسئله کمک می‌کند.

انجام می شود که دارای چندین تشابه با روش های تثبیت شده ای مانند FMEA، HAZOP و تجزیه و تحلیل درخت خطا است. تفاوت اصلی این است که کاربران را با یک رویکرد بسیار فعال تر برای پیدا کردن علل مشکلات مجبور می کند. به عنوان نتیجه، سیستم های طراحی شده با این روش، کمتر در برابر شکست پیش بینی نشده، آسیب پذیر است. منطق تحلیل خرابی، متکی بر پیدا کردن تمام راه های از بین بردن سیستم در حال طراحی است؛ بنابراین، طراحی سیستم ها بسیار آسان تر می شود، به طوری که آن حالات شکست حذف شده و یا حداقل، در هنگام اجرایی کردن اقدامات اصلاحی در نظر گرفته شده است. تحلیل تخریب در مورد اختراع و ابداع شکست هاست. این مفهوم واژگون شده ساده حل ابداعی مسئله است: اگر بتوان یک شکست را ابداع نمود، پس می توان از دیگر ابزارهای TRIZ برای از بین بردن آن استفاده کرد. تحلیل خرابی، معمولاً به عنوان یک فرایند سامانمند انجام می گیرد [۴۴].

پیش بینی مقدماتی خرابی (AFP)^{۱۷}، به عنوان جزء پیشگیرانه از تعیین مقدماتی خرابی (AFD)، روشی است که منجر به مجموعه ای جامع از شکست ها و سناریوهای آن می شود. علاوه بر آن، روشی برای «ابداع» شکست های ممکن ساختاریافته اما خلاق را فراهم می کند. تعیین مقدماتی خرابی (AFD) برای ابداع شکست ها، توسط معکوس کردن مسئله، ما را به استفاده از دیگر ابزار TRIZ برای آشکار کردن مکانیزم پنهان شکست و برای پیش بینی شکست غیرمنتظره در آینده، قادر خواهد ساخت [۴۵]. روش AFD متفاوت از روش ارزیابی سنتی ریسک است؛ چراکه بر روی جنبه ای از تولید سناریوهای خرابی توسط اختراع مشکلات از طریق فرایند تفکر معکوس تمرکز دارد. این بدان معناست که هدف اصلی از AFD «شنا سایی و بدست آوردن آگاهی از سناریوهای احتمالی است که می تواند به شکست سیستم و عملیات ما منجر شود، بنابراین ممکن است تا قبل از این اتفاق نیفتاده باشند». روش پیش بینی مقدماتی خرابی (AFD-2) به دنبال پیدا کردن تمام یا اکثر حالات مهمی است که می تواند به شکست منجر شود. همچنین شامل مجموعه ای کامل از سناریوهای خرابی است که قبلاً اتفاق افتاده است و همچنین مجموعه کامل از سناریوهای خرابی پیش بینی شده که پیش از این هرگز تجربه نشده است. روش پیش بینی مقدماتی

بهره گیری از ابزار TRIZ برای مدیریت ریسک های فناورانه پروژه های طراحی و نوآوری محصول جدید ارائه گردیده است که در مراحل که در آن شناس وقوع ریسک های فناورانه وجود دارد، شنا سایی شده و از ISQ جهت شنا سایی ریسک ها و از ماتریس تناقضات جهت پاسخ دهی به این ریسک ها استفاده گردیده است [۱۱].

۲-۳-۲- روش AFD

کاپلان و همکاران (۱۹۹۹) در کتاب خود، روشی جدید را برای کمک به انواع مختلفی از تحلیل های ریسک که در تلاش های مستمر خود برای فاش کردن حالت خرابی بالقوه در سیستم ها، کارخانه های تولیدی، فرآیندها، قبل از ورود به راه های مضر و ناخوشایند معرفی می کنند. این روش جدید را به نام، تعیین مقدماتی شکست^{۱۳} (AFD) معرفی می کنند که یک ابزار^{۱۴} I-TRIZ برای آنالیز ریسک و به طور خاص، زیرمجموعه ای از تجزیه و تحلیل ریسک است و به عنوان تئوری سناریوسازی خوانده می شود.

ارتباط این تئوری با آنالیز ریسک در این واقعیت است که آشکار کردن و شناسایی حالات شکست به طور اساسی در یک عمل خلاقانه ریشه دارد؛ درعین حال باید آن را به صورت سامانمند، جامع و با سعی و کوشش انجام داد؛ TRIZ به طور منحصربه فردی مجهز به انجام این کار است، به دلیل آن که یک رویکرد سامانمند برای پیدا کردن راه حل های خلاقانه برای مشکلات ابداعی فراهم می کند. روش AFD را می توان در زمینه های مختلف از فعالیت های انسانی (فناوری، کسب و کار و حتی زندگی روزمره) و هر زمان که نیاز به وجود ایده برای موارد زیر باشد، استفاده نمود:

- آشکار سازی علل ریشه ای خطا، اقدام ناموفق، نارسایی تولید و یا تصادف؛
 - پیش بینی مشکلات آینده، حوادث، اشتباهات و غیره؛
 - توسعه مؤثر، راه های ساده برای جلوگیری از این مشکلات.
- AFD دارای دو برنامه گسترده است که آن ها را AFD-1^{۱۵} و AFD-2^{۱۶} نامیده می شود. AFD-1 برای پیدا کردن مشکلاتی که در حال حاضر رخ داده و AFD-2 نیز ابزاری از AFD است و برای یافتن مشکلاتی که هنوز رخ نداده است، استفاده می شود [۴۳].
- تحلیل خرابی، نیز به عنوان تعیین مقدماتی خرابی (AFD)

16 AFD Failure Prediction

17 Anticipatory Failure Prediction

13 Anticipatory Failure Determination

14 Ideation / TRIZ methodology

15 AFD Failure Analysis

این مرحله به دنبال شناسایی جزئیات بیشتری از حالات شکست ذکر شده در بالا و همچنین حالات شکست اضافه با توجه به استفاده از چک‌لیست AFD است. همچنین شامل استفاده از پایگاه دانش برای ذخیره اطلاعات و یا داده‌ها و در دسترس قرار گرفتن اطلاعات است. این نشان می‌دهد که مجموعه‌ای از چک‌لیست‌ها که در نرم‌افزار AFD گنجانیده شده است، باید مورد مطالعه قرار گیرد.

مرحله ۷: ابداع راه حل جدید برای ایجاد شکست (ریسک-سازی)

آنچه تاکنون در مرحله ۴، ۵ و ۶ انجام شده، تلاش برای پیدا کردن راه‌هایی برای ایجاد تمام پدیده‌های نامطلوب ممکن است؛ برای این منظور سؤالات زیر پرسیده شده است:

- ✓ چه اثر فیزیکی یا اصلی می‌تواند پدیده‌های نامطلوب را ایجاد کند؟
- ✓ چه منابعی برای پیاده‌سازی این اصل نیاز است؟
- ✓ چه منابعی موجود است؟

در این مرحله، تعیین حالات مضر پایان (HESها) و میان حالات (MSها)ی مهم در میان آن‌هایی که شناسایی شدند، مدنظر قرار گرفت. بنابراین باید به دنبال راه‌های دیگری بود که ایجادکننده این وقایع است که در این میان می‌توان از هریک از ابزارهای I-TRIZ ذکر شده در زیر استفاده کرد:

- شناسایی راه حل ایده آل؛
- راهنمای نوآوری؛
- هدف قرار دادن تناقضات فنی و جسمی؛
- استفاده از اصول جدایی؛
- تجزیه و تحلیل درست مصرف مواد؛
- روش اپراتور.

مرحله ۸: تشدید (تقویت) و پوشاندن اثرات مضر (اتخاذ اقدامات احتیاطی برای ریسک‌هایی با شدت بالا و احتمال وقوع کم)

پیشنهاد می‌شود پس از شناسایی HESها و سناریوهای شکست، تقویت انجام شود. فرض می‌شود که ریسکی به ندرت اتفاق می‌افتد و یا با احتمال ناچیز وقوع پیدا می‌کند؛ بنابراین ما باید استفاده از این بیان را معکوس کنیم مانند مکرراً، به‌طور مداوم و یا اختصاص یک احتمال قابل توجهی از وقوع به آن. این

خرابی AFD-2 به گام‌های زیر تقسیم می‌شود [۴۳ و ۴۶]:

مرحله ۱: فرمولاسیون مسئله اصلی

مشکل اصلی باید توسط نام‌گذاری سیستم، بیان هدف آن و همچنین توصیف شکست بالقوه، حوادث مضر و یا پدیده‌های نامطلوب که می‌تواند در این عملیات رخ دهد، فرموله شود.

مرحله ۲: شناسایی سناریوی موفقیت

قبل از انجام ارزیابی ریسک این عملیات، سناریوهای «موفقیت» (مطابق برنامه‌ریزی) این عملیات باید به‌منظور درک سناریوهای خرابی به‌درستی درک و به‌وضوح مشخص شود. به‌عنوان مثال، مراحل به‌صورت عملیات و نتایج در نظر گرفته شده در هر مرحله انجام می‌شود.

مرحله ۳: تدوین و فرموله کردن معکوس مسئله

این مرحله شامل ایجاد یا تولید همه شکست‌های احتمالی است که می‌تواند در معکوس کردن مسئله در سیستم رخ دهد. منظور از معکوس کردن، تمام شکست‌هایی است که باید در قالب ایجاد شکست‌های مشاهده‌شده تصریح شود.

مرحله ۴: راه‌های آشکار و واضح بدتر شدن عملکرد سیستم

این بخش از قالب، شامل نوشتن تمام راه‌های ممکن آشکار و واضح برای ایجاد شکست در سیستم است. این فرآیند می‌تواند توسط تجزیه سناریوهای موفقیت به بخش‌ها یا اجزا انجام شود. پس می‌توان به‌طور کامل به هر بخش پرداخته شده و سؤال زیر پرسیده شود:

«چه چیزی می‌تواند در این بخش به اشتباه انجام شود؟»

در این صورت هر راه واضح و یا آشکار ایجاد شکست در سیستم از طریق تمام IE^{۱۸}ها، HES^{۱۹}ها و MS^{۲۰}های ممکن شناسایی شده و پس از آن می‌توان با ترکیب آن‌ها به سناریوهای کامل ریسک (Si^{۲۱}ها) دست یافت.

مرحله ۵: شناسایی و استفاده از منابع موجود

این مرحله شامل مطلع شدن از «منابع» موجود در سیستم و اطراف آن می‌شود که برای ایجاد اثرات مضر لازم است. این امر ناشی از این شناخت است که «هر یک از روش‌های شناسایی شده برای تولید پدیده موردنظر به منابع خاص نیاز خواهد داشت».

مرحله ۶: استفاده از پایگاه دانش (استفاده از چک‌لیست‌های AFD)

موضوع مورد مطالعه) مشخص می‌کند. طراحی یک مدل ساختاری تفسیری برای متغیرهای در ارتباط یک سیستم، روشی است که برای بررسی اثر هر یک از متغیرها بر روی متغیرهای دیگر کاربرد دارد [۱۲]. این روش تفسیری است، چون قضاوت گروهی از افراد تعیین می‌نماید که آیا روابطی میان این عناصر وجود دارد یا خیر. همچنین این روش ساختاری است؛ چون اساس روابط یک ساختار سرتاسری است که از مجموعه پیچیده‌ای از متغیرها استخراج شده است [۱۳]. برای استفاده از این مدل اجرای ۳ مرحله زیر لازم است:

۱. تشکیل ماتریس خود-تعاملی ساختاری:

در این پژوهش برای تعیین روابط مفهومی میان عوامل مدل پژوهش از حدود ۳۰ نفر از خبرگان حوزه طراحی در یک صنعت دفاعی (طراحی و ساخت زیردریایی) استفاده شده است. برای این کار لازم است تا نوع روابط مشخص گردد. روابط منطقی زیر مبنای نظریات خبرگان در مورد ارتباطات بین مؤلفه‌ها قرار گرفته است:

۱: ارتباط یک طرفه از x به y .

۱-: ارتباط یک طرفه از y به x .

۲: ارتباط دوطرفه بین x به y

۰: هیچ ارتباطی بین x و y وجود ندارد.

تشکیل ماتریس دریافتی اولیه:

ماتریس دریافتی از تبدیل ماتریس خود تعاملی ساختاری به یک ماتریس دو ارزشی (صفر-یک) حاصل می‌گردد. برای استخراج ماتریس دریافتی، باید در هر سطر عدد یک، جایگزین اعداد (۱) و (۲) و عدد صفر، جایگزین اعداد (۰ و -۱) در ماتریس خود تعاملی ساختاری شود. پس از تبدیل تمام سطرها، نتیجه حاصله ماتریس دریافتی اولیه نامیده می‌شود. ماتریس دریافتی نهایی از اعمال روابط تعدی بین مؤلفه‌ها بدست می‌آید. رابطه تعدی به صورتی است که اگر مؤلفه i منجر به مؤلفه j شود و مؤلفه j منجر به مؤلفه k گردد، پس i منجر به k می‌گردد؛ و این علامت با 1^* مشخص می‌گردد. علاوه بر این، میزان وابستگی و قدرت نفوذ هر مؤلفه مشخص شده است. قدرت نفوذ، میزان تأثیر بر اهداف دیگر و میزان وابستگی؛ تأثیر پذیری از مؤلفه‌های دیگر را نشان می‌دهد. با توجه به ماتریس دریافتی نهایی، سطوح مؤلفه‌ها تعیین می‌شود. مؤلفه‌هایی که دارای وابستگی زیادی است، در بالای نقشه و مؤلفه‌های که دارای قدرت نفوذ بالایی است، در پایین ترین سطح قرار می‌گیرد [۱۴ و ۱۵].

۲. تعیین روابط سطح بندی مؤلفه‌ها:

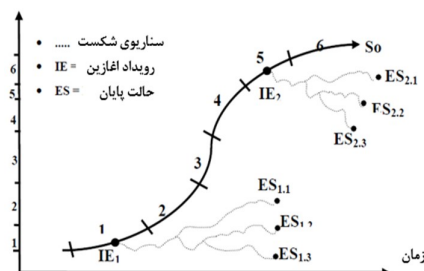
در این مرحله مجموعه دریافتی و نیز مجموعه مقدماتی برای

به طور خود کار باعث اقدامات احتیاطی برای جلوگیری از رویدادهای ناخواسته می‌شود.

مرحله ۹: تجزیه و تحلیل اثرات مضر ظاهر شده (ایجاد درخت سناریوهای احتمالی ریسک جهت تجزیه و تحلیل)

این مرحله شامل تجزیه و تحلیل و سازمان دهی درختان سناریو به منظور درک بیشتر نسبت به شرایط و رویدادها است. نقاط انحراف در این درختان از سناریو به نام نقاط شاخه نامیده می‌شود. به جایی که در آن همه مسیرهای درختان سناریو خاتمه می‌یابد، پایان حالت گفته می‌شود. به عنوان مثال، دو درخت سناریو شکست در شکل ۴ توصیف شده است.

فاز عملیاتی



شکل ۴: نمونه‌ای از تشکیل درخت سناریو شکست

مرحله ۱۰: پیشگیری از شکست

راه‌های عمومی یا روش پیشنهاد شده توسط کاپلان برای از بین بردن یا کاهش علل این پدیده‌های ناخواسته به شرح زیر بیان می‌شود:

- ۱) از بین بردن علل، برای مثال، از بین بردن شرایطی که عمل نامطلوب را به ارمغان می‌آورد؛
- ۲) معرفی یک فرایند که اثر فعالیت نامطلوب را از بین ببرد یا معکوس کند.

۲-۴- مدل سازی ساختاری تفسیری (ISM)

ISM یک روشی ساختار تفسیری است که به وسیله وارفیلد مطرح گردید. در این روش، با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف، به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها پرداخته می‌شود. این مدل ساختار تفسیری قادر است سطوح ارتباط بین شاخص‌ها که به صورت تکی یا گروهی به یکدیگر وابسته‌اند را تعیین نماید؛ به عبارت دیگر، ISM می‌تواند برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ویژگی‌های چند متغیر که برای یک مسئله تعریف شده‌اند، استفاده شود. این روش ابتدا عوامل مؤثر در باره موضوع مورد مطالعه را در سطوح مختلف قرار می‌دهد؛ سپس روابط بین این عوامل را به گونه‌ای شفاف و در سطوحی جدا (از نظر تأثیر بر

۲- روش تحقیق

در تحقیق حاضر، ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع در حوزه‌های توسعه محصول جدید، ریسک، مدیریت ریسک و TRIZ، روش‌های مناسب برای مدیریت ریسک‌های فناورانه در توسعه محصول جدید با رویکرد TRIZ شناسایی شدند و مدل اولیه مدیریت ریسک‌های فناورانه تدوین گردید. در گام بعد، از تحلیل ISM جهت تأیید و مدل‌سازی سه بخش اصلی مدل مذکور استفاده گردید.

۳-۱- سؤالات تحقیق

۱. چگونه می‌توان ریسک‌های فناورانه NPD را با روش TRIZ شناسایی کرد؟
۲. چگونه می‌توان ریسک‌های فناورانه NPD را با روش TRIZ تحلیل و ارزیابی کرد؟
۳. چگونه می‌توان ریسک‌های فناورانه NPD را با روش TRIZ پاسخ‌دهی کرد؟

۳-۲- تدوین پرسشنامه‌ها

هر پدیده از نظر کمی و کیفی ویژگی‌هایی دارد که آگاهی در مورد شان، به ماهیت و نحوه دستیابی به آن‌ها وابسته است. یافتن پاسخ و راه‌حل برای مسئله انتخاب‌شده در هر تحقیق، مستلزم دست یافتن به داده‌هایی است که از طریق آن‌ها بتوان فرضیه‌هایی را آزمون کرد که به‌عنوان پاسخ‌های احتمالی و موقتی برای مسئله تحقیق مطرح شده‌اند. ابزارهای گوناگونی برای بدست آوردن داده‌ها مانند مصاحبه، پرسشنامه، مشاهده و بررسی مدارک و اسناد وجود دارد که هر یک معایب و مزایایی دارد. هر پژوهشگر باید با توجه به ماهیت مسئله و فرضیه‌های طرح شده، یک یا چند ابزار را طراحی کند و از آن‌ها در جهت جمع‌آوری داده‌ها بهره‌جوید [۱۷]. پرسشنامه یکی از ابزارهای رایج تحقیق و روشی مستقیم برای کسب داده‌های آن بوده و شامل مجموعه‌ای از سؤال‌ها (گویه‌ها) است که پاسخ‌دهنده با ملاحظه آن‌ها پاسخ لازم را ارائه می‌دهد و این پاسخ، داده موردنظر پژوهشگر را تشکیل می‌دهد. در این تحقیق از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) برای اعتباردهی و تأیید مدل استخراج‌شده، استفاده می‌گردد. لذا در این تحقیق با تقسیم مدل به سه قسمت شناسایی ریسک‌ها، تحلیل و ارزیابی ریسک‌ها و پاسخ‌دهی به ریسک‌ها، پرسشنامه‌ای استاندارد براساس روش ISM تهیه و توزیع گردید.

هر یک از متغیرها از روی ماتریس در یافتی نهایی استخراج می‌گردد. مجموعه دریافتی برای یک متغیر خاص عبارت است از خود آن متغیر، به انضمام سایر متغیرهایی که در بوجود آمدن آن نقش داشته‌اند. مجموعه مقدماتی برای هر متغیر شامل خود آن متغیر است، به انضمام سایر متغیرهایی که در ایجاد آن‌ها نقش داشته است. به دنبال آن می‌توان اشتراک این دو مجموعه را برای هر یک از متغیرها بدست آورد. متغیرهایی که اشتراک مجموعه دریافتی و مجموعه مقدماتی آن یکی است، در سلسله مراتب ISM به‌عنوان متغیر سطح بالا محسوب می‌شود؛ به طوری که این متغیرها در ایجاد هیچ متغیر دیگری مؤثر نمی‌باشند. پس از شناسایی متغیر بالاترین سطح، آن متغیر از فهرست سایر متغیرها کنار گذاشته می‌شود. این تکرارها تا زمانی که سطح همه متغیرها مشخص شود، ادامه پیدا می‌کند. سطوح شناسایی شده در ساخت مدل نهایی ISM به ما کمک می‌کند [۱۶].

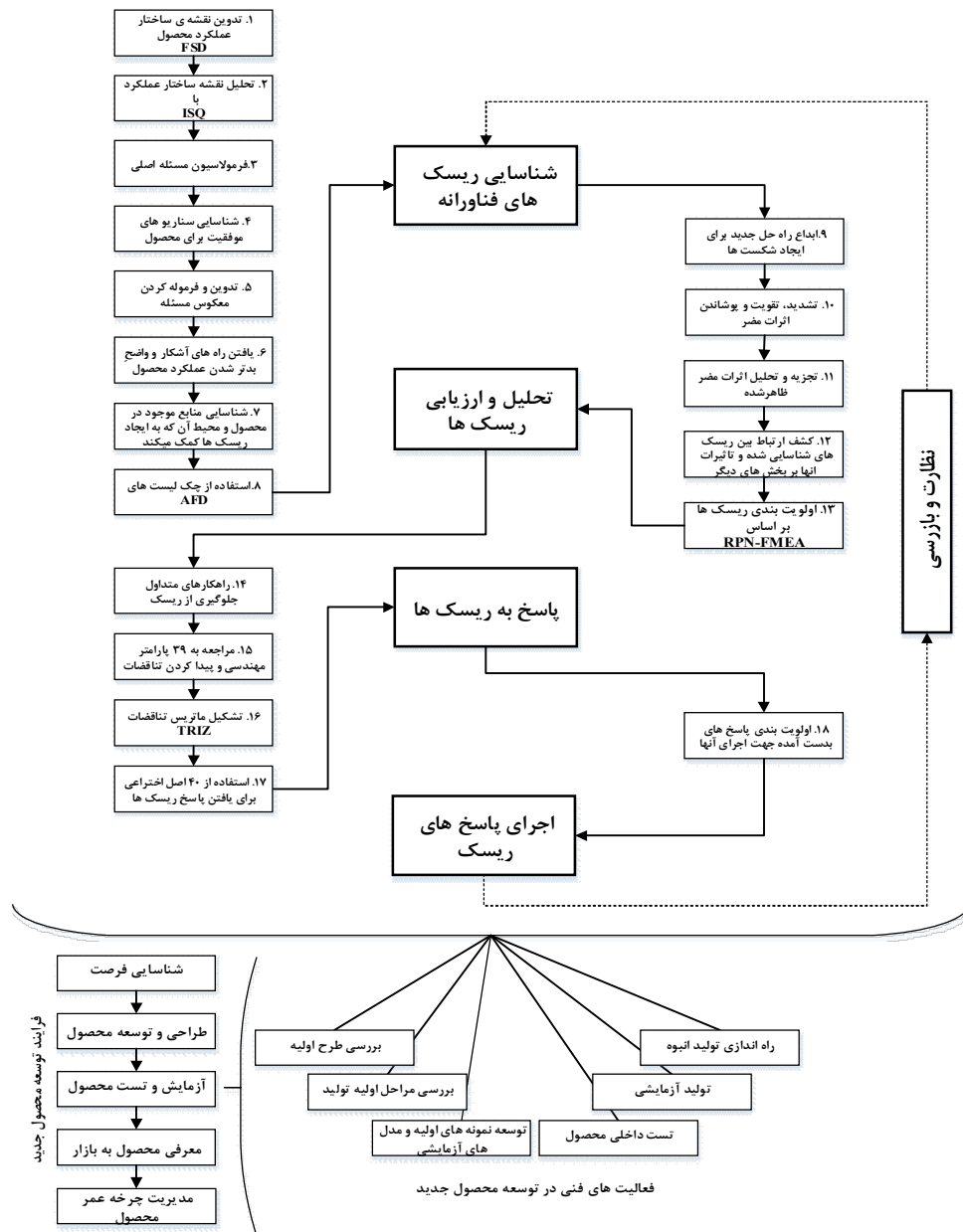
۳-۳- ساخت مدل بر مبنای ISM:

می‌توان مدل ساختاری مورد مسئله را از روی ماتریس دریافتی نهایی ایجاد کرد. اگر بین متغیر i و متغیر j ارتباط وجود داشته باشد، به وسیله یک پیکان جهت‌دار نشان داده می‌شود. دیگرام نهایی ایجاد شده با حذف حالت‌های تعدی و با استفاده از بخش‌بندی سطوح بدست می‌آید [۱۶].

۲-۵- مدل پیشنهادی تحقیق

با توجه به مطالعه ادبیات موضوع و روش‌های مؤثر در مدیریت ریسک و همچنین روش AFD که به تفصیل در قسمت قبل توضیح داده شد شکل ۵ به‌عنوان مدل پیشنهادی این تحقیق برای مدیریت ریسک‌های فناورانه در توسعه محصول جدید استخراج گردید. در توضیح گام اول مدل برای هر چه بهتر انجام شدن شناسایی ریسک‌ها و همچنین تحلیل ISQ شناسایی تدوین نقشه ساختار عملکرد (FSD^{۲۲}) برای محصول بسیار اثربخش خواهد بود. FSD یک نمایش گرافیکی از عملکردهای اجرایی محصول در ورودی‌ها و خروجی‌های آن است. در FSD، عملکرد کلی به زیر عناصر یا هسته‌های زیر عملکردی شکسته می‌شود. FSD برای بسیاری از وظایف در فرایند طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین آن‌ها می‌تواند به شکستن یک مشکل پیچیده طراحی به تکه‌های قابل کنترل کمک کند [۴۷].

در ادامه مدل پیشنهادی با استفاده از روش ISM و اطلاعات جمع‌آوری شده، مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۵: مدل مفهومی پژوهش

۳-۳- اعتبارسنجی

دو معیار عمده برای آزمون صحت و خوب بودن سنجه‌ها، روایی و پایایی است. سنجش روایی در این تحقیق، نخست از طریق ارزیابی دقیق و گسترده پیشینه تحقیق انجام شد. سپس مؤلفه‌ها و شاخص‌های بدست آمده مورد نظر سنجی خبرگان این حوزه قرار گرفت و تأیید نهایی صورت پذیرفت. پایایی ابزار که از آن به اعتبار، دقت و اعتماد پذیری نیز تعبیر می‌شود، در این تحقیق تا حد زیادی به اعتبار روش ISM وابسته است که آن را

نرخ سازگاری تعیین می‌کند. با توجه به نرخ سازگاری محاسبه شده در این روش، می‌توان گفت پرسشنامه دارای اعتبار کافی می‌باشد.

۳-۴- جامعه آماری

به‌طور معمول به دلیل محدودیت‌های زمانی، مالی و نیروی انسانی برای انجام پژوهش از نمونه‌گیری استفاده می‌شود؛ اما برای تعمیم نتایج نمونه به کل جامعه، بایستی از روش علمی و قابل استدلال تعداد نمونه را بدست آورد. در این تحقیق برای

جدول ۴: ماتریس دریافتی نهایی برای مؤلفه‌های شناسایی ریسک‌ها

قدرت نفوذ	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	ماتریس دریافتی نهایی
(۱) تدوین نقشه	*	*	۱	*	۱	*	۱	۱
(۲) تحلیل نقشه	*	۱	۱	*	*	۱	۱	۰
(۳) فرمولاسیون مسئله ...	*	*	۱	۱	۱	۱	*	۰
(۴) شناسایی سناریو ...	*	*	۱	۱	۱	*	*	۰
(۵) تدوین و فرموله ...	۱	۱	۱	۱	۰	*	*	۰
(۶) یافتن راه‌های ...	۱	۱	۱	*	*	۱	۱	۰
(۷) شناسایی منابع ...	۱	۱	*	۰	۰	*	۱	۰
(۸) استفاده از چک ...	۱	۱	۰	۰	۰	۰	*	۰
میزان وابستگی	۸	۸	۷	۶	۵	۷	۸	۱

شناسایی سطوح برای بخش اول مدل (مؤلفه‌های شناسایی ریسک‌ها):

جدول ۵: تکرار اول برای شناسایی سطوح بخش اول مدل

مؤلفه	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک	سطح
۱	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۱	۱	۱
۲	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۱
۳	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۷-۶-۵-۴-۳-۲	۲
۴	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۳-۲	۳
۵	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۶-۵-۴-۳-۲-۱	۶-۵-۳-۲	۴
۶	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۷-۶-۵-۴-۳-۲	۵
۷	۸-۷-۶-۳-۲	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۸-۷-۶-۳-۲	۶
۸	۸-۷-۲	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۸-۷-۲	۷

جدول ۶: تکرار دوم برای شناسایی سطوح بخش اول مدل

مؤلفه	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۱	۶-۵-۴-۳-۱	۱	۱	۱
۳	۶-۵-۴-۳	۶-۵-۴-۳-۱	۶-۵-۴-۳	۲
۴	۶-۵-۴-۳	۶-۴-۳-۱	۶-۴-۳	۳
۵	۶-۵-۳	۶-۵-۴-۳-۱	۶-۵-۳	۴
۶	۶-۵-۴-۳	۶-۵-۴-۳-۱	۶-۵-۴-۳	۵

جدول ۷: تکرار سوم برای شناسایی سطوح بخش اول مدل

مؤلفه	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۱	۴-۱	۱	۱	۱
۴	۴	۴-۱	۴	۲

تشکیل مدل ساختاری بخش اول مدل پژوهش (مؤلفه‌های

بدست آوردن تعداد نمونه از روش غیر احتمالی استفاده شده به گونه‌ای که سعی شده تمامی افرادی که در دو صنعت موردنظر در زمینه طراحی صاحب‌نظر هستند، شناسایی شوند. در ادامه طی یک سمینار ۳ ساعته که برای هر کدام از صنایع به صورت جداگانه با موضوع همین تحقیق برگزار گردید، موضوع تحقیق و اهداف آن تبیین گردید و پرسشنامه بین آن‌ها توزیع گردید. تعداد افراد در دو صنعت مذکور که پرسشنامه در بین آن‌ها توزیع شده ۷۰ نفر بوده است که ۴۹ پرسشنامه از سوی پاسخ‌دهندگان عودت داده شده است.

۳-۵- ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

تکنیک محاسباتی این تحقیق، تکنیک ISM است که توضیحات مختصر از نحوه استفاده از آن داده شده است.

۳-۶- تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به حجم بالای محاسبات و محدودیت صفحات برای نمایش تمام مراحل محاسباتی هر سه قسمت مدل، در این قسمت فقط برای بخش اول مدل (شناسایی ریسک‌های فناورانه) محاسبات به صورت کامل بیان می‌گردد و برای دو بخش بعدی تنها نتایج آن ارائه می‌شود.

بخش اول: تحلیل ISM برای مؤلفه‌های شناسایی ریسک‌ها.

با توجه به ماتریس خودتعاملی بدست آمده از اطلاعات دو صنعت مذکور مدل‌سازی انجام گرفته است و نتایج در جداول شماره ۳ تا ۷ بیان گردیده است و همچنین شکل ۶ مدل‌سازی مربوط به این قسمت را نشان می‌دهد.

جدول ۳: ماتریس خودتعاملی ساختاری برای مؤلفه‌های شناسایی ریسک‌ها

ماتریس خودتعاملی ساختاری	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
(۱) تدوین نقشه ساختار عملکرد محصول	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	-
(۲) تحلیل نقشه ساختار عملکرد محصول با روش ISQ	۰	۲	۲	۰	۰	۲	-	-
(۳) فرمولاسیون مسئله اصلی	۰	۰	۲	۱	۱	-	-	-
(۴) شناسایی سناریوهای موفقیت برای محصول	۰	۰	۱	۱	-	-	-	-
(۵) تدوین و فرموله کردن معکوس مسئله	۱	۱	۱	-	-	-	-	-
(۶) یافتن راه‌های آشکار و واضح بدتر شدن عملکرد محصول	۱	۱	-	-	-	-	-	-
(۷) شناسایی منابع موجود در محصول و محیط آن	۲	-	-	-	-	-	-	-
(۸) استفاده از چک لیست‌های AFD	-	-	-	-	-	-	-	-

ماتریس خود تعاملی ساختاری	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
(۱۴) راهکارهای متداول جلوگیری از ریسک	-	۰	۰	۲	۲
(۱۵) مراجعه به ۳۹ پارامتر مهندسی و پیدا کردن تناقضات	-	-	۱	۱	۱
(۱۶) تشکیل ماتریس تناقضات TRIZ	-	-	-	۱	۱
(۱۷) استفاده از ۴۰ اصل اختراعی برای پاسخ به ریسکها	-	-	-	-	۱
(۱۸) اولویت بندی پاسخهای به دست آمده جهت اجرای آنها	-	-	-	-	-

تشکیل مدل ساختاری بخش سوم مدل پژوهش (مؤلفه‌های پاسخ و اجرای ریسکها):

شناسایی ریسکها):

بخش دوم: تحلیل ISM برای مؤلفه‌های تحلیل و ارزیابی ریسکها. جدول ۸ و شکل ۷ به ترتیب نتایج حاصل را نشان می‌دهد.

جدول ۸: ماتریس خود تعاملی ساختاری برای مؤلفه‌های تحلیل و

ارزیابی ریسکها

ماتریس خود تعاملی ساختاری	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۹. ابداع راه‌حل‌های جدید برای ایجاد شکست‌ها	-	۰	۲	۰	۰
۱۰. تشدید (تقویت) و پوشاندن اثرات مضر	-	-	۲	۰	۰
۱۱. تجزیه و تحلیل اثرات مضر ظاهر شده	-	-	-	۲	۱
۱۲. کشف ارتباط بین ریسک‌های شناسایی شده و تأثیرات آنها بر سایر بخش‌ها	-	-	-	-	۰
۱۳. اولویت بندی ریسکها بر اساس RPN-FMEA	-	-	-	-	-

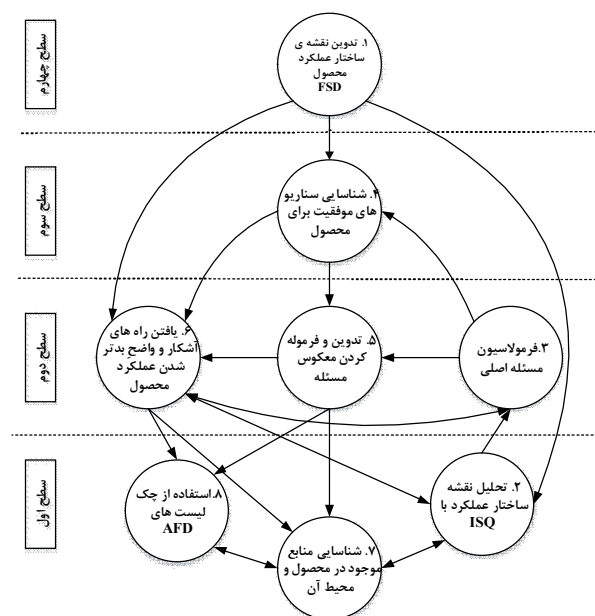
تشکیل مدل ساختاری بخش دوم مدل پژوهش (مؤلفه‌های

تحلیل و ارزیابی ریسکها):

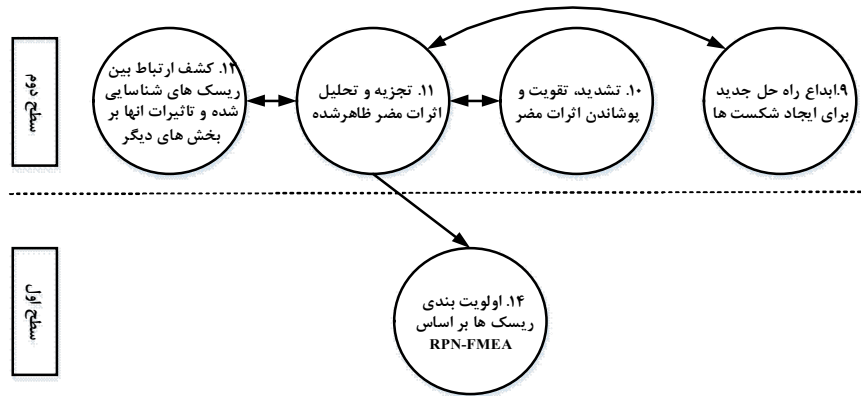
بخش سوم: تحلیل ISM برای مؤلفه‌های پاسخ‌دهی به ریسکها.

جدول ۹ و شکل ۸ به ترتیب نتایج حاصل را نشان می‌دهد.

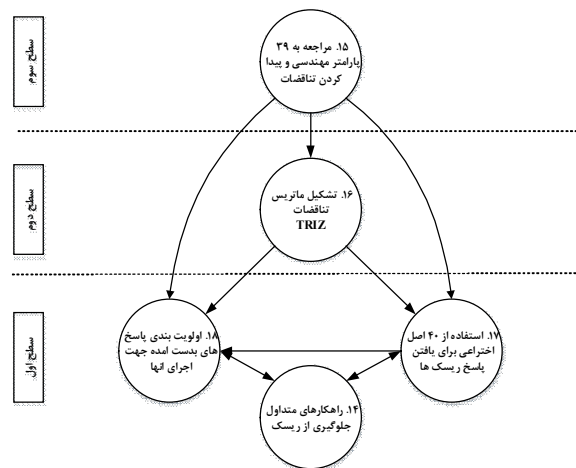
جدول ۹: ماتریس خود تعاملی ساختاری برای مؤلفه‌های پاسخ به ریسکها



شکل ۶: مدل ساختاری تفسیری مؤلفه‌های شناسایی ریسکها



شکل ۷: مدل ساختاری بخش دوم مدل پژوهش



شکل ۸: مدل ساختاری بخش سوم مدل پژوهش

۴- خلاصه و نتیجه‌گیری

نشان می‌دهد که مدل استخراج‌شده از ادبیات موضوع از نظر توالی عملیات و تأثیرگذار بودن هر کدام از مؤلفه‌ها در مدیریت ریسک‌های فناورانه توسعه محصول جدید، مورد تأیید خبرگان صنعت‌های مذکور است.

برای شناسایی ریسک‌های فناورانه صرفاً از ابزار TRIZ استفاده گردیده است که توانایی و خلاقیت بالایی را در شناسایی ریسک‌ها داراست. در قسمت تحلیل و ارزیابی ریسک‌ها از تلفیق ابزار TRIZ و روش کارآمد FMEA و در پاسخ به ریسک‌ها از ماتریس تناقضات و ۴۰ اصل اختراعی TRIZ بهره گرفته شده است.

هدف از پژوهش حاضر، ارائه مدلی برای شناسایی ریسک‌های فناورانه در توسعه محصول جدید و تحلیل و پاسخ‌گویی به آن‌ها با رویکرد TRIZ است. با توجه به اهمیت بالای فرایندهای توسعه محصول جدید در رشد و بقای سازمان و همچنین تأثیر بالای ریسک‌های فناورانه در این فرایندها، استفاده از مدل پیشنهادی این پژوهش می‌تواند در مدیریت کردن این نوع ریسک‌ها جهت کاهش اثرات مخربشان و همچنین بالا بردن درصد موفقیت فرایند توسعه محصول جدید کمک شایانی انجام دهد. نتایج بدست آمده از مدل سازی ساختاری تف‌سیری (ISM)

فهرست منابع

- [۱] پیله‌وری، نازنین؛ رادفر، رضا؛ عباسی، پوریا؛ "تبیین الگوی تلفیقی فرایند توسعه محصول جدید در حوزه نانو فناوری"، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره ۱۵، جلد ۲۴، ۱۳۹۳.
- [۲] صباغی، سارا؛ قاضی نوری، سید سپهر؛ الهی، شعبان؛ "انتخاب ابزارهای مدیریت دانش در توسعه محصول جدید نرم‌افزاری"، بهبود مدیریت، جلد ۲، ۱۳۹۰.

- [۳] جعفری خان شیر، سعید؛ رادفر، رضا؛ حسنوی، رضا؛ آذرفا، رضا؛ "شنا سایی و اولویت بندی عوامل کلیدی موفقیت توسعه محصول جدید با رویکرد سیستم استنتاج فازی"، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی، شماره ۱۷، جلد ۲۱، ۱۳۹۱.
- [۴] رمضانیان، محمدرحیم؛ نصیر، ابوالقاسم؛ عبدی، عبدالله؛ "تحلیل ریسک توسعه محصول جدید با استفاده از شبکه‌های بیز"، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین، شماره ۱، جلد ۲، صص ۲۰۲-۱۸۵، ۱۳۹۱.
- [۵] احمدی، مسعود؛ مبنای سازمان و مدیریت، انتشارات پژوهش‌های فرهنگی، ویراست دوم، چاپ هفدهم، ۱۳۹۳.
- [۶] طالعی فر، رضا؛ حاتمی نسب، سید حسن؛ "بررسی چالش‌های توسعه محصول جدید در بنگاه‌های کوچک و متوسط"، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد، جلد ۲۷، ۱۳۹۰.
- [۷] طالبی، کامبیز؛ کجویی، رضا؛ "شنا سایی عوامل مدیریتی کلیدی در موفقیت پروژه‌های توسعه محصول جدید در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط"، فصلنامه اقتصاد و تجارت، شماره ۱۸، جلد ۲۴، صص ۶۶-۴۹، ۱۳۹۰.
- [۸] عبدالله زاده، غلامرضا؛ حقیقی، فرشیدرضا؛ طاهری، محمدجواد؛ راستگو، سیما؛ "ارزیابی خطرپذیری لرزه‌ای پل‌های شهر بابل سر در حالت بهره‌برداری با استفاده از روش FMEA-FUZZY"، پژوهشنامه حمل‌ونقل، شماره ۳، جلد ۱۳، ۱۳۹۵.
- [۹] جعفری، مصطفی؛ ضرغامی، حمیدرضا؛ "توسعه توانمندی حل ابداعانه مسائل و سرعت بخشی به تحقیق و توسعه اثربخش با به‌کارگیری TRIZ"، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد، شماره ۲۹، جلد ۸، ۱۳۹۰.
- [۱۰] بزرگهر، غلامرضا؛ "نوآوری در آکومولاتور گازی با به‌کارگیری نوآوری نظام‌یافته"، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره ۲۰، صص ۲۶-۱۹، ۱۳۹۱.
- [۱۱] میرزایمضانی، ابوالفضل؛ گلستان هاشمی، سیدمهدی؛ چشم‌براه، محسن؛ کرباسیان، مهدی؛ "مدل مدیریت خلاق ریسک‌های فناورانه در مهندسی نوآوری محصول با روش TRIZ"؛ اولین همایش بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مطالعات مدیریت، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی، ۱۳۹۵.
- [۱۲] تقی زاده، هوشنگ؛ شکری، عبدالحسین؛ "کاربرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری شاخص رفتار شهروندی سازمانی (مطالعه موردی)"، فصلنامه علمی- پژوهشی رهیافتی نو در مدیریت آموزشی، شماره ۳، جلد ۵، ۱۳۹۳.
- [۱۳] فیروزجائیان، علی‌اصغر؛ فیروزجائیان، مجتبی؛ هاشمی پطودی، سید حمید؛ غلام‌زاده، فاطمه؛ "کاربرد تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری در مطالعات گردشگری"، مجله برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری، شماره ۶، جلد ۲، صص ۱۵۹-۱۲۹، ۱۳۹۲.
- [۱۴] آذر، عادل؛ بیات، کریم؛ "طراحی مدل فرآیند محوری کسب‌وکار با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری"، نشریه مدیریت فناوری اطلاعات، شماره ۱، جلد ۱، صص ۱۸-۳، ۱۳۸۷.
- [۱۵] علی احمدی، علیرضا؛ جعفری اسکندری، میثم؛ خالقی، غلامحسین؛ سلسبیل، مهسا؛ "تعیین روابط علی-معلولی شاخص‌های توسعه‌های علم و فناوری دانشگاه‌ها مبتنی بر مدل‌سازی ساختاری تفسیری و نقشه‌شناختی خاکستری با رویکرد کارت امتیازی متوازن (مطالعه موردی: دانشگاه علم و صنعت)"، مطالعات کمی در مدیریت، جلد ۵، شماره ۲، صص ۷۰-۵۱، ۱۳۹۳.
- [۱۶] باقری نژاد، زهرا؛ برادران کاظم‌زاده، رضا؛ اسدی، روح‌انگیز؛ "شناسایی و اولویت‌بندی فاکتورهای کلیدی موفقیت در لجستیک معکوس صنعت خودرو با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری"، پژوهش‌های مدیریت در ایران، شماره ۱، جلد ۱۷، صص ۴۰-۲۱، ۱۳۹۲.
- [۱۷] دانش‌طلب، عباس؛ بوشهری، علیرضا؛ بررسی عوامل موفقیت شرکت‌های دفاعی در حوزه تجاری‌سازی فناوری و ارائه پیشنهادها سیاستی، دوره کارشناسی ارشد-مهندسی صنایع دانشکده مدیریت و فناوری‌های نوین- دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان، ۱۳۹۳.
- [18] Cierpicki, S.; Wright, M.; Sharp, B.; "managers' knowledge of marketing principles: The case of new product development", Journal of Empirical Generalisations in Marketing Science, Vol. 5, pp. 771-790, 2002.
- [19] Booz, A. a. H.; *New Product Management for the 1980s*, New York, 1982.
- [20] Keizer, J. A.; Halman, J. I.; Song, M.; "From experience: applying the risk diagnosing methodology", The Journal of Product Innovation Management, Vol. 19, pp. 213-232, 2002.
- [21] Macfarlane, I.; "Managing risk for successful product development", R & D Enterprise: Asia Pacific, Vol. 3, No. 4, pp. 25-28, 2000.
- [22] Mehran Salavati, M. T. S. A. M. N. F. a. F. A.; "Improving new product development performance by risk management", Journal of Business & Industrial Marketing, pp. 418-425, 2016.
- [23] MU. j, p. m.; "Effect of risk management strategy on NPD performance", Technovation, Vol. 10, pp. 170-180,

- 2009.
- [24] Bowyer, D.; *Evaluation of the effectiveness of TRIZ concepts in non technical problem solving: utilizing a problem solving guide*, PhD thesis, Pepperdine University, California, 2008.
- [25] Eben, K.; Daniilidis, C.; Lindemann, U.; “*Problem solving for multiple product variants*”, *Procedia Engineering*, Vol. 9, pp. 281-293, 2011.
- [26] Büyükoçkan, G.; Feyzioğlu, O.; “*A fuzzy-logic-based decision-making approach for new product development*”, Vol. 90, No. 1, pp. 27-45, 2004.
- [27] Oehmen, J.; Olechowski, A.; Kenley, C.; Ben-Daya, M.; “*Analysis of the effect of risk management practices on the performance of new product development programs*”, *Technovation*, Vol. 38, No. 8, pp. 441-453, 2014.
- [28] Raz, Tzvi; Hillson, David; “*A Comparative Review of Risk Management Standards*”, *Risk Management: An International Journal*, Vol. 7, No. 4, pp. 53-66, 2005.
- [29] Institute, P. M.; *PROJECT RISK MANAGEMENT*, in *Project Guide Management Body of Knowledge*, pp. 309-355, 2013.
- [30] Ayala-Cruz, J.; “*Project risk planning in high-tech new product development*”, *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, Vol. 29, No. 2, pp. 110-124, 2016.
- [31] Viviane Vasconcellos Ferreira Grubisic, A. O.; “*Methodology for the integrated management of technical and managerial risks related to the product design process*”, *Product: Management & Development*, Vol. 7, No. 2, 2009.
- [32] Park, Y. H.; “*A study of risk management and performance measures on new product development*”, *Asian Journal on Quality*, Vol. 11, No. 1, pp. 39-48, 2010.
- [33] Keizer, J. A.; Vos, J. P.; Halman, J. I.; “*Risks in new product development: devising a reference tool*”, *R&D Management*, Vol. 35, No. 3, 2005.
- [34] Millson, M. R.; Wilemon, D.; “*Impact of new product development (NPD) proficiency and NPD entry strategies on product quality and risk*”, *R&D Management*, Vol. 38, No. 5, 2008.
- [35] Ricondo, I.; Arrieta, J. A.; Aranguren, N.; “*NPD Risk Management: Proposed Implementation to Increase New Product Success*”, *Technology Management Conference, 2006 IEEE International*, 2006.
- [36] Song, M.; Montoya-Weiss, M. M.; “*The Effect Of Perceived Technological Uncertainty On Japanese New Product Development*”, *Academy Of Management Journal*, Vol. 44, No. 1, pp. 61-80, 2001.
- [37] Kremljak, Z.; Kafol, C.; “*Types of Risk in a System Engineering Environment and Software Tools for Risk Analysis*”, *Procedia Engineering*, Vol. 60, pp. 177-183, 2014.
- [38] Zentis, T.; Schmitt, R.; “*Technical Risk Management for an Ensured and Efficient Product Development on the Example of Medical Engineering*”, *Smart Product Engineering*, pp. 387-398, 2013.
- [39] Hamid, H. G.; “*Innovative Conceptual Design on a Tracked Robot Using TRIZ Method for Passing Narrow Obstacles*”, *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, No. 7, 2016.
- [40] Flores-Luna, R. I.; Dorador-Gonzalez, J. M.; Espinosa-Bautista, A.; “*Prosthesis Analysis Based on TRIZ*”, *Key Engineering Materials*, Vol. 572, pp. 135-138, 2014.
- [41] Lin, S. Y.; TzuohWu, C.; “*Application of TRIZ inventive principles to innovate recycling machine*”, *Advances in Mechanical Engineering*, Vol. 8, No. 5, pp. 1-8, 2016.
- [42] Hsia, T. C.; Chen, S. C.; Tsai, R. K.; Huang, S. C.; “*Using Systematic Innovation Process to Improve the Manufacturing Technology of Platelet Agitator*”, *Testing and Evaluation*, Vol. 44, No. 3, 2016.
- [43] Kaplan, S.; Visnepolschi, S.; Zlotin, B.; Zusman, A.; *New Tools for Failure and Risk Analysis: Anticipatory Failure Determination (AFD) and the Theory of Scenario Structuring*, Ideation Intl Inc (October 8, 1999), 1999.
- [44] Regazzoni, D.; Russo, D.; “*TRIZ tools to enhance risk management*”, *Procedia Engineering*, Vol. 9, pp. 40-51, 2011.
- [45] Thurnes, C. M.; Zeihsel, F.; Visnepolschi, S.; Hallfell, F.; “*Using TRIZ to invent failures – concept and application to go beyond traditional FMEA*”, *Procedia Engineering*, Vol. 131, pp. 426-450, 2015.
- [46] Adesanya, A.; *Strengths and weaknesses of anticipatory failure determination in identifying black swan type of events*, Master's thesis in Offshore technology / risk management, 2014.
- [47] Farris, John; “*Function Structure Diagram*”, <http://npdbook.com/engineering-concepts/function-structure-diagram/>. 2016.