نشریه علمی – پژوهشی بهبود مدیریت
سال دهم، شماره ۲، پیاپی ۳۲، تابستان ۱۳۹۵
صفحات ۷۰ - ۵۵

ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری تجهیزات صنعت نفت و گاز (نمونه مته‌های حفاری)

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۲۶)

محمد نقی‌زاده[۱*]، سعید پاک‌سرشت[۲]، بتول ابراهیمی[۳]

چکیده

بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته و راهبردی صنعت نفت و گاز، یکی از اولویت‌های کلیدی صنعت نفت کشور در طول یک دهه اخیر بوده است. ازآنجایی‌که هزینه توسعه فناوری در بخش تجهیزات صنعت نفت بسیار زیاد است، شناسایی انواع ریسک‌های موجود در این پروژه‌ها، کمک زیادی به سرمایه‌گذاران و توسعه‌دهندگان فناوری در این حوزه می‌کند. این پژوهش تلاش دارد تا به این سؤال اساسی پاسخ دهد که ریسک‌های توسعه فناوری تجهیزات در صنعت نفت و گاز با تأکید بر مته‌های حفاری چه هستند. برای پاسخ به این سؤال کلیدی، از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با متخصصان و صاحب‌نظران در حوزه توسعه فناوری مته‌های حفاری، ۳۸ ریسک، شناسایی و در پنج بعد ریسک‌های نهادی و قانونی، فناورانه، بازار، مالی و عملیاتی طبقه‌بندی شدند. به‌منظور ارزیابی این ریسک‌ها از روش تجزیه‌تحلیل عوامل شکست و آثار آن (FMEA) استفاده شد و بر اساس سه شاخص شدت تأثیرگذاری، احتمال وقوع و احتمال شناسایی، اولویت هر یک از ریسک‌ها احصاء شد. از میان آنها پنج ریسک به‌عنوان ریسک‌های با عدد اولویت ریسک بالاتر ارزیابی شد. لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبالغ زیاد، عدم موافقت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی و تغییرات شاخص‌های اقتصاد کلان، از مهم‌ترین ریسک‌های شناسایی‌شده بودند. ارائه تسهیلات مناسب به‌منظور صدور ضمانت‌نامه برای شرکت‌های توسعه‌دهنده مته‌های حفاری و ایجاد محیط‌های واقعی برای تست نمونه‌های اولیه و محصولات نهایی، از مهم‌ترین پیشنهادها به سیاستگذاران هستند. همچنین حصول اطمینان از حداقل تقاضای شرکت‌های بهره‌بردار پیش از ورود به فرایند بومی‌سازی و دقت در انتخاب شریک خارجی بر اساس توان تخصصی، اهداف و سابقه قبلی آن، از مهم‌ترین پیشنهادها به مدیران شرکت‌های توسعه‌دهنده مته‌های حفاری‌اند.

واژگان کلیدی:
توسعه فناوری، عدد اولویت ریسک، احتمال وقوع ریسک، شدت تأثیر، احتمال شناسایی

۱*- استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی(ره) (نویسنده مسئول): M.naghizadeh@atu.ac.ir
۲- عضو هیئت‌علمی پژوهشگاه صنعت نفت: Pakseresht@nigc.ir
۳- کارشناس‌ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشگاه علامه طباطبایی (ره): Batulebrahimi87@gmail.com

۱- مقدمه

باوجود یک قرن سابقه در صنعت نفت ایران و سرمایه‌گذاری‌های زیاد انجام‌شده، توسعه فناوری در این صنعت در مقایسه با برخی کشورها وضعیت مطلوبی ندارد. اجرای طرح‌های نفتی، هنوز مستلزم کمک‌های گسترده فنّی و انسانی شرکت‌ها و کشورهای پیشرفته است [۱]. اگر درآمد شرکت‌های برتر در ارائه خدمات میدان‌های نفتی و تأمین و تهیه تجهیزات نفت و گاز را نیز مقایسه کنیم با درآمد ایران که یکی از بزرگ‌ترین کشورهای نفت‌خیز است، خلأ بی‌توجهی به توسعه فناوری نمایان می‌شود. ازاین‌رو بومی‌سازی و دستیابی به دانش و فناوری‌های نوین، همواره یکی از دغدغه‌های اصلی صنعت نفت در طول یک دهه اخیر بوده است.

در طول دو دهه اخیر تعداد زیادی از پروژه‌های توسعه و بومی‌سازی فناوری تجهیزات صنعت نفت و گاز با شکست مواجه شده‌اند. اصولاً کسب قابلیت‌های فناورانه، قطعیت ندارد و دارای ریسک بالایی است [۱۰]. اجرای پروژه‌های توسعه فناوری نفت و گاز نیز مستلزم صرف سرمایه درخورتوجهی بوده و ازجمله پرمخاطره‌ترین پروژه‌ها به شمار می‌روند که ریسک فراوانی دارند. استاندارد پی‌ام باک[1]، ریسک را وضعیت یا واقعه‌ای غیرمسلم بیان می‌کند که اگر اتفاق بیفتد حداقل در یکی از اهداف پروژه اثر دارد. اهداف می‌توانند محدوده زمان‌بندی، هزینه و کیفیت باشند [۱۱]. شناسایی، ارزیابی و مدیریت این ریسک‌ها پیش از وقوع می‌تواند احتمال موفقیت یک پروژه توسعه فناوری را به‌صورت محسوسی افزایش دهد. پیرامون شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در پروژه‌های توسعه و بومی‌سازی فناوری، مطالعات اندکی صورت گرفته است. از طرف دیگر با توجه به بستر اقتصادی، اجتماعی، فناورانه و سیاسی حاکم بر بنگاه‌های ایرانی و صنعت نفت و گاز، نوع، شدت و احتمال وقوع این ریسک‌ها با سایر کشورها دارای تفاوت معناداری است. این تحقیق تلاش دارد تا ریسک‌های موجود در پروژه‌های توسعه فناوری تجهیزات صنعت نفت و گاز را با تأکید بر مته‌های حفاری، شناسایی و مشخص کند، شدت تأثیر، احتمال وقوع و احتمال شناسایی این ریسک‌ها به چه صورت است. برای پاسخ به این سؤال کلیدی، از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با متخصصان و صاحب‌نظران در حوزه توسعه فناوری مته‌های حفاری، ریسک‌های مهم و اثرگذار شناسایی شدند. همچنین به‌منظور اولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس شدت تأثیرگذاری، احتمال وقوع و احتمال شناسایی، از روش تجزیه‌تحلیل عوامل شکست و آثار آن[2] استفاده و سپس عدد اولویت ریسک، محاسبه شد. در بخش دوم مقاله، چهارچوب نظری پژوهش و در بخش سوم، روش‌شناسی به‌کاررفته، بررسی و سپس یافته‌های پژوهش ارائه می‌شود. بخش پنجم نیز درنهایت به نتیجه‌گیری و پیشنهادات مربوطه اختصاص دارد.

---

1. PMBOK
2. FMEA

۲- چهارچوب نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

صنعت نفت یکی از صنایع مادر و موتورهای محرکه بالقوه در اقتصاد ایران است. با توجه به گستردگی و پیچیدگی فناوری‌های متعدد به‌کاررفته در صنعت نفت، یکی از گلوگاه‌های تبدیل نفت به موتور اقتصاد ملی، توسعه فناوری‌های متنوع مرتبط با این صنعت است. بیشتر کمبودهای کشورهای نفت‌خیز خاورمیانه و نیز ایران، در سطوح تحقیق و توسعه تا ساخت تجهیزات است و شرط اصلی رسیدن به این سطوح کسب قابلیت‌های خاص فناورانه است. در سال‌های اخیر، توسعه و بومی‌سازی فناوری مته‌های حفاری با توجه به حجم زیاد میادین نفتی و گازی در ایران و همچنین انحصاری بودن دانش فنّی[۱] این تجهیزات، در مرکز توجه سیاست‌گذاران حوزه نفت و گاز کشور بوده است [۲]. امروزه در صنعت نفت، سه نوع اصلی مته‌های مخروطی، مته‌های با تیغه ثابت و مته‌های با کاربردهای ویژه استفاده می‌شوند. مته‌های مخروطی دارای اجزای برّنده‌ای (تیغ متحرک) هستند که روی کاج‌ها یا مخروط‌هایی چیده شده‌اند و این مخروط‌ها هنگام چرخش بدنه مته، حول محور خود می‌چرخند. رایج‌ترین و بیشترین مته‌های مخروطی چرخشی، مته‌های سه مخروطی یا سه کاجه هستند که به آنها Tri-Cone Bits می‌گویند. مته‌های با تیغه ثابت، مشتمل بر قطعات برّنده ثابتی هستند که با بدنه مته یکپارچه‌اند. به‌عبارتی، این مته‌ها به‌جای برخوردار بودن از مخروط‌هایی که به‌طور مستقل از هم می‌چرخند، دارای بدنه و سری ثابت هستند که به صورت یکپارچه با لوله حفاری و رشته حفاری می‌چرخند. همچنین تولیدکنندگان مته، انواع گوناگونی از مته‌ها را نیز برای اهداف ویژه تولید می‌کنند [۳].

توسعه فناوری، مسأله‌ای بسیار پویاست؛ زیرا عواملی چون هزینه سرمایه‌گذاری، هزینه بهره‌برداری و نگهداری، آثار زیست‌محیطی، ایمنی و بهداشت، صرفه‌جویی در انرژی، درجه اتوماسیون، سودآوری و تأمین نیازهای بازار، متغیرند و فراز و نشیب‌های خود را دارند. این عوامل موجب ریسک‌هایی می‌شوند که بومی‌سازی فناوری را با مشکل روبه‌رو می‌کنند [۴]. کسب قابلیت‌های فناورانه در خود، قطعیت ندارد و ریسک زیادی دارد [۱۰]. اجرای پروژه‌های توسعه فناوری نفت و گاز نیز مستلزم صرف سرمایه فراوانی بوده و ازجمله پرمخاطره‌ترین پروژه‌ها هستند که ریسک‌های فراوانی دارند. یکی از راهکارهای افزایش اثربخشی و کارایی پروژه‌های توسعه و بومی‌سازی فناوری، شناسایی، ارزیابی و مدیریت ریسک‌هایی است که مرتبط با چنین پروژه‌هایی هستند. شناسایی و ارزیابی دقیق این ریسک‌ها، این امکان را می‌دهد تا در طول پروژه بتوان از وقوع آنها جلوگیری و در صورت وقوع نیز برنامه مشخصی برای مواجهه با آنها ارائه کرد. تعاریف متنوعی از ریسک در منابع مختلف ارائه شده است. پرام[۲]، ریسک را رویدادها یا مجموعه‌ای از پیشامدهای غیرقطعی تعریف می‌کند که در صورت رخ دادن در اهداف پروژه تأثیرگذارند [۵]. ریسک را می‌توان وضعیت یا رخدادی احتمالی دانست که می‌تواند در صورت وقوع، بر یک یا چند هدف از پروژه تأثیرگذار باشد [۱۱]. ارزیابی

---

[۱]. یکی از این شرکت‌ها، شرکت بیکر هیوز بود که با شرکت ملی نفت همکاری داشت و مته‌های مورد نیاز کشور را تأمین می‌کرد. این شرکت پس از اعمال تحریم‌های بین‌المللی، به قطع همکاری خود با ایران، اقدام کرد.

[۲]. Pram

ریسک نیز با هدف شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها انجام می‌شود تا بتوان بر اساس ریسک‌های با اولویت بیشتر، اقدامات لازم را برای جلوگیری از رخداد و مقابله با ریسک تدوین کرد. برای ارزیابی ریسک، روش‌های مختلفی وجود دارد؛ مثل روش ارزیابی مقدماتی خطر[۱]، روش خطر و مطالعه عملکرد[۲]، روش چه می‌شود اگر[۳]، ارزیابی ریسک زیرنظام (سیستم)[۴]، روش تجزیه‌تحلیل نظام (سیستم) خطر[۵] و روش تجزیه‌تحلیل عوامل شکست و آثار آن[۶].

درباره ارزیابی جامع ریسک‌های پروژه‌های توسعه و بومی‌سازی فناوری، به‌ویژه در صنعت نفت و گاز، مطالعات زیادی نشده است. عمده این تحقیقات بر جنبه‌های توسعه محصول تأکید کرده‌اند. کیزر[۷] و همکاران چهار دامنه ریسک بالقوه برای توسعه محصول شناسایی کرده‌اند: ریسک فناوری (طراحی محصول و توسعه پلت‌فرم، فناوری ساخت و مالکیت فکری)، ریسک بازار (مصرف‌کننده، عموم مردم، تجاری‌سازی و اقدامات بالقوه رقبا)، ریسک مالی (قابلیت تجاری‌سازی[۸]) و ریسک عملیاتی (سازمان داخلی، تیم پروژه، مشارکت با تأمین‌کنندگان بیرونی و تهیه و توزیع) [۱۲]. ابن[۹] به انواع ریسک‌ها در این فرایند شامل ریسک بازار، ریسک عملیاتی، ریسک فرصت و ریسک مالی اشاره دارد [۱۳]. در تحقیق دیگری نیز بر ریسک‌های مالی (جنبه‌های مالی کسب‌وکار)، ریسک عملیاتی (فعالیت‌ها و عملیات کسب‌وکار)، ریسک‌های محیطی (انواع ریسک‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی) و ریسک شهرت و اعتبار (جایگاه عمومی یک سازمان و اعتماد) تمرکز شده است [۱۴]. در پژوهشی دیگر، رایج‌ترین ریسک‌ها در نوآوری فناورانه و توسعه محصول، به این صورت بیان شده‌اند: ریسک فناورانه (برنامه‌ریزی شتاب‌زده، مشخصات متناقض، طراحی غیرواقعی، رهبران پروژه غیرمؤثر، نبود ارتباط و هماهنگی میان توسعه‌دهندگان و چرخه عمر فناوری)، ریسک بازار (تغییر تأمین‌کنندگان، نوسانات در مقدار مورد استفاده متقاضیان، تغییر در سلیقه مصرف‌کننده، در دسترس بودن محصولات جایگزین و کمبود کالاهای مکمل)، ریسک مالی (تأمین مالی محدود برای توسعه محصول و مشکلات با مشتریان جدید)، ریسک همکاری (تقلب کردن، تحریف اطلاعات و اختصاص دادن منابع برای خود) و ریسک نهادی/ نظارتی (سیاست‌های صنعتی، الزام‌های منبع‌یابی و حفاظت ضعیف از حقوق مالکیت فکری) [۱۵]. فصیحی نیز ریسک‌های توسعه فناوری در صنعت نفت و گاز را در چهار دسته اصلی، طبقه‌بندی می‌کند: ریسک‌های نهادی (شامل ریسک‌های قانونی، مقدماتی، دستورالعملی و سیاستی)، مالی (شامل تأمین مالی پروژه‌های توسعه فناوری و تحریم‌ها)، فنّی و ریسک‌های تجاری و بازار [۶]. کیزر در تحقیقی دیگر، در یکی از جامع‌ترین دسته‌بندی ریسک‌های توسعه و بومی‌سازی محصول، به شناسایی ۱۴۲ ریسک در ۱۲

---

۱. Preliminary Hazard Analysis
۲. Hazard and Operability study
۳. What If
۴. Sub System Hazard Analysis
۵. Analysis System Hazard
۶. Failure Mode Effects Analysis
۷. Keizer
۸. Commercial viability
۹. Ebben

دسته می‌پردازد که شامل ریسک‌های تجاری، رقبا، بازاریابی و پذیرش مصرف‌کننده، پذیرش عمومی، مالکیت فکری، فناوری ساخت و تولید، سازمان‌دهی و مدیریت پروژه، خانواده محصول و موقعیت تجاری، فناوری محصول، ارزیابی کیفیت، زنجیره تأمین و منابع است. از دیگر حوزه‌های ریسک توسعه فناوری تجهیزات در صنعت نفت و گاز، می‌توان به در دسترس بودن بودجه تحقیق و توسعه برای ایجاد فناوری جدید مورد نیاز برای صنعت نفت و گاز و همچنین پذیرش محصول جدید در بازار، به‌عنوان ریسک اقتصادی اشاره کرد [۱۲]. نداشتن تخصص در حوزه‌های فناوری‌های جدید، در بسیاری از شرکت‌های فعال، مانع از ارزیابی درست ریسک‌های ناشی از فناوری جدید می‌شود. همچنین نوآور باید سهم بازار جدید یا افزایش‌یافته (به‌عنوان نتیجه‌ای از معرفی فناوری جدید) را برای بازگشت هزینه‌های تحقیق و توسعه در نظر بگیرد [۱۶].

با توجه به موارد اشاره‌شده، می‌توان ریسک‌ها را به پنج دسته اصلی ریسک‌های نهادی، ریسک‌های بازار و تجاری‌سازی، ریسک‌های مالی، ریسک‌های فناورانه و ریسک‌های عملیاتی طبقه‌بندی کرد. ریسک‌های نهادی بر قوانین، دستورالعمل‌ها و سیاست‌های حمایتی تأکید دارند. ریسک‌های بازار و تجاری‌سازی بر اوضاع بازار، میزان تقاضا و ثبات آن تأکید دارند. تأکید ریسک‌های مالی بر مقوله تأمین مالی و نرخ‌های بازگشت مربوطه در فعالیت‌های توسعه فناوری است. ریسک‌های فناورانه به موارد فنّی و تخصصی مرتبط با توسعه و بومی‌سازی فناوری مته‌های حفاری اشاره دارند. ریسک‌های عملیاتی نیز بر موارد مرتبط با اجرای این فرایندها متمرکز هستند. با توجه به ادبیات مطالعه شده در مقالات مختلف و مصاحبه‌های اکتشافی انجام‌شده، می‌توان ریسک‌های مربوط به پروژه‌های توسعه و بومی‌سازی فناوری مته‌های حفاری را در قالب پنج بُعد مطرح‌شده در جدول شماره ۱ مشاهده کرد. قابل ذکر است که بخشی از این ریسک‌ها در تمام پروژه‌های توسعه فناوری و نوآوری مشابه هستند، اما شدت و احتمال وقوع این ریسک‌ها در حوزه‌های مختلف متفاوت است. همچنین برخی از این ریسک‌ها مانند تناسب نداشتن مته با سازند و لایه‌های زمین‌شناسی در میادین مختلف، خاص حوزه مته‌های حفاری هستند.

۳- روش پژوهش

در ابتدا مجموعه جامعی از ریسک‌ها در قالب ابعاد پنج‌گانه نهادی و قانونی، فناورانه، مالی، بازار و عملیاتی با توجه به ادبیات تحقیق و مصاحبه‌های اکتشافی شناسایی شد (جدول ۱). مصاحبه‌های اکتشافی با هدف شناسایی بهتر موضوع و محدوده آن با پنج نفر از خبرگان حوزه توسعه فناوری در تجهیزات صنعت نفت و گاز و مته‌های حفاری انجام شد که دارای تخصص و تجربه بالایی بودند. این افراد همگی از متخصصان و مدیران زبده صنعت نفت و گاز کشور بودند که سابقه مدیریت و حضور در پروژه‌های بومی‌سازی تجهیزات صنعت نفت و گاز را با تأکید بر مته‌های حفاری داشته‌اند. این مصاحبه‌ها به صورت نیمه‌ساختاریافته شامل سؤالات باز و بسته بود. تمام مصاحبه‌ها ضبط و پیاده‌سازی شد و برای تأیید دوباره در اختیار مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت. سپس براساس مصاحبه‌های اکتشافی و مطالعات انجام‌شده، مجموعه‌ای از سنجه‌ها در قالب پنج

بُعد، توسعه داده شد که در پایان بر پایه آن، پرسش‌نامه مدّنظر مطابق با هدف تحقیق استخراج شد (جدول ۱).

جدول ۱- ریسک‌های استخراج شده از مصاحبه‌های اکتشافی و تحقیقات پیشین

ریسک‌های نهادی/ نظارتی	حفاظت ضعیف از حقوق مالکیت فکری [۱۵]
	نبود نهاد استاندارد و مشروعیت‌بخش در حوزه تجهیزات صنعت نفت [۶]
	لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبالغ زیاد برای حضور در مناقصه‌ها و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار [۶]
	تغییر مکرر قوانین و سیاست‌های کلان [۶]
	دستورالعمل‌ها و سیاست‌های متعارض با بومی‌سازی فناوری از سوی شرکت‌های داخلی [۶]
	نبود یا ضعف سیاست‌های صنعتی در کشور [۱۵]
ریسک‌های بازار و تجاری‌سازی	اقدامات بالقوه رقبای خارجی [۱۲]
	تغییر اوضاع بازار و نیازهای مشتریان [۱۲، ۱۵]
	تغییرات در میزان تقاضای محصولات درخواستی از سوی سازمان‌های بهره بردار [۱۵]
	بروز تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی (مصاحبه با خبرگان)
	نپذیرفتن محصول پس از عرضه آن به بازار (به کار نگرفتن آن از سوی شرکت‌های بهره‌بردار) [۱۶]
	فقدان یا کمبود کالاهای مکمل [۱۵]
	شناخت غیردقیق شرکت‌های بهره‌بردار نفتی از توانمندی‌های موجود در کشور (مصاحبه با خبرگان)
	ضعف اعتبار و نشان تجاری شرکت‌های داخلی [۱۴]
	شکل نگرفتن یا شکل‌گیری دیرهنگام قواعد بازار در حوزه‌های مته‌های حفاری (مصاحبه با خبرگان)
	مخالفت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی (مصاحبه با خبرگان)
ریسک‌های مالی	تغییرات شاخص‌های اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم) [۱۲]
	شفاف نبودن میزان بازگشت سرمایه [۷]
	تأمین مالی محدود برای توسعه محصول [۱۵]
ریسک‌های فناورانه	برنامه‌ریزی شتاب‌زده فناوری [۱۵]
	شناسایی نکردن فناوری‌ها/ محصولات جایگزین [۱۵]
	ارزیابی و انتخاب اشتباه گزینه‌های ممکن فناوری [۱۵]
	نقض حقوق اختراع‌های متعلق به شرکت‌های رقیب خارجی [۱۲]
	طراحی نامناسب مراحل توسعه محصول [۱۲]
	مشخصات متفاوت و متناقض گزینه‌های فناوری[1] [۱۵]
	تناسب نداشتن مته با سازند و لایه‌های زمین‌شناسی در میدان‌های مختلف (مصاحبه با خبرگان)
	ناممکن بودن دستیابی به فناوری‌های ساخت و تولید یا تأخیر در آن [۱۲]
	ریسک ناشی از انتخاب نادرست اقلام جانبی و دارایی‌های مکمل [۱۲]
	چرخه عمر فناوری و تغییر اساسی فناوری [۱۵]
	ناممکن بودن دستیابی به تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز یا تأخیر در آن (مصاحبه با خبرگان)

[1]. Contradictory Specifications

ریسک‌های عملیاتی	انتخاب نامناسب شرکای خارجی [۱۲]
	قدرت چانه‌زنی زیاد یکی از سازمان‌های همکار به علّت انحصاری‌بودن دانش فنّی [۱۴]
	کمبود نیروی انسانی ماهر و متخصص [۱۷]
	سازماندهی داخلی ضعیف برای مدیریت پروژه [۱۲]
	بروز حوادث زیست‌محیطی [۱۷]
	ناآگاهی مدیر از ریسک‌های احتمالی پروژه [۱۵]
	کمبود تجربه‌های عملیاتی در پروژه‌های مشابه [۱۴]
	نبود زیرساخت‌های مکمل و مناسب (قدیمی بودن لوله‌ها و دکل‌های حفاری) (مصاحبه با خبرگان)

برای ارزیابی ریسک، روش‌های مختلفی وجود دارد؛ مانند روش ارزیابی مقدماتی خطر[۱]، روش خطر و مطالعه عملکرد[۲]، روش چه می‌شود اگر[۳]، ارزیابی ریسک زیرنظام (سیستم)[۴]، روش تجزیه‌تحلیل نظام (سیستم) خطر[۵] و روش تجزیه‌تحلیل عوامل شکست و آثار آن[۶]. روش تجزیه‌تحلیل عوامل شکست و آثار آن، از سال ۲۰۰۰ تاکنون یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی ریسک در تمام صنایع به شمار می‌رود [۸]. این روش به صورت خاص در زمان طراحی و به‌کارگیری نظام‌ها، محصولات و فرایندهای جدید، قرارگرفتن در محیط‌ها و موقعیت‌های جدید و برنامه‌های بهبود مستمر، بر سایر روش‌ها برتری دارد [۹]. با این روش ساده و دقیق، فرایند ارزیابی ریسک به شکل منطقی و نظام‌مند دنبال می‌شود. شناسایی، ارزیابی، اولویت‌بندی خطاها و خطرات بالقوه، از جمله توانمندی‌های روش تجزیه‌تحلیل عوامل شکست و آثار آن هستند. در این روش سه موضوع مهم را باید درنظر گرفت: احتمال وقوع[۷]، شدت خطر[۸] و احتمال کشف[۹]. احتمال وقوع، احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکست‌ها نسبت به تعداد انجام فرایند است. شدت خطر، ارزیابی و سنجش نتیجه شکست است (البته اگر به وقوع بپیوندد). شدت، یک مقیاس ارزیابی است که جدی بودن اثر یک شکست را در صورت ایجاد آن تعریف می‌کند. تشخیص نیز احتمال تشخیص است قبل از آنکه اثر وقوع آن مشخص شود. ارزش یا رتبه تشخیص، وابسته به جریان کنترل است. تشخیص، توانایی کنترل برای یافتن علّت و سازوکار شکست‌هاست [۸]. در ادامه برای ارزیابی شدت وقوع، احتمال وقوع و احتمال شناسایی ریسک‌های شناسایی‌شده، پرسش‌نامه‌ای طراحی شد. پرسش‌نامه طراحی‌شده بین ۲۵ نفر از مدیران، مجریان و کارشناسان فنّی پروژه توسعه فناوری مته‌های حفاری توزیع و ۱۸ پرسش‌نامه تکمیل‌شده، جمع‌آوری شد. در این پرسش‌نامه برای هر شاخص از طیف لیکرت پنج‌تایی استفاده شده است. برای شدت ریسک، عدد پنج

۱. Preliminary Hazard Analysis
۲. Hazard and Operability study
۳. What If
۴. Sub System Hazard Analysis
5. Analysis System Hazard
6. Failure Mode Effects Analysis
۷. Likelihood of occurrence
8. Severity of impact
9. Likelihood of detection

نشان‌دهنده ریسک‌هایی است که منجر به شکست قطعی پروژه می‌شوند و عدد یک فقط ریسک‌هایی است که بر نتایج نهایی پروژه به صورت مستقیم اثر ندارند و تنها نیاز است که پایش شوند. برای شاخص احتمال وقوع، عدد پنج نشان‌دهنده احتمال وقوع خیلی زیاد است و به ریسک‌هایی اطلاق می‌شود که به‌طورمعمول رخ می‌دهند. عدد یک هم احتمال وقوع بسیار کم و تقریباً غیرمحتمل را نشان می‌دهد. در شاخص احتمال شناسایی، عدد پنج نمایانگر ریسک‌هایی است که احتمال شناسایی آنها تا زمان وقوع بسیار کم است و عدد یک نشانگر ریسک‌هایی است که می‌توان با یک دستورالعمل کاری یا یک آیین‌نامه مشخص، آنها را شناسایی و از وقوعشان جلوگیری کرد. پس از دریافت پرسش‌نامه‌ها، با استفاده از آزمون دو جمله‌ای، ریسک‌های مهم از نظر شدت، احتمال وقوع و احتمال شناسایی بررسی شدند. سپس شاخص اولویت ریسک (RPN) که حاصل‌ضرب سه شاخص شدت ریسک، احتمال وقوع و احتمال شناسایی است برای هر یک از ریسک‌ها تعیین شد. سپس ریسک‌ها در هر یک از ابعاد، از نظر شاخص RPN اولویت‌بندی شدند. در روش FMEA، با استفاده از امتیازدهی RPN، می‌توان نمره اولویت خطرپذیری را تعیین کرد. این رهنمود بیانگر این است که اعداد با اولویت ریسک بالاتر، جهت آنالیز و تخصیص منابع (اهدف بهبود) مقدم هستند و تیم پروژه باید روی ریسک‌هایی کار کند که RPNهای بالاتری دارند. همچنین مراحل کلی روش تحقیق در نمودار شماره ۱، دیده می‌شود.

نمودار ۱- مراحل طی‌شده تحقیق

۳- ۱- جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش، متخصصان و صاحب‌نظران حوزه توسعه فناوری در این صنعت هستند که دارای حداقل یک بار مشارکت در پروژه‌های بومی‌سازی تجهیزات صنعت نفت و گاز با تأکید بر مته‌های حفاری بوده‌اند. برای شناسایی افراد حاضر در نمونه از روش نمونه‌گیری گلوله برفی استفاده شد. درمجموع جهت اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده، بر اساس شدت وقوع، احتمال وقوع و احتمال شناسایی، از نظرات و تجربه‌های ۱۸ تن از کارشناسان و مدیران پروژه توسعه فناوری تجهیزات نفتی با تأکید بر مته‌های حفاری استفاده شده است. تعداد نُه نفر کارشناسی‌ارشد، دو نفر دکتری و سایر افراد مدرک کارشناسی داشتند. سابقه فعالیت همگی این افراد در صنعت نفت و گاز بیش از یک دهه است و حداقل در یک پروژه توسعه تجهیزات صنعت نفت و گاز با تأکید بر مته‌های حفاری مشارکت فعال داشته‌اند.

۳- ۲- روایی و پایایی

در این تحقیق سعی شده برای دستیابی به اعتبار لازم در طراحی و استفاده از پرسش‌نامه‌ها، پس از انجام مطالعه مقدماتی درباره موضوع در دست بررسی با مشورت و مصاحبه با متخصصان، پرسش‌نامه‌ای طراحی شود که از روایی کافی برخوردار باشد. در همین راستا این پرسش‌نامه به تأیید پنل خبرگان تحقیق رسید. همچنین برای آزمون پایایی پرسش‌نامه از آزمون آلفای‌کرونباخ استفاده شد. با توجه به اینکه ضریب آلفای کرونباخ محاسبه‌شده برای شدت اثرگذاری برابر ۰.۸۹ و برای احتمال وقوع ۰.۸ و احتمال شناسایی ۰.۸۵ است، می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت اعتماد پرسش‌نامه توزیع‌شده در حد مقبولی است؛ بنابراین قابلیت اعتماد پرسش‌نامه، تأیید می‌شود. پرسش‌نامه‌های مذکور به صورت حضوری توزیع شد.

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- استخراج ریسک‌های مهم از طریق آزمون دوجمله‌ای

از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، ۳۸ ریسک شناسایی شدند. به‌منظور تعیین اینکه آیا هر ریسک بر اساس شدت تأثیرگذاری، احتمال وقوع و احتمال شناسایی به‌طور معنی‌داری با اهمیت است یا خیر، از آزمون دوجمله‌ای استفاده شد. با توجه به اینکه متغیرهای پژوهش حاضر بیش از دو حالت دارند، به دو گروه تقسیم می‌شوند که این مسأله، قضاوت درباره قرار گرفتن یک متغیر در یک گروه را ساده و ممکن می‌کند. همچنین P یا نسبت اهمیت، ۶۵درصد در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی اگر بیش از ۶۵ درصد از نمونه متغیرهای زبانی مهم و خیلی مهم را برای یک متغیر انتخاب کنند، آن متغیر مهم محسوب می‌شود. نتایج آزمون دوجمله‌ای نشان داد، ۲۶ ریسک به‌عنوان ریسک‌های مهم و اثرگذار هستند که در جدول ۲، دیده می‌شوند.

جدول ۲- ریسک‌های مهم شناسایی‌شده از نظر شدت تأثیرگذاری، احتمال وقوع و احتمال شناسایی بر اساس آزمون دوجمله‌ای

نپذیرفتن محصول پس از عرضه آن به بازار (به کار نگرفتن آن از سوی شرکت‌های بهره‌بردار)	شکل نگرفتن یا شکل‌گیری دیرهنگام قواعد بازار در حوزه‌های مته‌های حفاری
نبود نهاد استاندارد و مشروعیت‌بخش در حوزه تجهیزات صنعت نفت	تأمین مالی محدود برای توسعه محصول
چرخه عمر فناوری و تغییر اساسی فناوری	ناممکن بودن دستیابی به تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز یا تأخیر در آن
شفاف نبودن میزان بازگشت سرمایه	ناممکن بودن دستیابی به فناوری‌های ساخت و تولید یا تأخیر در آن
تغییر مکرر قوانین و سیاست‌های کلان	کمبود نیروی انسانی ماهر و متخصص
بروز تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی	نبود زیرساخت‌های مکمل و مناسب (قدیمی بودن لوله‌ها و دکل‌های حفاری)
شناخت غیردقیق شرکت‌های بهره‌بردار نفتی از توانمندی‌های موجود در کشور	قدرت چانه‌زنی زیاد یکی از سازمان‌های همکار به علّت انحصاری‌بودن دانش فنّی
تغییرات شاخص‌های اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم)	کمبود تجربه‌های عملیاتی در پروژه‌های مشابه
شناسایی نکردن فناوری‌ها/ محصولات جایگزین	انتخاب نامناسب شرکا
ارزیابی و انتخاب اشتباه گزینه‌های ممکن فناوری	ناآگاهی مدیر از ریسک‌های احتمالی پروژه
تناسب نداشتن مته با سازند و لایه‌های زمین‌شناسی مدّنظر	لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبالغ زیاد برای حضور در مناقصه‌ها و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار
طراحی نامناسب مراحل توسعه محصول	نقض حقوق اختراع‌های متعلق به شرکت‌های رقیب خارجی
انتخاب نادرست اقلام جانبی و دارایی‌های مکمل	مخالفت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی

۴- ۲- محاسبه عدد اولویت ریسک RPN

در این مرحله، ریسک‌های شناسایی‌شده باید ارزیابی شوند. برای انجام این ارزیابی از روش FMEA استفاده شده است که یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی ریسک برای تحلیل ریسک و پیش‌بینی اثرات آن بر اهداف است. در روش FMEA با استفاده از امتیازدهی RPN، می‌توان نمره اولویت خطرپذیری را از طریق حاصل‌ضرب شدت وقوع، احتمال وقوع و احتمال شناسایی تعیین کرد.

جدول ۳- رتبه‌بندی ریسک‌ها بر اساس عدد RPN

ابعاد	ریسک‌ها	شدت تأثیر	احتمال وقوع	احتمال شناسایی	RPN
نهادی/ قانونی	تغییر مکرر قوانین و سیاست‌های کلان	۳، ٤۲	۲، ۹٤	۳، ۵۵	۳۵، ۸۱
	حفاظت ضعیف از حقوق مالکیت فکری	۲، ۷۳	۲، ۸۸	۲، ۷۲	۲۱، ۵۲
	لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبالغ زیاد برای حضور در مناقصه‌ها و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار	٤، ۱۰	٤، ۲۲	۳، ۰۵	۵۲، ۹٦
	نبود نهاد استاندارد و مشروعیت‌بخش	۳، ۷۸	۳، ۳۸	۲، ۸۳	۳٦، ۳۸
	میانگین RPN ریسک‌های بُعد نهادی/ قانونی				۳٦، ٦٦
بازار و تجاری‌سازی	نپذیرفتن محصول پس از عرضه آن به بازار (به کار نگرفتن آن از سوی شرکت‌های بهره‌بردار)	۳، ۷۳	۳، ۷۲	۲، ۹٤	٤۰، ۹۵
	مخالفت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی	٤	۳، ۷۲	۳، ۲۲	٤۷، ۹۷
	بروز تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی	۲، ۷۳	۳، ۵۵	۳، ۷۲	۳٦، ۲۲
	شناخت غیردقیق شرکت‌های بهره‌بردار نفتی از توانمندی‌های موجود در کشور	۲، ٦۳	۳، ۰۵	۲، ٦٦	۲۱، ٤٤
	تغییرات شاخص‌های اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم)	۳، ۲٦	۳، ۹٤	۳، ۵	٤۵، ۰٤
	شکل نگرفتن یا شکل‌گیری دیرهنگام قواعد بازار در حوزه‌های مته‌های حفاری	۲، ٤۷	۳، ۲۷	۲، ۷۷	۲۲، ۵۲
	میانگین RPN ریسک‌های بُعد بازار و تجاری‌سازی				۳۵، ٦۹
مالی	شفاف نبودن میزان بازگشت سرمایه	۳، ۱۵	۳، ۰۵	۳، ۳۸	۳۲، ٦۹
	تأمین مالی محدود برای توسعه محصول	۳، ۸۹	۳، ۷۲	۲، ۳۳	۳۳، ۸۲
	میانگین RPN ریسک‌های بُعد مالی				۳۳، ۲٦
فناورانه	چرخه عمر فناوری و تغییر اساسی فناوری	۳	۳، ۰۵	۲، ۲۲	۲۰، ۳۷
	شناسایی نکردن فناوری‌ها/ محصولات جایگزین	۳، ۲۱	۲، ۹٤	۲، ۵۵	۲٤، ۱۵
	ارزیابی و انتخاب اشتباه گزینه‌های ممکن فناوری	۲، ۸٤	۳، ۲۲	۲، ٦۱	۲۳، ۹۱
	تناسب نداشتن مته با سازند و لایه‌های زمین‌شناسی در میدان‌های مختلف	۳، ۰۵	۲، ۷۲	۳، ۱۱	۲۵، ۸۵
	طراحی نامناسب مراحل توسعه محصول	۲، ٦۳	۳، ۳۳	۳	۲٦، ۳۱
	انتخاب نادرست اقلام جانبی و دارایی‌های	۲، ۵۷	۳، ۰۵	۲، ٤٤	۱۹، ۲٦

ابعاد	ریسک‌ها	شدت تأثیر	احتمال وقوع	احتمال شناسایی	RPN
	مکمل				
	ناممکن بودن دستیابی به تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز یا تأخیر در آن	۳، ۰۵	۳	۲، ٤٤	۲۲، ۳۸
	ناممکن بودن دستیابی به فناوری‌های ساخت و تولید یا تأخیر در آن	۳، ۳۱	٤	۲، ۷۲	۳٦، ۱۰
	میانگین RPN ریسک‌های بُعد فناورانه				۲٤، ۷۹
عملیاتی	کمبود نیروی انسانی ماهر و متخصص	۳، ۰۵	۳، ۷۷	۲، ٤٤	۲۸، ۱۸
	کمبود تجربه‌های عملیاتی در پروژه‌های مشابه	۳، ٤۷	٤، ۰۵	۲، ۵	۳۵، ۲۱
	انتخاب نامناسب شرکا	۳، ٤۷	۳، ۷۲	۲، ۸۸	۳۷، ۳۵
	ناآگاهی مدیر از ریسک‌های احتمالی پروژه	۳، ۱۰	۳، ۲۷	۳، ٤٤	۳۵، ۰۵
	قدرت چانه‌زنی زیاد یکی از سازمان‌های همکار به علّت انحصاری‌بودن دانش فنّی	۳، ۲٦	۳، ۱٦	۲، ۰۵	۲۱، ۲٤
	نبود زیرساخت‌های مکمل و مناسب (قدیمی بودن لوله‌ها و دکل‌های حفاری)	۲، ۸٤	۳، ٦٦	۲	۲۰، ۸٤
	میانگین RPN ریسک‌های بُعد عملیاتی				۲۹، ٦٤

بر اساس نتایج به‌عمل‌آمده در جدول ۳، اولویت ریسک‌ها بر اساس ابعاد پنج‌گانه به‌این‌صورت است که پراهمیت‌ترین ریسک مربوط به ریسک‌های نهادی و قانونی است. بعد از آن، بُعد بازار و تجاری‌سازی در رتبه دوم اهمیت قرار دارد. ابعاد مالی، عملیاتی و فناورانه هم در اولویت‌های بعدی اهمیت ریسک قرار می‌گیرند. ده ریسک دارای اولویت، در جدول ۴، نشان داده شده‌اند.

جدول ۴- اولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس عدد RPN

رتبه	ریسک	بعد	RPN
۱	لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبالغ زیاد برای حضور در مناقصه‌ها و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار	نهادی و قانونی	۵۲، ۹٦
۲	مخالفت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی	بازار و تجاری‌سازی	٤۷، ۹۷
۳	تغییرات شاخص‌های اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم)	بازار و تجاری‌سازی	٤۵، ۰٤
۴	نپذیرفتن محصول پس از عرضه آن به بازار (به کار نگرفتن آن از سوی شرکت‌های بهره‌بردار)	بازار و تجاری‌سازی	٤۰، ۹۵

رتبه	ریسک	بعد	RPN
۵	انتخاب نامناسب شرکا	عملیاتی	۳۷، ۳۵
۶	نبود نهاد استاندارد و مشروعیت‌بخش	نهادی و قانونی	۳۶، ۳۸
۷	بروز تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی	بازار و تجاری‌سازی	۳۶، ۲۲
۸	ناممکن بودن دستیابی به فناوری‌های ساخت و تولید یا تأخیر در آن	فناورانه	۳۶، ۱۰
۹	تغییر مکرر قوانین و سیاست‌های کلان	نهادی و قانونی	۳۵، ۸۱
۱۰	کمبود تجربه‌های عملیاتی در پروژه‌های مشابه	عملیاتی	۳۵، ۲۱

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

وضعیت خاص ایران در صحنه بین‌المللی، محدودیت‌های جهانی در دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، راهبردی بودن صنعت نفت از بُعد سیاسی و اقتصادی و علل متعدد دیگر، بومی‌سازی فناوری تجهیزات در این صنعت را به الزامی اساسی تبدیل کرده است. پروژه‌های توسعه و بومی‌سازی فناوری در بخش تجهیزات صنعت نفت و گاز، ریسک‌های زیادی دارند. یکی از راهکارهای افزایش اثربخشی و کارایی این پروژه‌ها، شناسایی، ارزیابی و مدیریت ریسک‌های مرتبط است. در این مقاله به این سؤال پاسخ داده شده که ریسک‌های موجود در پروژه‌های توسعه و بومی‌سازی فناوری با تأکید بر مته‌های حفاری چه هستند. برای پاسخ به این سؤال کلیدی، ابتدا با مرور ادبیات مربوط و همچنین مصاحبه‌های اکتشافی، تعداد ۳۸ ریسک توسعه فناوری در پنج بُعد نهادی و قانونی، فناورانه، مالی، بازار و عملیاتی شناسایی شدند. برای هر یک از ریسک‌ها بر اساس روش FMEA، سه شاخص شدت ریسک، احتمال وقوع و احتمال شناسایی آن در پروژه‌های توسعه فناوری اختصاص یافت. پس از دریافت تعداد ۱۸ پرسش‌نامه از میان ۲۵ پرسش‌نامه توزیع‌شده در میان خبرگان توسعه فناوری تجهیزات صنعت نفت و گاز و مته‌های حفاری، با استفاده از آزمون دو جمله‌ای، تعداد ۲۶ ریسک مهم از نظر شدت، احتمال وقوع و احتمال شناسایی تعیین شدند. سپس شاخص اولویت ریسک (RPN) که حاصل‌ضرب سه شاخص شدت ریسک، احتمال وقوع و احتمال شناسایی است، برای هر یک از این ریسک‌ها تعیین شد. سپس ریسک‌ها در هر یک از ابعاد از نظر شاخص RPN اولویت‌بندی شدند. در روش FMEA با استفاده از امتیازدهی RPN، می‌توان نمره اولویت خطرپذیری را تعیین کرد. این رهنمود بیانگر این است که اعداد با اولویت ریسک بالاتر، برای آنالیز و تخصیص منابع (با هدف بهبود) مقدم هستند و تیم باید روی ریسک‌هایی کار کند که RPNهای بالاتری دارند.

بر اساس میانگین RPN ریسک‌های موجود در هر یک از ابعاد پنج‌گانه، بُعد نهادی و قانونی بیشترین میانگین RPN را در میان ابعاد پنج‌گانه دارد. سپس به ترتیب ابعاد بازار و تجاری‌سازی، مالی، عملیاتی و فناورانه قرار دارند. این یافته بر نقش انکارناپذیر دولت در فرایند توسعه فناوری در این صنعت تأکید دارد. در

صورت ایفا نکردن نقش مناسب از سوی دولت، احتمال شکست پروژه‌های توسعه فناوری به صورت محسوسی افزایش می‌یابد. یکی دیگر از یافته‌های تحقیق، شناسایی ریسک‌های دارای اهمیت است که در این میان ده ریسک از اهمیت بیشتری برخوردارند. از میان تمام ریسک‌ها، ریسک لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبلغ زیاد برای حضور در مناقصه‌ها و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار از بالاترین اولویت برخوردار است. یکی از چالش‌های جدی در توسعه فناوری‌های تجهیزات نفتی، به صورت خاص مته‌های حفاری، لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبلغ زیاد از طرف شرکت‌های توسعه‌دهنده فناوری است. مته‌های حفاری جزئی از تجهیزات ساخت سفارشی است؛ لذا شرکت‌های توسعه‌دهنده این فناوری، برای دریافت سفارش، دو سازوکار پیش رو دارند. این شرکت‌ها یا باید در مناقصه برنده شوند یا به صورت تضمین خرید از سوی یک شرکت بهره‌بردار نفتی عمل کنند. در هر یک از این دو حالت، این شرکت‌ها باید به‌منظور پوشش هزینه‌های اولیه توسعه فناوری، پیش‌پرداخت دریافت کنند که نیازمند ضمانت‌نامه‌های با مبلغ زیاد (با توجه به قیمت بالای این تجهیزات) است. برای مدیریت این ریسک، شرکت‌ها باید پیش‌بینی‌های مالی لازم را پیش از ورود به این پروژه‌ها انجام داده و در برنامه‌های خود لحاظ کنند. همچنین نهادهای مسئول باید فضایی را فراهم آورند که شرکت‌ها بتوانند از حمایت‌های عمومی برای صدور ضمانت‌نامه برخوردار باشند. دومین ریسک مهم تمایل نداشتن شرکت‌های بهره‌بردار به انجام تست‌های آزمایشی محصول اولیه تولیدکننده داخلی است. یکی از مهم‌ترین نکات در توسعه فناوری‌های مربوط به مته‌های حفاری، امکان تست آنها در محیط‌های واقعی است تا بتوان به رفع نواقص و مشکلات پیش از عرضه نهایی محصول پرداخت. در بسیاری مواقع، این امکان برای شرکت‌های توسعه‌دهنده در محیط‌های واقعی مانند میادین نفتی و گازی وجود ندارد. دو پیشنهاد ممکن برای مدیریت و کاهش این ریسک شامل: الف. تخصیص میادین پایلوت به شرکت‌های توسعه‌دهنده فناوری مته‌های حفاری و ب. بیمه کردن این تست‌ها به‌منظور بازگشت خسارت‌های احتمالی شرکت‌های بهره‌بردار از سوی نهادهای حاکمیتی است.

تغییرات شاخص‌های اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم) نیز به صورت جدی، بازگشت سرمایه پروژه‌ها را به مخاطره می‌اندازد. در بسیاری موارد، افزایش نرخ ارز سبب افزایش هزینه‌های شرکت توسعه‌دهنده می‌شود، اما کارفرما این تغییر را نپذیرفته و عملاً پروژه را از شرایط اقتصادی خارج می‌کند. ایجاد و توسعه سازوکارهای حمایتی به‌منظور جلوگیری از آثار منفی تغییرات نرخ ارز و تورم می‌تواند موجب کاهش آثار منفی این ریسک شود. چهارمین ریسک دارای اولویت نپذیرفتن محصول و به‌کارگیری آن توسط شرکت‌های بهره‌بردار نفتی است. در بسیاری مواقع حتی با وجود توسعه فناوری، شرکت‌های بهره‌بردار به دلایل مختلف ازجمله تمایل نداشتن به پذیرش ریسک استفاده از محصول داخلی و عادت به مصرف محصولات خارجی، حاضر به خرید و استفاده از این محصولات نیستند و عملاً فرایند توسعه فناوری در ابتدای راه از بین می‌رود. بنگاه‌ها باید پیش از شروع پروژه، این ریسک را مدیریت کنند و حداقل‌های تقاضا در بازار را تدارک ببینند. توسعه محصول مشترک با نشان‌های تجاری معتبر بین‌المللی نیز می‌تواند به این شرکت‌ها برای ورود به بازار کمک کند. همچنین خریدهای تجمیعی دولتی و استفاده صحیح از قانون حداکثر توان داخلی، یکی از پیشنهادهای اصلی برای کاهش این ریسک است. یکی دیگر از ریسک‌های مهم، انتخاب نامناسب شرکای

بین‌المللی به‌منظور توسعه فناوری است. در واقع شرکای خارجی با اهداف مختلفی وارد فرایند همکاری می‌شوند. عمده دلایل، مربوط به تصاحب بخشی از بازار داخلی است. در این بخش، هوشمندی بنگاه‌های اقتصادی ضروری است؛ از این جهت که اولاً این شریک، از نظر توان فنّی و تخصصی در چه سطحی است. ثانیاً اهداف این مجموعه از همکاری فناوری چیست و ثالثاً سابقه همکاری‌های پیشین این شرکت چه است [۴]. در بسیاری موارد، انتخاب شریک نامناسب، سبب عقیم ماندن پروژه‌های توسعه فناوری مته‌های حفاری در ایران شده است.

به‌طورکلی نتایج این تحقیق دارای دو تفاوت اساسی با سایر تحقیقات است. اولین تمایز در شناسایی و ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری تجهیزات صنعت نفت و گاز به صورت جامع و در قالب پنج بُعد نهادی و قانونی، فناورانه، مالی، بازار و عملیاتی است. همان‌طورکه در بخش‌های قبلی نیز اشاره شد، عمده تحقیقات، بر فرایند توسعه محصول تکیه دارند و به‌ندرت به مقوله ریسک‌های توسعه فناوری پرداخته‌اند. دومین تمایز این تحقیق با تحقیقات پیشین، تمرکز بر بستر خاص صنعت نفت و گاز ایران و به صورت خاص، مته‌های حفاری است که اولویت‌بندی ریسک‌ها را از سایر حوزه‌ها و تحقیقات متمایز می‌کند. بخشی از این ریسک‌ها که در بستر صنعت نفت و گاز ایران و تجهیز خاصی مانند مته‌های حفاری دارای اهمیت زیادی هستند، ازاین‌قرارند: لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبلغ زیاد از طرف شرکت‌های توسعه‌دهنده فناوری، تمایل نداشتن شرکت‌های بهره‌بردار به انجام تست‌های آزمایشی محصول اولیه تولیدکننده داخلی، تغییرات شاخص‌های اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم) و نبود نهاد استاندارد و مشروعیت‌بخش. چه‌بسا در سایر حوزه‌ها، تجهیزات و کشورها ریسک‌های دیگری از اهمیت بیشتری برخوردار باشند.

برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود که این ریسک‌ها بر اساس لایه‌های مختلف نقشه راه طبقه‌بندی شوند تا بتوان در فاز برنامه‌ریزی، ریسک‌ها را نیز شناسایی و برای مدیریت آنها اقدام کرد. علل به‌وجودآورنده این ریسک‌ها و ارائه راهکارهای جامع برای پیشگیری و مقابله با آنها هم می‌توانند در تحقیقات آتی بررسی شوند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع : **References:**

۱. توکل، محمد و محمدرضا مهدی‌زاده، (۱۳۸۶). «بررسی توسعه تکنولوژی و صنعت نفت ایران»، مطالعات جامعه‌شناختی.
۲. نوری، بهروز و علیرضا میقانی‌نژاد، (۱۳۹۲). «ارزیابی فرایند انتقال فناوری در بخش بالادستی صنعت نفت؛ مطالعه موردی: انتقال فناوری ساخت مته‌های حفاری». ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز، ش ۱۰۷.
۳. آشتیانی‌عبدی، هادی، (۱۳۸۹). «مته‌های حفاری هیبریدی؛ پیوند رؤیا و واقعیت»، ماهنامه اکتشاف و تولید، ش ۷۵.
۴. اردشیریان، فیروز، (۱۳۹۱). «بومی‌سازی و تجاری‌سازی فناوری در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی؛ چهارمین همایش ارتقای توان داخلی با رویکرد رفع موانع تولید در شرایط تحریم»، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف.
۵. حق‌نویس، معید و همایون ساجدی، (۱۳۸۲)، «مهندسی ریسک برای مدیران پروژه؛ مدل‌ها و ابزارها»، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا.
۶. فصیحی، (۱۳۹۲). «مصاحبه رئیس پژوهشکده مطالعات راهبردی فناوری مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی». خبرگزاری فارس.
۷. نقی‌زاده، محمد و دیگران، (۱۳۹۳). «شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های همکاری فناوری؛ حوزه زیست‌فناوری»، مجله مدیریت توسعه فناوری، دوره دوم، ش ۳.
۸. امینی، الهام و حشمت اسدی‌آبگرمکانی، (۱۳۹۰). «انواع روش‌های ارزیابی ریسک و تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن بر اساس روش FMEA؛ اولین کنفرانس ملی بهداشت، ایمنی و محیطزیست»، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر.
۹. طریقتی، مژگان، (۱۳۹۰)، «روش‌های شناسایی خطرات، مزایا و معایب آنها»، ایمنی بهداشت محیطزیست.
10. Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. World development, 20(2), 165-186.
11. PMBOK (Project Management Body of Knowledge), (2013). Project Management Institute.
12. Keizer, J. A., Vos, J. P., & Halman, J. I. (2005). Risks in new product development: devising a reference tool. R&D Management, 35(3), 297-309.
13. Ebben, J. (2005). Managing risk in a new venture,www.Inc.com,Retrieved from http://www.inc.com/resources/startup/articles/20050301/risk.html.
14. Ekanayake, S., & Subramaniam, N. (2012). Nature, extent and antecedents of risk management in accounting, law and biotechnology firms in Australia.Accounting, Accountability & Performance, 17(1/2), 23.
15. Wu, J., & Wu, Z. (2014). Integrated risk management and product innovation in China: The moderating role of board of directors. Technovation, 34(8), 466-476.
16. Howard Neal.W., Matthew, R. & Robert, W. (2007). National Petrolum Council Oil and Gas Technology Development Subgroup Of The TechnologyTask Group Of The NPC Committee On Global Oil And Gas.Working Document of the NPC Global Oil and Gas Study.
17. Kim, Y., & Vonortas, N. S. (2014). Managing risk in the formative years: Evidence from young enterprises in Europe. Technovation, 34(8), 454-465.

پرتال جامع علوم انسانی