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

■ ابوالفضل میرزا رمضانی *+
کارشناس ارشد دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان
■ سید مهدی گلستان هاشمی[1]
عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه مالک اشتر اصفهان
■ سید محمد مسعود ناصریان[2]
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 شناسایی، تحلیل و کنترل(پاسخ) ریسک‌ها تشکیل می‌شود. شناسایی، 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 شناسایی، 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) موردبررسی 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 آن‌ها ست. با پیشرفت فناوری، رقابتی شدن هر چه بیشتر سازمان‌ها، پیدایش علوم و تجهیزات جدید تولیدی، چرخه حیات کوتاه محصولات، تغییرات اساسی در نیازها و سلایق مشتریان 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. بااین‌حال، فرایند توسعه محصول جدید[3] همواره با حد بالایی از عدم اطمینان و پیچیدگی همراه است. به‌منظور موفقیت در انجام پروژه، ریسک‌های موجود در این فرایند باید شناسایی‌شده و موردبررسی قرار گیرند. اگرچه محصولات جدید فرصت‌های جدیدی برای شرکت‌ها ایجاد می‌کنند، ولی نباید ریسک قابل‌توجهی که این محصولات دارند، نادیده گرفته شود.

سیرپیسکی(۲۰۰۲) نرخ تقریبی شکست محصولات تجاری معرفی‌شده 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 بیان‌شده 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 اشمیت 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 ارزیابی‌شده 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 در صد - 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 فناورانه، ریسک بازاریابی و ریسک سازمانی. موو و همکاران (۲۰۰۹) اثر جنبه‌های ریسک‌های بازار، سازمانی و فناورانه را بر عملکرد NPD مورد ارزیابی قراردادند. نتایج نشان داد که ریسک عوامل بازار یک اثر حداقلی در عملکرد NPD دارند؛ درحالی‌که ریسک فاکتورهای فناورانه یک اثر حداکثری در عملکرد NPD می‌گذارند[۲۲ و ۲۳].

لذا مدیریت ریسک‌های فناورانه 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 فناورانه 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 بااهمیت 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 قابل‌توجهی پیداکرده‌اند 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.

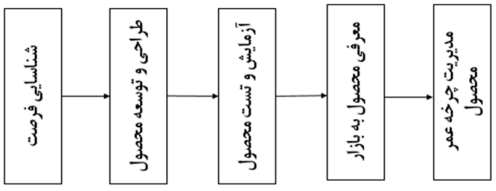
3 New Product Development (NPD)

به‌طورکلی توسعه محصول جدید مجموعه فعالیت‌ها و راهکارهای ایجاد رشد 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 توانایی های 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، فرایند توسعه محصول جدید عبارت است از کلیه فرایندهای 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 به‌وا سطه 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 در صد 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]

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 تجزیه‌وتحلیل پاسخ بازار، نظارت بر رقابت و دفاع، نوآوری در بلوغ[۲۶].

۲-۲- ریسک و مدیریت ریسک در NPD

در جدول شماره ۱ تعاریف مورداستفاده در استانداردهای مختلف که به سه گروه تقسیم می‌شوند ارائه‌شده است:

- آن‌هایی که با استفاده از یک تعریف منحصراً 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 این‌که یک محصول که به‌تازگی توسعه‌یافته ممکن است به علت عوامل مختلفِ 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 تجزیه‌وتحلیل و بهینه‌سازی فرآیندهای توسعه محصول استفاده شود[۲۷].

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

تعاریف منفی	تعاریف خنثی	تعاریف گسترده
NASA; 2014: در کتابچه راهنمای ناسا، خطر به‌عنوان پتانسیل برای کمبود عملکرد سیستم درحال‌توسعه تعریف‌شده است.	(ISO[۴] 31000, 2009) :ریسک به‌عنوان اثر عدم قطعیت در اهداف تعریف‌شده 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 رخداده 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 آسیب‌دیدگی 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 به‌صورت مثبت یا منفی خواهد داشت.

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 ریسک های 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، ازجمله کیفیت، هزینه، تولید، برنامه و نیروی انسانی باشد. ریسک‌های فناورانه با 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. ریسکِ 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 - اطلاع‌رسانی انتخاب متغیرهای تصمیم‌گیری و پس‌ازآن مدیریت پیاده‌سازی ریسک در ارتباط با جایگزین انتخاب‌شده- تعریف‌شده است[۲۷].

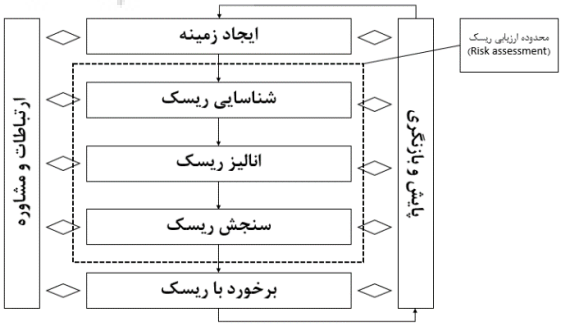
جدول شماره ۲ مراحل فرایند مدیریت ریسک تحت چارچوب‌های مختلف را نشان می‌دهد. همچنین شکل ۲ اصول مدیریت ریسک و دستورالعمل‌های ISO 31000: 2009 را نمایش می‌دهد.

4 International Organization for Standardization

5 Project Management Body of Knowledge

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	پایش و بازنگری
PMI	فهم ریسک	برنامه مدیریت ریسک	شناسایی ریسک	آنالیز ریسک	برنامه‌ریزی پاسخ ریسک	پایش و کنترل	
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)		
SEI	ارتباطات	فهم ریسک	شناسایی ریسک	آنالیز ریسک	برنامه‌ریزی ریسک	پایش کنترل ریسک	



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

۲-۲-۱- 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، به‌خصوص در بازارهای مصرف را نشان داده‌اند. ازاین‌رو، تلاش‌های بسیاری صورت گرفته تا عوامل موفقیت و شکست این‌گونه پروژه‌ها شناسایی گردد و ریسک‌های موجود در این فرایند را کاهش دهد. حتی باوجود اطلاعات پروژه‌های توسعه محصول گذشته، هنوز هم این عدم قطعیت، در طول توسعه محصولات جدید دیگر وجود دارد. این عدم قطعیت نه‌تنها ابهامی در مدت‌زمان به طول انجامیده شدن پروژه و یا مقدار هزینه آن ایجاد می‌کند، بلکه بین مقدار اطلاعات موردنیاز 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 می شود. 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 در صد راه‌اندازی محصول را به‌عنوان معیار عملکرد معرفی کرده است. بااین‌حال، خطر ریسک به عملکرد مرتبط است. با کنترل و کاهش کامل ریسک، عملکرد کل بهبود خواهد یافت[۲۲]. درواقع، توسعه محصول جدید یکی از مهم‌ترین، پرریسک‌ترین و درعین‌حال 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 موردبررسی قرار می‌دهند. بنابراین مدیریت ریسک پروژه‌های NPD از اهمیت خاصی به‌منظور ارزیابی و کاهش ریسک اینگونه از پروژه‌ها برخوردار است. بااین‌حال، تعداد کمی از پروژه‌های توسعه محصول، مدیریت ریسک را به شکلی

مناسب اجرا می‌کنند[۴]. ازآنجاکه 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 مورداستفاده 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، ازجمله بازار، فنی و مدیریت. در سال ۲۰۰۸، میگُل 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؛ درحالی‌که عوامل فناورانه 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].

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 فناورانه چیست؟

ریسک فناورانه 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 فناورانه در شرکت درونی یا بیرونی است و می‌تواند از دو منبع عمده بوجود آید. اول، قابل پیش‌بینی بودن. به‌عنوان‌مثال، شرکت‌ها نمی‌توانند دقیق پیش‌بینی کنند که آیا نوآوری جدید می‌تواند طبق آنچه وعده داده شده عمل کند یا خیر. ازآنجاکه 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 فرایند جدید را تقریباً به‌محض آن‌که راه‌اندازی شد، نابود کند. دوم، قابلیت. به‌عنوان‌مثال، اغلب معلوم نیست که آیا شرکت‌ها دارای قابلیت کافیِ 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 استاندارد 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؛ به‌عنوان‌مثال، امکان آسیب جسمی ناخواسته ناشی از استفاده از محصول جدید وجود دارد[۲۳].

عدم اطمینان یا عدم قطعیت فناورانه درک شده اشاره دارد به اینکه شرکت قادر نیست به‌دقت پیش‌بینی کند و یا به‌طور کامل نمی‌تواند برخی از جنبه‌های فناورانه 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 تعدیلِ عدم اطمینان فناورانه درک شده بیشتر توجه کنند. مطالعات نشان می‌دهد که مدیران ژاپنی پروژه NPD که درکِ عدم اطمینان فناورانه بالاتری از مدیریت فرآیند NPD دارند به‌گونه‌ای متفاوت از مدیران پروژه که درک عدم اطمینان فناورانه کمتری دارند، عمل می‌کنند. عدم قطعیت فنی ادراک شده اشاره دارد به ناتوانی در درک کامل یا پیش‌بینی دقیق برخی از جنبه‌های فناورانه محیط که به تصمیمات NPD مربوط

می‌شود[۳۶].

مدیریت ریسک فناورانه دارای دو دیدگاه است_ داخلی و بیرونی _ که منعکس‌کننده عدم توانایی یک سازمان برای پیش‌بینی نیازهای بیرونی و فرایندهای داخلی است. در فرایند داخلی، فناوری مورداستفاده 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 مورداستفاده 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 راه‌اندازی فناوری و محصولات جدید باشند. قابلیت به منابع انسانی، مدیریت و سازمان‌دهی اعضای تیم، ماشین‌آلات و زمان ارائه محصولات جدید اشاره دارد. سازمان‌هایی که در تلاش برای همگام‌سازی 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 کسب‌وکار و متخصصان بازاریابی، به‌طور 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 ریسک های فنی: طرح ناتمام، تجزیه‌وتحلیل محیطی ناقص و یا اشتباه، مسائل ژئوتکنیکی غیرمنتظره، درخواست تغییر به دلیل اشتباهات، مفروضات نادرست در مورد مسائل فنی در مرحله برنامه‌ریزی، بررسی‌های دیرهنگام/یا خطا در بررسی‌ها، خطا در مواد/ژئوتکنیک/شالوده، طراحی ساختار ناقص و خطا در آن[۳۷].

۲-۲-۳- روش‌های رایج ارزیابی ریسک‌های فناورانه

نتایج تحقیقات صورت گرفته توسط موسسه فرانهوفر[6] در سال ۲۰۱۱ که به بررسی ۱۸۰ شرکت تولیدی پرداخته بود، نشان می‌دهد، FMEA[7] روشی است که اغلب در این شرکت‌ها مورداستفاده 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[8] (۹,۵ درصد) و FTA[9] (۷,۳ درصد) کمتر در تجزیه‌وتحلیل ریسک استفاده‌شده 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 تجزیه‌وتحلیل 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. درنتیجه، FMEA زمان و هزینه‌های توسعه را کاهش می‌دهد؛ درحالی‌که افزایش کیفیت موجب کاهش عیوب محصول خواهد شد؛ بنابراین FMEA یک ابزار ارزشمند برای مدیریت ریسک است. استدلال‌های شایع علیه FMEA هزینه‌های بالا از اجرا، تأثیر ادراکات ذهنی و تفسیر دشوار از تعداد اولویت ریسک (RPN[10]) است که به‌عنوان یک درجه مطلق برای ریسک درنظرگرفته نخواهد شد. همچنین تعیین مالی ریسک براساس تعداد اولویت ریسک امکان‌پذیر نیست؛ بنابراین، تنها کاربرد FMEA منجر به تعیین کمی هدف ریسک است و راه‌حل برای از بین بردن علل شکست نیست، اما اجازه جمع‌آوری منظم و سازمان‌یافته 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 مرتب‌شده 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 درنهایت استفاده از این روش منجر به کم شدن هزینه‌های پروژه شده است[۸ و ۳۸].

FTA: درخت تجزیه‌وتحلیل شکست یک روش برای شناسایی سامانمند شکست در سیستم‌های پیچیده و مربوط به ایمنی است. نقطه آغاز، با تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های فنی تحت بررسی (محصول/فرایند ساخت) که برای آن‌یک رویداد نامطلوب وجود دارد، تعریف می شود 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 آسیب به ترتیب باید شناسایی شوند، هزینه‌ها متناسب با پیچیدگی سیستم افزایش می‌یابد؛ به‌طوری‌که ساخت درخت شکست بسیار چالش‌برانگیز می‌شود[۳۸].

6 Fraunhofer Institute
7 Failure Mode and Effects Analysis
8 Design Review Based on Failure Mode
9 Failure Tree Analysis
10 Risk Priority Number

DRBFM: بررسی طرح براساس حالت شکست، روشی است که دارای یک اتصالِ 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 طرح های 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[11]

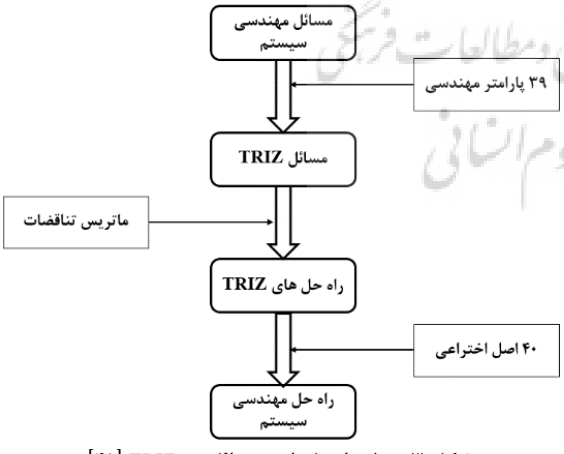
یکی از روش‌های خلاقانه حل مسئله، نوآوری نظام‌یافته TRIZ است که در سال ۱۹۴۶ توسط گنریش آلتشولر روسی پایه‌گذاری و طی سال‌های گذشته، به ابزاری کاربردی برای اختراع و حل مسائل فنی با پیچیدگی‌های گوناگون در دنیا تبدیل شده است. با توجه به حضور بیش از ۳۵۰ مرکز تحقیقاتی در زمینه TRIZ در دنیا، امروزه TRIZ یکی 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 [12] 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. بعدازآن معمولاً، یک نمودار از مشکل با استفاده از تجزیه‌وتحلیل 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. 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، پس‌ازآن هرکدام 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 تلاش های انجام‌شده برای راه‌حلی برای این مسئله.

راه‌حل‌یابی خلاق مسائل در TRIZ به این صورت است که در گام اول پیدا کردن ویژگی‌های متناقض در محصول سیستم است. سپس، طراحان معنای هرکدام از این تضادها را با پارامترهای مناسب از ۳۹ پارامتر مهندسی مطابقت می‌دهند. سپس، هنگامی‌که طراحان این دو پارامتر تناقض در ماتریس تناقض‌ها را با استفاده از TRIZ اعلام کردند، طراحان می‌توانند درنهایت سه تا چهار مورد راه‌حل که اغلب استفاده می‌شود را از ۴۰ اصل اختراعی برای حل مشکل انتخاب نمایند. شکل ۳ مدل راه‌حل‌یابی خلاق مسائل در TRIZ را نشان می‌دهد[۱۰، ۴۱ و ۴۲].



شکل ۳: مدل راه‌حل‌یابی مسائل در TRIZ [۴۱]

در تحقیق میرزارمضانی و همکاران(۱۳۹۵)، مدلی با

11 Theory of Inventive Problem Solving

12 Innovation Situation Questionnaire

بهره‌گیری از ابزار TRIZ برای مدیریت ریسک‌های فناورانه پروژه‌های طراحی و نوآوری محصول جدید ارائه گردیده است که در مراحلی که در آن شانس وقوع ریسک‌های فناورانه وجود دارد، شناسایی شده و از ISQ جهت شناسایی ریسک‌ها و از ماتریس تناقضات جهت پاسخ‌دهی به این ریسک‌ها 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 تلاش‌های مستمر خود برای فاش کردن حالت خرابی بالقوه در سیستم‌ها، کارخانه‌های تولیدی، فرآیندها، قبل از ورود به راه‌های مضر و ناخوشایند معرفی می‌کنند. این روش جدید را به نام، تعیین مقدماتی شکست[۱۳](AFD) معرفی می‌کنند که یک ابزار I-TRIZ[۱۴] برای آنالیز ریسک و به‌طور خاص، زیرمجموعه‌ای از تجزیه‌وتحلیل ریسک است و به‌عنوان تئوری سناریوسازی خوانده می‌شود.

ارتباط این تئوری با آنالیز ریسک در این واقعیت است که آشکار کردن و شناسایی حالات شکست به‌طور اساسی در یک عمل خلاقانه ریشه دارد؛ درعین‌حال باید آن را به‌صورت سامانمند، جامع و با سعی و کوشش انجام داد؛ TRIZ به‌طور منحصربه‌فردی مجهز به انجام این کار است، به دلیل آن‌که یک رویکرد سامانمند برای پیدا کردن راه‌حل‌های خلاقانه برای مشکلات ابداعی فراهم می‌کند. روش AFD را می‌توان در زمینه‌های مختلف از فعالیت‌های انسانی(فناوری، کسب‌وکار و حتی زندگی روزمره) و هر زمان که نیاز به وجود ایده برای موارد زیر باشد، استفاده نمود:

- آشکارسازی علل ریشه‌ای خطا، اقدام ناموفق، نارسایی تولید و یا تصادف؛
- پیش‌بینی مشکلات آینده، حوادث، اشتباهات و غیره؛
- توسعه مؤثر، راه‌های ساده برای جلوگیری از این مشکلات.

AFD دارای دو برنامه گسترده است که آن‌ها را AFD-1[۱۵] و AFD-2[۱۶] نامیده می‌شود. AFD-1 برای پیدا کردن مشکلاتی که در حال حاضر رخداده و AFD-2 نیز ابزاری از AFD است و برای یافتن مشکلاتی که هنوز رخ نداده است، استفاده می‌شود [۴۳].

تحلیل خرابی، نیز به‌عنوان تعیین مقدماتی خرابی(AFD) انجام می‌شود که دارای چندین تشابه با روش‌های تثبیت‌شده‌ای مانند FMEA، HAZOP و تجزیه‌وتحلیل درخت خطا است. تفاوت اصلی این است که کاربران را با یک رویکرد بسیار فعال‌تر برای پیدا کردن علل مشکلات مجبور می‌کند. به‌عنوان نتیجه، سیستم‌های طراحی شده با این روش، کمتر در برابر شکست پیش‌بینی‌نشده، آسیب‌پذیر است. منطق تحلیل خرابی، متکی بر پیدا کردن تمام راه‌های از بین بردن سیستم در حال طراحی است؛ بنابراین، طراحی سیستم‌ها بسیار آسان‌تر می‌شود، به‌طوری‌که 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 شکست‌هاست. این مفهوم واژگون شده ساده حل ابداعی مسئله است: اگر بتوان یک شکست را ابداع نمود، پس می‌توان از دیگر ابزارهای TRIZ برای از بین بردن آن استفاده کرد. تحلیل خرابی، معمولاً به‌عنوان یک فرایند سامانمند انجام می‌گیرد[۴۴].

پیش‌بینی مقدماتی خرابی(AFP[۱۷])، به‌عنوان جزء پیشگیرانه از تعیین مقدماتی خرابی(AFD)، روشی است که منجر به مجموعه‌ای جامع از شکست‌ها و سناریوهای آن می‌شود. علاوه بر آن، روشی برای «ابداع» شکست‌های ممکن ساختاریافته اما خلاق را فراهم می‌کند. تعیین مقدماتی خرابی(AFD) برای ابداع شکست‌ها، توسط معکوس کردن مسئله، ما را به استفاده از دیگر ابزار TRIZ برای آشکار کردن مکانیزم پنهان شکست و برای پیش‌بینی شکست غیرمنتظره در آینده، قادر خواهد ساخت[۴۵].

روش AFD متفاوت از روش ارزیابی سنتی ریسک است؛ چراکه بر روی جنبه‌ای از تولید سناریوهای خرابی توسط اختراع مشکلات از طریق فرایند تفکر معکوس تمرکز دارد. این بدان معناست که هدف اصلی از AFD « شناسایی و بدست آوردن آگاهی از سناریوهای احتمالی است که می‌تواند به شکست سیستم و عملیات ما منجر شود، بنابراین ممکن است تا قبل از این اتفاق نیفتاده باشند». روش پیش‌بینی مقدماتی خرابی (AFD-2) به دنبال پیدا کردن تمام یا اکثر حالات مهمی است که می‌تواند به شکست منجر شود. همچنین شامل مجموعه‌ای کامل از سناریوهای خرابی است که قبلاً اتفاق افتاده است و همچنین مجموعه کامل از سناریوهای خرابی پیش‌بینی شده که پیش‌ازاین هرگز تجربه نشده است. روش پیش‌بینی مقدماتی

13 Anticipatory Failure Determination
14 Ideation / TRIZ methodology
15 AFD Failure Analysis
16 AFD Failure Prediction
17 Anticipatory Failure Prediction

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. به‌عنوان‌مثال، مراحل به صورت عملیات و نتایج درنظرگرفته 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 واضحِ 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 به‌اشتباه انجام شود؟»

در این صورت هر راه واضح و یا آشکار ایجاد شکست در سیستم از طریق تمام IE[18]ها، HES[19]ها و MS[20]های ممکن شناسایی شده و پس از آن می‌توان با ترکیب آن‌ها به سناریوهای کامل ریسک(Si[21]ها) دست‌یافت.

مرحله ۵: شناسایی و استفاده از منابع موجود

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

مرحله ۶: استفاده از پایگاه دانش(استفاده از چک لیست‌های AFD)

این مرحله به دنبال شناسایی جزئیات بیشتری از حالات شکست ذکرشده 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 راه‌حل 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 ذکرشده در زیر استفاده کرد:

- شناسایی راه‌حل ایده آل؛
- راهنمای نوآوری؛
- هدف قرار دادن تناقضات فنی و جسمی؛
- استفاده از اصول جدایی؛
- تجزیه‌وتحلیل 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)

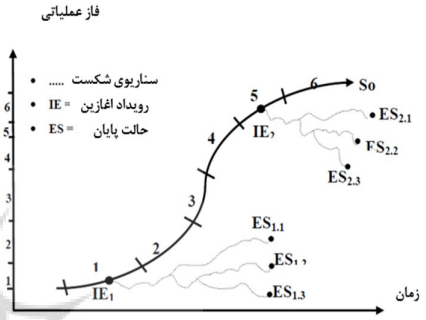
پیشنهاد می‌شود پس از شناسایی HESها و سناریوهای شکست، تقویت انجام شود. فرض می شود که ریسکی به‌ندرت اتفاق می‌افتد و یا با احتمال ناچیز وقوع پیدا می‌کند؛ بنابراین ما باید استفاده از این بیان را معکوس کنیم مانند مکرراً، به‌طور مداوم و یا اختصاص یک احتمال قابل‌توجهی از وقوع به آن. این

18 Initiating Event
19 Harmful End-States
20 Mid-States
21 Complete Risk Scenarios

به‌طور خود کار با عث ا قدا مات احت یاطی برای جلوگیری از رویدادهای ناخواسته می‌شود.

مرحله ۹: تجزیه‌وتحلیل اثرات مضر ظاهرشده(ایجاد درخت سناریوهای احتمالی ریسک جهت تجزیه‌وتحلیل)

این مرحله شامل تجزیه‌وتحلیل و سازمان‌دهی درختان سناریو به‌منظور درک بی شتر ن سبت به شرایط و رویدادها ست. نقاط انحراف در این درختان از سناریو به نام نقاط شاخه نامیده می‌شود. به‌جایی که در آن همه مسیرهای درختان سناریو خاتمه می یابد، پایان حالت گفته می‌شود. به‌عنوان‌مثال، دو درخت سناریو شکست در شکل ۴ توصیف‌شده است.



شکل ۴: نمونه‌ای از تشکیل درخت سناریو شکست

مرحله ۱۰: پیشگیری از شکست

راه‌های عمومی یا روش پی شنهاد شده تو سط کاپلان برای از بین بردن یا کاهش علل این پدیدهای 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- مدل‌سازی ساختاری تفسیری(ISM)

ISM یک روشی ساختار تفسیری است که به وسیله وارفیلد مطرح گردید. در این روش، با تجز یه 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 می‌توا ند برای تجز یه‌وتحل یل ارت باط بین ویژگی های چند متغیر که برای یک مسئله تعریف‌شده‌اند، استفاده شود. این روش ابتدا عوامل مؤثر در باره موضوع موردمطالعه را در سطوح مختلف قرار می‌دهد؛ سپس روابط بین این عوامل را به گونه‌ای شفاف و در سطوحی جدا(از نظر تأثیر بر موضوع موردمطالعه) 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 استخراج‌شده 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 قرارگرفته 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 (۱- و ۰) در ماتریس خودتعاملی 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 به‌صورتی 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 ۱* مشخص می‌گردد. علاوه‌براین، میزان وابستگی و قدرت نفوذ هر مؤلفه مشخص شده است. قدرت نفوذ، میزان تأثیر بر اهداف دیگر و میزان وابستگی؛ تأثیرپذیری از مؤلفه‌های دیگر را نشان می‌دهد. با توجه به ماتریس دریافتی نهایی، سطوح مؤلفه ها تعیین می‌شود. مؤلفه‌هایی که دارای وابستگی زیادی است، در بالای نقشه و مؤلفه‌های که دارای قدرت نفوذ بالایی است، در پایین‌ترین سطح قرار می‌گیرد[۱۴ و ۱۵].

۲. تعیین روابط سطح‌بندی مؤلفه‌ها:

در این مرحله مجموعه دریافتی و نیز مجموعه مقدماتی برای

هر یک از متغیرها از روی ماتریس دریافتی 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؛ به‌طوری‌که این متغیرها در ایجاد هیچ متغیر دیگری مؤثر نمی‌باشد. 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 شناسایی‌شده در ساخت مدل نهایی ISM به ما کمک می‌کند[۱۶].

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، به‌وسیله یک پیکان جهت‌دار نشان داده می‌شود. دیاگرام 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 چه‌بهتر 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. FSDبرای بسیاری از وظایف در فرایند طراحی موردا ستفاده 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 جمع‌آوری‌شده، موردبررسی قرار می‌گیرد.

۳- 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.

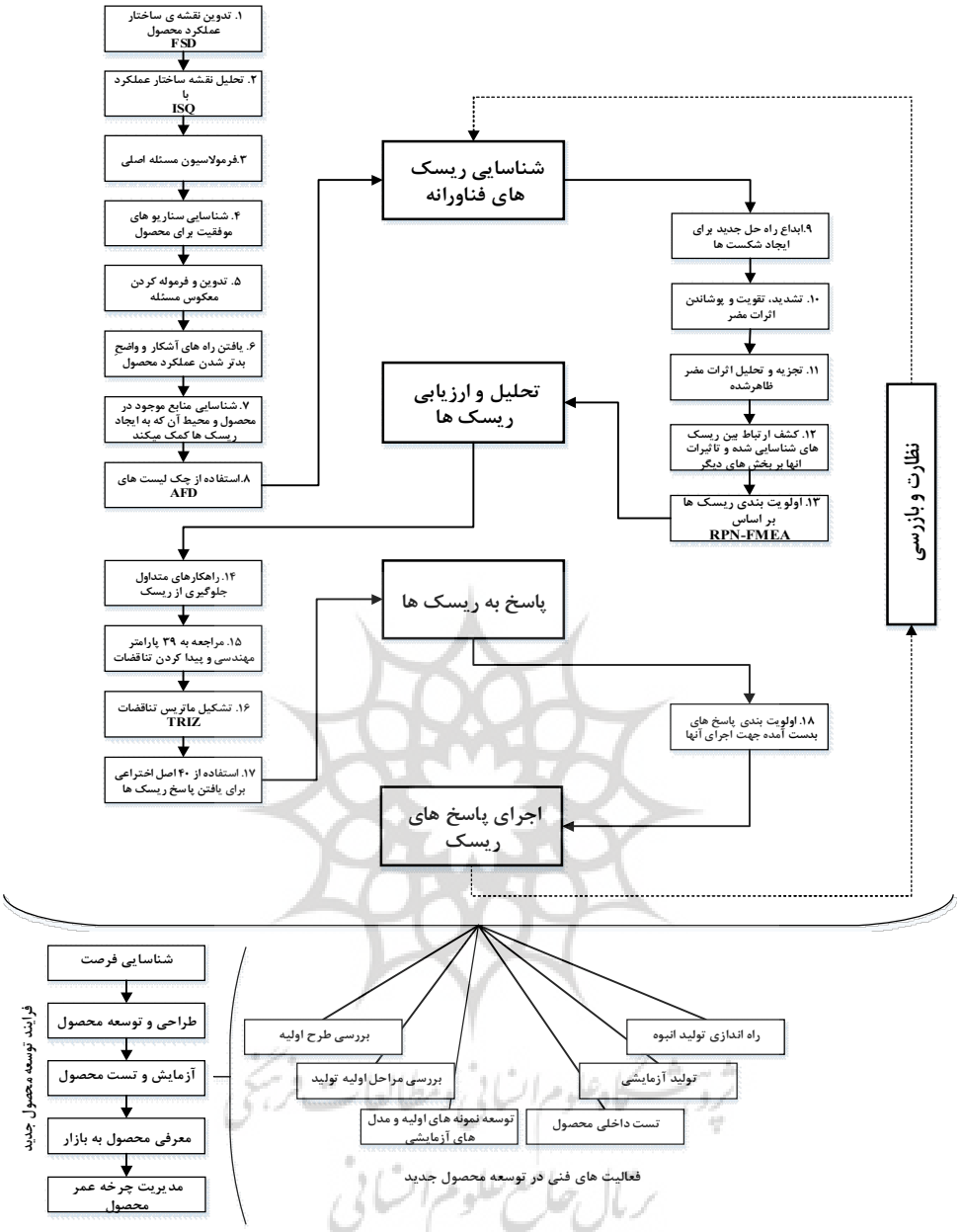
۳-۱- سؤالات تحقیق

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 مطرح‌شده‌اند. 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 بهره جوید[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.

22 Function Structure Diagram



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 نظرسنجی 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 ساز گاری تعیین می‌کند. با تو جه به نرخ ساز گاری 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

بد ست آوردن تعداد نمونه از روش غیر احتمالی ا ستفاده شده به گونه‌ای که سعی شده تمامی افرادی که در دو صنعت موردنظر در زمینه طراحی صاحب‌نظر ه ستند، شنا سایی شوند. در ادامه طی یک سمینار ۳ ساعته که برای هر کدام از صنایع به صورت جداگانه با مو ضوع همین تحقیق برگزار گردید، مو ضوع تحقیق و اهداف آن تبیین گردید و پرسشنامه بین آن‌ها توزیع گردید. تعداد افراد در دو صنعت مذکور که پرسشنامه در بین آن‌ها توزیع‌شده ۷۰ نفر بوده است که ۴۹ پرسشنامه از سوی پاسخ‌دهندگان عودت داده‌شده است.

۳-۵- ابزار تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

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

۳-۶- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

با توجه به حجم بالای محا سبات و محدودیت صفحات برای نمایش تمام مراحل محاسباتیِ هر سه قسمت مدل، در این قسمت فقط برای بخش اول مدل(شنا سایی ریسک‌های فناورانه) محاسبات به‌صورت 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 انجام‌گرفته است و نتایج در جداول شماره ۳ تا ۷ بیان گردیده ا ست و همچنین شکل ۶ مدل سازی مربوط به این قسمت را نشان می‌دهد.

جدول ۳: ماتریس خود تعاملی ساختاری برای مؤلفه‌های شناسایی ریسک‌ها

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

جدول ۴: ماتریس دریافتی نهایی برای مؤلفه‌های شناسایی ریسک‌ها

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

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	
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	
۴	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۶-۴-۳-۲-۱	۶-۴-۳-۲	
۵	۸-۷-۶-۵-۳-۲	۶-۵-۴-۳-۲-۱	۶-۵-۳-۲	
۶	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲	۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۷-۶-۵-۴-۳-۲	
۷	۸-۷-۶-۳-۲	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۸-۷-۶-۳-۲	۱
۸	۸-۷-۲	۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۸-۷-۲	۱

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	
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	
۵	۶-۵-۳	۶-۵-۴-۳-۱	۶-۵-۳	۲
۶	۶-۵-۴-۳	۶-۵-۴-۳-۱	۶-۵-۴-۳	۲

جدول ۷: تکرار سوم برای شناسایی سطوح بخش اول مدل

مؤلفه	مجموعه دریافتی	مجموعه مقدماتی	مجموعه اشتراک‌ها	سطح
۱	۴-۱	۱	۱	۴
۴	۴	۴-۱	۴	۳

تشکیل مدل ساختاری بخش اول مدل پژوهش(مؤلفه‌های

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 خودتعاملی 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. تجزیه‌وتحلیل اثرات مضر ظاهرشده			-	۲	۱
۱۲. کشف ارتباط بین ریسک‌های شناسایی‌شده و تأثیرات آن‌ها بر سایر بخش‌ها				-	۰
۱۳. اولویت‌بندی ریسک‌ها براساس RPN-FMEA					-

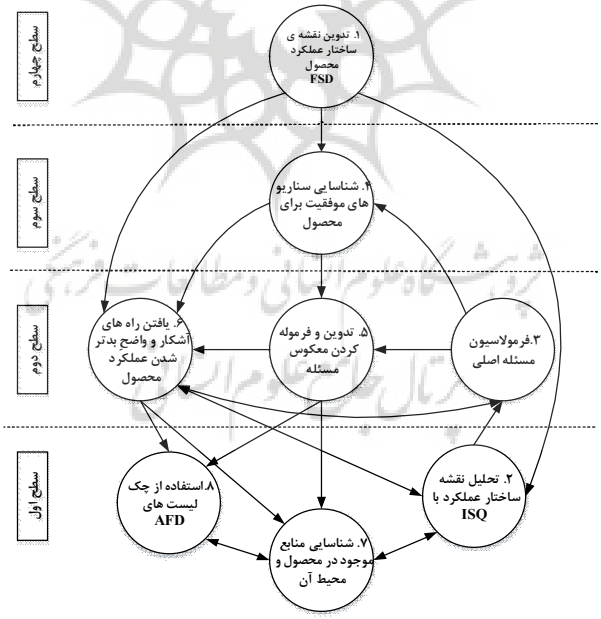
تشکیل مدل ساختاری بخش دوم مدل پژوهش(مؤلفه‌های تحلیل و ارزیابی ریسک‌ها):

بخش سوم: تحلیل ISM برای مؤلفه‌های پاسخ‌دهی به ریسک‌ها. جدول ۹ و شکل ۸ به ترتیب نتایج حاصل را نشان می‌دهد.

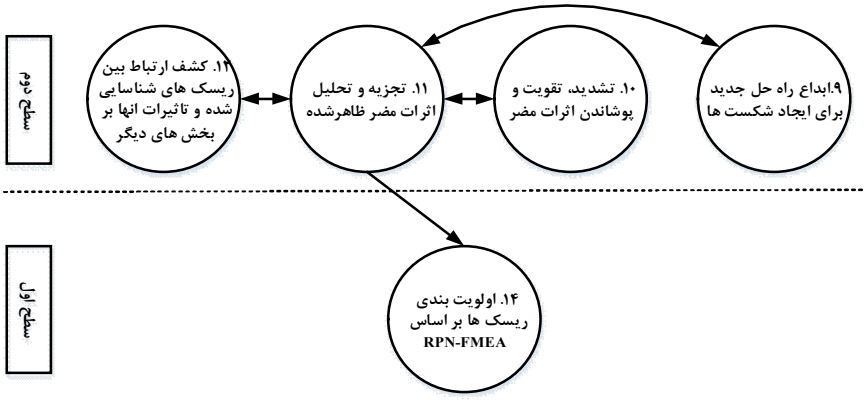
جدول ۹: ماتریس خود تعاملی ساختاری برای مؤلفه‌های پاسخ به ریسک‌ها

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) اولویت‌بندی پاسخ‌های به دست آمده جهت اجرای آن‌ها					-

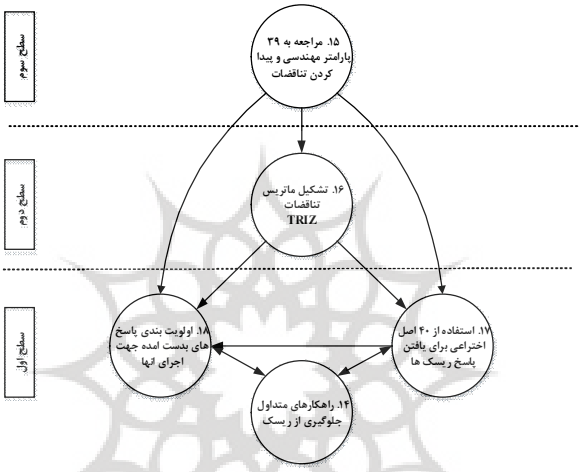
تشکیل مدل ساختاری بخش سوم مدل پژوهش (مؤلفه‌های پاسخ و اجرای ریسک‌ها):



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

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) 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 گرفته‌شده است.

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] صباغچی، سارا؛ قاضی نوری، سید سپهر؛ الهی، شعبان؛ **"انتخاب ابزارهای مدیریت دانش در توسعه محصول جدید نرم‌افزاری"**، بهبود مدیریت، جلد ۲، ۱۳۹۰.

[۳] جعفری خانشیر، سعید؛ رادفر، رضا؛ حسنوی، رضا؛ آذرافزا، رضا؛ **"شناسایی و اولویت‌بندی 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؛ **مبانی سازمان و مدیریت**، انتشارات پژوهش‌های فرهنگی، ویراست دوم، چاپ هفدهم، ۱۳۹۳.

[۶] طالعی‌فر، 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؛ کجوئی، رضا؛ **"شناسایی 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، فرشید رضا؛ طاهری، محمدجواد؛ راستگو، سیما؛ **"ارزیابی خطرپذیری لرزه‌ای پل‌های شهر بابلسر 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] بزرگمهر، غلامرضا؛ **"نوآوری در آکومولاتور گازی با به‌کارگیری نوآوری نظام‌یافته"**، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره ۲۰، صص ۲۶-۱۹، ۱۳۹۱.

[۱۱] میرزارمضانی، ابوالفضل؛ گلستان هاشمی، سیدمهدی؛ چشم براه، 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 پطرودی، سید حمید؛ غلامرضازاده، فاطمه؛ **"کاربرد تکنیک مدل سازی 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 مدل سازی 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 توسعه‌ای علم و فناوری دانشگاه‌ها مبتنی بر مدل‌سازی ساختاری تفسیری و نقشه شناختی 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 پیشنهادهای سیاستی**، دوره کارشناسی ارشد-مهندسی صنایع دانشکده مدیریت و فناوری‌های نرم- 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] Büyüközkan, G.; Feyzıoğlu, 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.