ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری در لایه‌های مختلف نقشه راه فناوری

(مورد مطالعه: مته‌های حفاری)

محمد نقی زاده*[۱]

بتول ابراهیمی[۲]

سعید پاک سرشت[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. از آنجاییکه هزینه‌ی توسعه فناوری در بخش تجهیزات صنعت نفت بسیار زیاد است، شناسایی انواع ریسک‌های موجود در این پروژه‌ها بسیار ضروری است. با این وجود، در فرآیند تدوین نقشه راه فناوری این تجهیزات کمتر به مقوله عدم قطعیت و ریسک توجه شده است. این مقاله تلاش دارد تا به ارائه چارچوبی جهت ارزیابی ریسک براساس لایه‌های مختلف نقشه راه فناوری بپردازد. در این راستا، پس از بررسی مطالعات پیشین و انجام مصاحبه‌های اکتشافی، ۲۹ ریسک مهم در چهار لایه نقشه راه شامل لایه‌های دانش چرایی، دانش چیستی، دانش چگونگی و توانمندسازها شناسایی و طبقه‌بندی شدند. به‌منظور ارزیابی این ریسک‌ها از روش تجزیه‌وتحلیل 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 احصا گردید. نتایج نشان می‌دهد که براساس لایه‌های نقشه راه فناوری، بالاترین میزان ریسک مربوط به لایه توانمندسازها و سپس لایه دانش چرایی است. همچنین بیشترین ریسک در لایه توانمندسازها مربوط به لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبالغ بالا و عدم موافقت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی می‌شود.

واژه‌های کلیدی:

ریسک، نقشه راه فناوری، تاثیرگذاری، احتمال وقوع، احتمال شناسایی

---

۱ . عضو هیات علمی دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی

* نویسنده عهده دار مکاتبات: m.naghizadeh@atu.ac.ir

۲ . کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی دانشگاه علامه طباطبائی

۳ . عضو هیات علمی پژوهشگاه صنعت نفت

۱- مقدمه

توسعه فناوری و نوآوری یکی از عوامل مهم رشد اقتصادی و افزایش توان کشورها در عرصه رقابت‌پذیری است. فناوری‌های نوین نسبت به منابع طبیعی روزبه‌روز در حال گران‌تر شدن است، بنابراین کشورهایی چـون ایران که تنها به منابع طبیعی متکی هسـتند و جایگزینی بـرای آن ندارند، باید در این زمینه سخت تلاش کنند. کشورهای دارای فناوری‌های روز دنیا هیچ‌گاه ابزار و مزیت رقابتی خود را به‌راحتی در اختیار دیگر کشورها قرار نمی‌دهند. هم‌اکنون تنها راه برون‌رفت از این وضعیت، تبدیل مزیت‌های نسبی(منابع طبیعی) به مزیت رقابتی(فناوری) است.

طرح‌هـا و پروژه‌های مرتبط با صنعت نفت به خاطر برخورداری از ویژگی‌های منحصربه‌فرد دارای تفاوت‌های محسوسـی با سـایر طرح‌ها و پروژه‌ها در صنایع دیگر هسـتند. حجم بالای سرمایه‌گذاری و طولانـی بودن مـدت اجرای طرح‌های این صنعت از وجوه تمایز اسـت. مته‌های حفاری نیز یکی از کالاهای بسـیار مهم و اسـتراتژیک در بخش بالادستی صنعت نفت محسوب می‌شوند. فرآیند ساخت مته‌های حفاری و ترکیباتی که در تولید هر یک از آن‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد، کاربردی تخصصی را برای آن مته پدید می‌آورد. درنتیجه از هر مته در شرایط خاصی از عملیات حفاری استفاده می‌گردد. این کالا به‌اندازه‌ای اسـتراتژیک اسـت که در دهه گذشته تنها چند شرکت آمریکایی انحصار تولید را داشته‌اند و به‌هیچ‌عنوان حاضر به همکاری درزمینه دانش فنی با شرکت‌های مختلف نبوده‌اند. یکی از این شرکت‌ها، شرکت بیکر هیوز[1] بوده است که با شرکت ملی نفت همکاری داشته و مته‌های موردنیاز کشـور را تأمین می‌کرده اسـت که پس از اعمال تحریم‌های بین‌المللی همکاری خود را با ایران، قطع نموده است (نوری، میقانی نژاد، ۱۳۹۲).

بدون تردید اگر بخواهیم فاصله چندین ساله سطح دانش و فناوری موجود بین صنعت نفت ایران و پیشروان آن در دنیا را طی کنیم و خود را مرز دانش و فناوری در عرصه بالادستی و پایین‌دستی نفت برسـانیم، بهترین راهی که به نظر می‌رسد بومی‌سازی به‌روزترین تجهیزات و فناوری‌های استراتژیک صنعت نفت است.

هزینه‌های توسعه فناوری در این صنعت بسیار زیاد است و بایستی برای توسعه هر یک از تجهیزات کلیدی مانند مته‌های حفاری یک نقشه راه فناوری دقیق ترسیم نمود. با اینوجود تدوین و پیاده‌سازی این نقشـه‌های راه با ریسـک‌های مختلفی همراه اسـت که عدم آشـنایی با آنهـا می‌تواند زیان‌های

1 . Bakerhughes

جبران‌ناپذیری را در پی داشته باشد. مقالات مختلفی چالش‌ها، مخاطرات و ریسک‌های توسعه فناوری در بخش‌های مختلف را بررسی کرده‌اند (به عنوان مثال کایزر[1] و همکاران، ۲۰۰۲؛ زفیو وو[2]، ۲۰۱۴؛ فصیحی، ۱۳۹۲؛ نقی زاده و همکاران، ۱۳۹۳). عمده این مقالات به ریسک‌های توسعه فناوری به صورت عمومی یا در قالب مراحل توسعه محصول جدید پرداخته‌اند و به ریسک‌های موجود در تدوین و پیاده‌سازی نقشه راه این فناوری‌ها نپرداخته‌اند. در مطالعات اخیر مانند(Ilevbar et al., 2014) بر این نکته تاکید شده است که با اضافه نمودن مدیریت ریسک به نقشه راه فناوری می‌توان امکان مدیریت بهتر ریسک‌ها در هر یک از مراحل توسعه فناوری و به دنبال آن تحقق اهداف پروژه را میسر نمود. با این وجود تحقیق خاصی پیرامون شناسایی، ارزیابی و تطبیق این ریسک‌ها با لایه‌های مختلف نقشه راه فناوری در یک فناوری خاص صورت نپذیرفته است. از این رو این پژوهش به دنبال شناسایی و ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری مته‌های حفاری در هر مرحله و هر لایه از نقشه راه فناوری است. در این مقاله مفهوم ریسک، عدم قطعیت و نقشه راه مورد بررسی قرار می‌گیرد، سپس به ادغام مدیریت ریسک در مراحل تدوین نقشه راه پرداخته می‌شود و ریسک‌ها نیز در لایه‌های مختلف نقشه راه بررسی می‌شوند و درنهایت نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات مربوطه ارائه می‌گردد.

۲- چارچوب نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۲-۱- ریسک و عدم قطعیت

در بسیاری از موارد عبارت‌های عدم قطعیت و ریسک به اشتباه به‌جای همدیگر به کار می‌روند. مفهوم عدم قطعیت عبارت از عدم دانش و شناخت کافی از آینده است و مفهوم ریسک، دلالت بر عدم قطعیتی دارد که ممکن است باعث بروز ضررهای مالی، فنی و ... گردد. در دهه ۱۹۸۰، ریسک و عدم قطعیت از یکدیگر تفکیک شدند و تعاریف آن‌ها به نحو قابل‌توجهی تغییر کرد. در این مرحله، ریسک به حالتی اطلاق گردید که در آن حالت، بیش از یک رویداد برای هر تصمیم وجود دارد، لیکن احتمال وقوع رویداد برای ما مشخص و معین است. درحالی‌که عدم قطعیت به حالتی اطلاق می‌گردد که اگرچه بیش از یک رویداد برای تصمیم وجود دارد، لیکن احتمال وقوع رویداد شناخته‌شده نیست، یا حتی بی‌معنی است(عبیری، ۱۳۷۴).

1 . Keizer
2 . Zefu Wu

عمده‌ترین تعریف ریسک در استاندارد پی ام باک[1] بدین‌صورت است: ریسک یک وضعیت یا واقعه غیرمسلم است که اگر اتفاق بیفتد حداقل بر یکی از اهداف پروژه اثر دارد. اهداف می‌توانند محدوده زمان‌بندی، هزینه و کیفیت باشند (PMBOK,2013). از تعاریف متفاوتی که از ریسک به‌عمل‌آمده می‌توان به این نتیجه دست‌یافت که از واژه ریسک وضعیتی مدنظر است که سه ویژگی ذیل را دارا باشد:

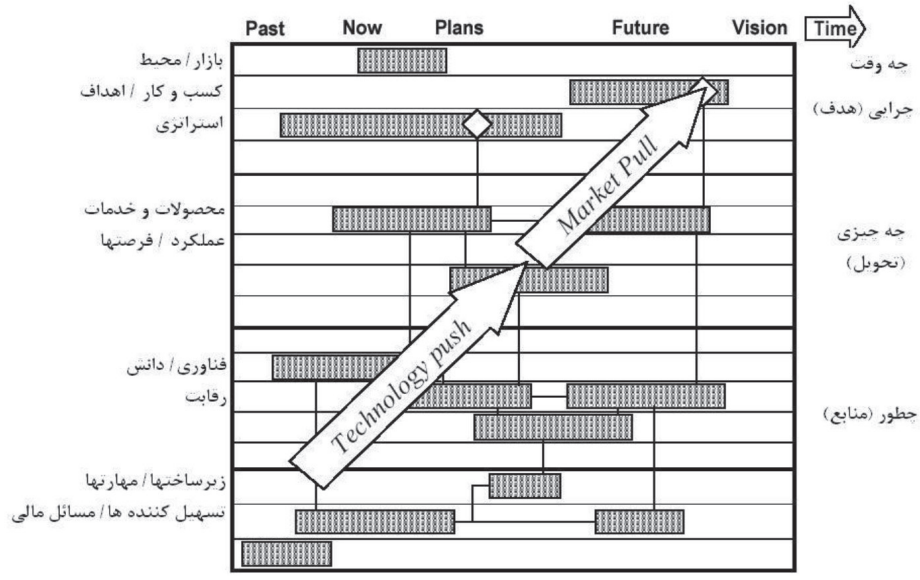
- عمل مشخص یا عوامل خارجی از اراده مشخص یعنی دو یا چند نتیجه به بار آورد. مثلاً سرمایه‌گذاری در یک فعالیت اقتصادی ممکن است موجب کسب درآمد یا تحمل زیان شود و یا آن‌که تغییر در میزان سرمایه‌گذاری به وجود نیاید.
- تا زمان ایجاد وضعیت جدید نتیجه نهایی مشخص و قطعی نباشد یعنی ندانیم کدام‌یک از وضعیت‌های ممکن اتفاق خواهد افتاد.
- دست‌کم یکی از نتایج که امکان وقوع دارد دارای پیامدهای ناگوار و ناخوشایند باشد.(حق نویس و ساجدی، ۱۳۸۲).

۲-۲ نقشه راه

تعریف استانداردی از عبارت نقشه راه وجود ندارد و درنتیجه، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای در نگرش متخصصین این حوزه نسبت به محتوای نقشه راه مشاهده می‌شود. تاریخ استفاده از نقشه راه فناوری به دهه ۸۰ میلادی و شرکت موتورولا برمی‌گردد(اقبالیان و ورنکشی،۱۳۹۰) و طی سه دهه اخیر به سطح بسیار گسترده‌ای از شرکت‌ها و صنایع مختلف اشاعه پیداکرده است. آن‌چنان‌که در ابتدا شرکت‌های فعال در صنایع فناوری محور نظیر الکترونیک، هوافضا و دفاعی به استفاده از این رویکرد مبادرت ورزیدند و هم‌اکنون گسترده کاربرد آن، سایر صنایع را نیز فراگرفته است(Albright, Kappel.2003). نقشه راه یک رویکرد ساختاریافته برای نوآوری و استراتژی فراهم می‌کند و به‌طور گسترده‌ای به یکی از تکنیک‌های مدیریت برای رسیدن به این اهداف، مورداستفاده قرار می‌گیرد. ویژگی اصلی مجموعه نقشه راه جدا از دیگر روال تدوین استراتژی‌های سنتی بعد بصری آن است، که برنامه‌ریزی استراتژیک را به ارمغان می‌آورد(Phaal & Muller, 2009). نقشه راه فناوری، ابزاری برای کشف و برقراری ارتباط بین بازارها، محصولات و فناوری‌های درحال‌توسعه در طول زمان است. استفاده

1 . PMBOK

از این ابزار کمک می‌کند تا ســازمان‌ها و شــرکت‌ها در محیط پویا و به‌شدت متغیر امروزه، با تمرکز بر پویایی محیط و ردپایی روند تغییرات فناوری‌های موجود و پیش رو، موقعیت بهتری در بازارها داشته باشــند و در گردونه رقابت بین کشــورها، صنایع و سازمان‌ها موقعیت بهتری ایجاد نمایند(شهریاری و همکاران، ۱۳۸۹). هم‌اکنون نیز به‌منظور توســعه فناوری در صنایع نفتی از تکنیک نقشــه راه فناوری استفاده می‌شود. نقشه راه فناوری قابلیت پشتیبانی از توسعه و اجرای برنامه‌های استراتژیک یکپارچه کسب‌وکار، محصول و فناوری را دارد و هدف از نقشه راه فناوری، تولید اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری بهتر در ســرمایه‌گذاری‌های فناورانه است(کوثر خیزی، بوشــهری و منطقی۱۳۹۱). پرکاربردترین نوع نقشــه راه فناوری محصول محور و چند لایه اســت که در شکل ۱ شماتیک کلی نقشه راه چندلایه‌ای مشاهده می‌شود.



شکل۱- شماتیک کلی نقشه راه (فال و همکاران،۱۳۹۱)

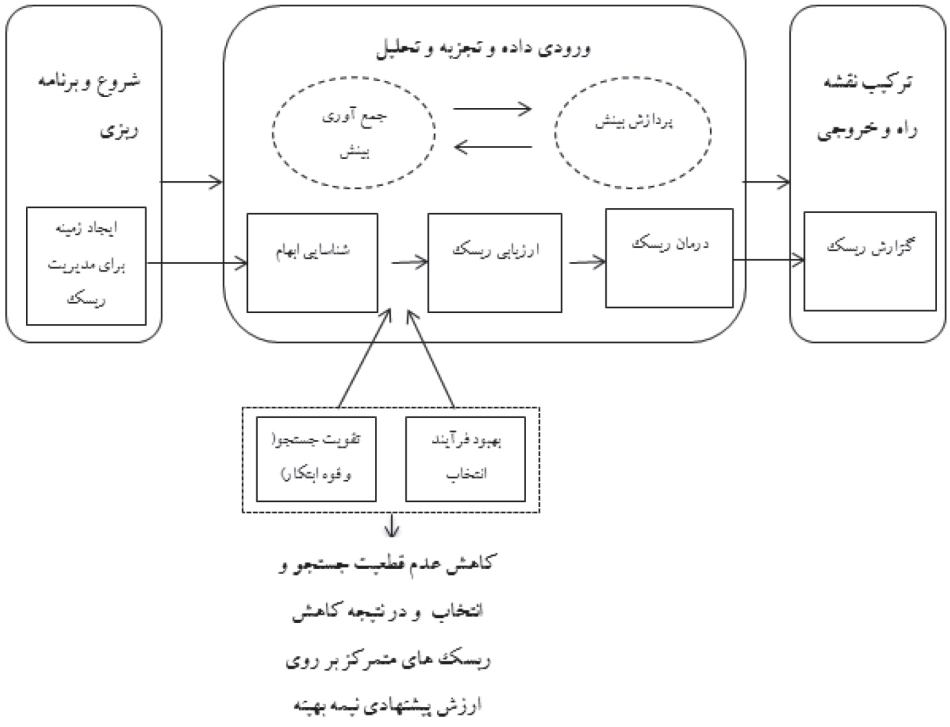
همانطور که در بالا ذکر شد، نقشه راه فناوری، معمولاً به شکل یک نمودار چندلایه‌ای مبتنی بر زمان اســت که در آن موضوعات مختلفی به شکل لایه‌های مدل در کنار یکدیگر قرارگرفته و رابطه آن‌ها با یکدیگر مشخص می‌شود. لایه‌های بالایی مربوط به روندها و محرک‌هایی است که بر اهداف یا مقاصد کلی مرتبط با فعالیت نقشه راه حکم‌فرما هستند، که شامل بازارهای ملی و بین‌المللی و روند

آن‌ها، پیشـــرفت‌های فناوری، زیرساخت‌ها و حمایت‌های دولتی موجود، محرک‌ها و اهداف سیاسی، اجتماعی و فرهنگی، محدودیت‌ها، توانمندی‌های داخلی موجود و رقبا اســت. لایه میانی معطوف به ســامانه‌های محسوس(فیزیکی) هســتند که لازم است برای پاسخ گفتن به لایه روندها و محرک‌ها(لایه بالا) توسعه داده شوند. در اکثر موارد این لایه به‌طور مستقیم به سیر تکامل محصولات مربوط می‌شــود که شامل کارکردها، ویژگی‌ها و عملکرد اســت. لایه سوم نیز، مربوط به منابعی (درونی و بیرونی) است که لازم است برای توسعه محصولات، خدمات و سامانه‌های موردنیاز، به خدمت گرفته شوند که شامل منابع مالی، تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، توانمندی‌های فناورانه، مهارت‌های نیروی انســانی، تأمین‌کنندگان مناســب، زیرســاخت‌های لازم است و لایه آخر نقشــه راه فناوری، لایه توانمندســاز است که شامل تسهیل در شــکل‌دهی بازار، ایجاد فرصت‌های فناورانه، فعالیت‌های ترویجی، راهبری فناوری، بسیج منابع مشروعیت بخشی و کمک به توسعه دانش جدید است (نقشه راه خودروی استرالیا، ۲۰۰۹).

۲-۳ ادغام مدیریت ریسک با مراحل تدوین نقشه راه

ریســک‌های استراتژیک می‌توانند به‌طورجدی استراتژی و راهبرد کســب‌وکار را به مخاطره بیندازند. عدم توجه به این ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها در مسیر تدوین و پیاده‌سازی سازی نقشه راه، مانعی برای رسیدن به اهداف استراتژیک سازمان است. در هنگام ترسیم نقشه راه اصولاً تمرکز اصلی روی ترسیم نقشه راه و اقدامات لازم است، اما باوجود اهمیتی که عدم قطعیت و ریسک در استراتژی دارند، هنوز هم به‌طور آشکار در فرآیندهای برنامه‌ریزی استراتژیک به کار گرفته نمی‌شوند و در اکثر نقشه‌های راه منتشرشــده توجهی به آن نشده اســت. این عدم توجه به ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها در مسیر تدوین نقشه راه می‌تواند سبب عدم تحقق اهداف پروژه شود. ریسک و عدم قطعیت‌های مختلفی در هر یک از لایه‌های نقشــه راه وجود دارد. این ریسک‌ها می‌توانند در زمان‌های مختلفی بروز کنند. در لایه‌های بالا و پایین نقشه راه، عدم قطعیت‌ها می‌توانند مربوط به محیط‌های خارجی و داخلی سازمان باشند، و لایه‌ی میانی نقشه راه، به وسیله عدم قطعیت تصمیم‌گیری در جستجو و انتخاب روتین‌ها به منظور ارزش پیشــنهادی، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اضافه نمودن مدیریت ریســک به نقشــه راه سبب توجه جدی به مقوله ریسک و عدم قطعیت در نقشه راه می‌شود و به بنگاه‌ها و توسعه‌دهندگان فناوری این امکان را می‌دهد که در فرآیند برنامه‌ریزی استراتژیک خود همزمان به عدم قطعیت‌ها و ریسک‌ها توجه

داشته باشند و مدیریت بهتری روی ریسک‌ها داشته باشند. در برخی از تحقیقات اخیر (به عنوان مثال Ilevbar et al., 2014) تلاش شده است تا به مقوله شناسایی و ارزیابی عدم قطعیت‌ها و ریسک‌ها در لایه‌های مختلف نقشه راه فناوری پرداخته شود. با این وجود تحقیق خاصی پیرامون شناسایی، ارزیابی و تطبیق این ریسک‌ها با لایه‌های مختلف نقشه راه فناوری در یک فناوری خاص صورت نپذیرفته است. هیچ تک فرآیند جهان‌شـــمول پذیرفته‌شـــده‌ای برای نقشه راه وجود ندارد، اما چهار مرحله کلی وجود دارد که شـــامل شـــروع و برنامه‌ریزی، ورود و تجزیه‌وتحلیل، ترکیب نقشه راه و خروجی و اجرای نقشه راه می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود مراحل نقشه راه با گام‌های مدیریت ریسک بر طبق استاندارد بین‌المللی برای مدیریت ریسک ISO31000[1] ادغام شده‌اند.



شکل۲- ادغام مدیریت ریسک و نقشه راه (Ilevbar et al., 2014)

1 . International Standard for Risk Management

۲-۴- بررسی ریسک‌ها در نقشه راه

درحالی‌که اجماع بر روی ادبیات انواع و عنوان‌های ریسک‌های کسب‌وکار همچنان در دست بررسی است، همپوشانی قابل‌توجهی در ویژگی‌های اصطلاحات وجود دارد. زفیو وو[1] (۲۰۱۴) رایج‌ترین ریسک‌ها در نوآوری محصول را به‌صورت ریسک تکنولوژیکی(برنامه‌ریزی شتاب‌زده، مشخصات متناقض، طراحی غیرواقعی، رهبران پروژه غیر مؤثر، عدم ارتباط و هماهنگی در میان توسعه‌دهندگان، چرخه عمر فناوری)، ریسک بازار (تغییر تأمین‌کنندگان، نوسانات در مقدار مورداستفاده متقاضیان، تغییر در سلیقه مصرف‌کننده، در دسترس بودن محصولات جایگزین، کمبود کالاهای مکمل)، ریسک مالی(تأمین مالی محدود برای توسعه محصول، مشکلات با مشتریان جدید)، ریسک همکاری (تقلب کردن، تحریف اطلاعات، اختصاص دادن منابع برای خود) و ریسک نهادی/ نظارتی: سیاست‌های صنعتی، الزامات موردنیاز منابع، حفاظت ضعیف از حقوق مالکیت فکری خلاصه کرده است.

به‌طور مثال در انجمن آماری خسارات(۲۰۰۳)[2] انواع ریسک‌ها به ریسک خطر، ریسک مالی، ریسک عملیاتی و ریسک استراتژی طبقه‌بندی‌شده‌اند. کایزر[3] و همکاران (۲۰۰۲) چهار دامنه ریسک بالقوه برای نوآوری محصول شناسایی کرده است که شامل ریسک تکنولوژی(طراحی محصول و توسعه پلت فرم، تکنولوژی ساخت و مالکیت فکری)، ریسک بازار (مصرف‌کننده، عموم مردم، تجاری‌سازی و اقدامات بالقوه رقبا)، ریسک مالی (قابلیت تجاری‌سازی[4]) و ریسک عملیاتی (سازمان داخلی، تیم پروژه، مشارکت با احزاب خارجی و تهیه و توزیع) است. ابن[5] (۲۰۰۵) میان ریسک بازار، ریسک عملیاتی، ریسک فرصت، ریسک مدل مالی و ریسک مالی ترکیبی تمایز قائل می‌شود. اکنایاکی و سبرامنیم[6]۲۰۱۲) ریسک‌های کسب‌وکار را به ریسک‌های مالی(جنبه‌های مالی کسب‌وکار)، ریسک عملیاتی (فعالیت‌ها و عملیات کسب‌وکار)، ریسک‌های محیطی (انواع ریسک‌های اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فیزیکی) و ریسک شهرت و اعتبار (جایگاه عمومی یک سازمان و اعتماد) طبقه‌بندی می‌کند. اپستین و رجسی[7](۲۰۰۶) ریسک‌ها را به‌صورت ریسک‌های استراتژیکی، عملیاتی، ریسک

1 . Zefu Wu
2 . Casualty Actuarial Society
3 . Keizer
4 . Commercial viability
5 . Ebben
6 . Ekanayake and Subramaniam
7 . Epstein and Rejc

گزارش‌نویسی[1] و ریسک انطباق موردبحث قرار می‌دهد هووارد و همکاران[2] (۲۰۰۷) عدم پذیرش محصول پس از عرضه محصول به بازار را مهمترین ریسک نوآوری‌های فناورانه می‌دانند. کایزر (۲۰۰۵) نیز یکی از جامع‌ترین دسته‌بندی ریسک‌های توسعه محصول جدید را ارائه کرده است که ۱۴۲ ریسک را در ۱۲ دسته تقسیم کرده است که شامل: ریسک‌های حیات تجاری، رقبا، بازاریابی و پذیرش مصرف‌کننده، پذیرش عمومی، مالکیت فکری، تکنولوژی ساخت و تولید، سازمان‌دهی و مدیریت پروژه، خانواده محصول و موقعیت تجاری، تکنولوژی محصول، ارزیابی، زنجیره تأمین و منابع و است. توسعه فناوری در صنعت نفت و گاز نیز، با ریسک‌های متعددی مواجه است که می‌توان به چهار دسته اصلی آن، ریسک‌های نهادی، مالی، فنی و ریسک‌های تجاری و بازار اشاره کرد(فصیحی،۱۳۹۲). همچنین تغییر مکرر قوانین، فقدان نهاد استاندارد و مشروعیت بخش در حوزه تجهیزات صنعت نفت و لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌هایی با مبالغ بالا جهت حضور در مناقصات و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار از جمله ریسک‌هایی است که فصیحی (۱۳۹۲) در تحقیق خود بیان کرده است.

همچنین نقی زاده و همکاران (۱۳۹۳) براهمیت ریسک‌های ناآگاهی مدیر از ریسک‌های احتمالی پروژه، فرآیندضعیف تصمیم‌گیری در سازمان، نبود شفافیت در نتایج حاصله از همکاری، درک متفاوت از مفاد همکاری، نداشتن روحیه کار تیمی بین گروه‌های درگیر در پروژه، نا متناسب بودن تسهیلات اعطایی بانکی با نیاز پروژه، تعارضات سازمانی در سطح سازمان‌های درگیر در همکاری، جریان ضعیف انتقال اطلاعات از مدیران ارشد به همکاران پروژه، رفتارهای متضاد با اخلاق حرفه‌ای در همکاری و ضعف ارتباطی در همکاری در پروژه‌های با فناوری‌های بالا اشاره دارند. کمبود تجربه عملیاتی در پروژه‌های مشابه توسعه فناوری و قدرت چانه زنی بالای صاحبان انحصاری فناوری (Ekanayake and Subramaniam,2012) و همچنین کمبود نیروی انسانی متخصص (Kim & Vonortas,2014) از جمله ریسک‌های توسعه فناوری شمرده شده اند.

علاوه بر موارد گفته شده در بالا، توسعه محصولی مانند مته حفاری، نیازمند تدوین یک نقشه راه است. اما این نقشه راه به‌تنهایی همه مسائل را حل نمی‌کند چون ممکن است در هر لایه نقشه راه عدم قطعیت‌هایی باشد که بایستی شناسایی‌شده و در قالب ریسک، موردبررسی قرار گیرند و مدیریت شوند تا این نقشه راه به سرانجام مقصود برسد وگرنه مرتباً در مسیر توسعه فناوری، دچار مشکل می‌شود

1 . Reporting risk
2 . Howard

(Ilevbar et al., 2014). در لایه‌هـای مختلف نقشـه راه فنـاوری، عدم قطعیت‌هایی وجود دارد که موجب بروز ریسک‌هایی در هر مرحله و هر لایه از نقشه راه می‌شود که در زیر به آن می‌پردازیم:

عـدم قطعیت‌ها در لایه دانش چرایی شـامل دانـش ناقص از بازار و آینـده آن، دانش ناکافی در مورد پیشرفت‌های فناوری، عدم شفافیت اطلاعات، تغییر دولت‌ها و مدیران، فقدان توانایی پیش‌بینی آینده(اجتماعی، سیاسی و ...)، عدم مشخص بودن تعاملات ، پراکندگی تعاملات و دانش ناقص نسبت به رقبا است. عدم قطعیت‌ها در لایه دانش چیستی شامل عدم قطعیت در جستجو تکنولوژی مناسب، عدم قطعیت در انتخاب درست تکنولوژی و ابهام در تعاریف اهداف عملکردی است. عدم قطعیت‌ها در لایه دانش چگونگی شامل عدم امکان تأمین منابع، عدم پیش‌بینی تأمین مالی و نقدینگی، عدم امکان تأمین تجهیزات، عدم پیش‌بینی دقیق تجهیزات، عدم امکان تأمین فناوری‌ها یا انتقال نادرست، تأخیر در تأمین فناوری‌های موردنیاز اسـت و عدم قطعیت‌ها در لایه توانمندسـاز شامل عدم وجود بازارهای مناسب شکل یافته، عدم شناخت نسبت به محصول و تولیدکنندگان، عدم وجود سیاست‌هایی مناسب جهت راهبری و به‌کارگیری فناوری، فقدان هماهنگی و شـبکه‌های نـوآوری صنعتی، عدم همگرایی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و R&D است.

درنهایـت در این پژوهش چهار لایه اصلی ریسـک برای پروژه‌های توسـعه فناوری به کار گرفته می‌شـود که شامل لایه چرایی، چیستی، چگونگی و توانمندساز است. در جدول شماره ۱ ریسک‌های استخراج شده از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، در هر مرحله و هر لایه از نقشه راه توسعه فناوری نشـان داده می‌شـود که در لایه Know-why ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های مربوط به محیط خارجی، در لایه Know- what عدم قطعیت‌های موجود در تصمیم‌گیری ارزش پیشنهادی و در لایه Know-how ریسک‌ها و عدم قطعیت‌هایی در محیط داخلی و لایه Enablar ریسک‌های مربوط به زیرساخت‌ها و بسترهای موجود، است.

جدول۱- نمایش عدم قطعیت و ریسک در نقشه راه توسعه فناوری

لایه نقشه راه	عدم قطعیت	ریسک
لایه دانش چرایی	• فقدان توانایی پیش بینی آینده و دانش ناقص از بازار و آینده آن(Ilevbar et al., 2014) • دانش ناکافی در مورد پیشرفت‌های فناوری (مصاحبه با خبرگان) • عدم شفافیت اطلاعات (نقی زاده و همکاران،۱۳۹۳) • تغییر دولت‌ها و مدیران (مصاحبه با خبرگان) • دانش ناقص نسبت به رقبا (Keizer et al., 2002) • عدم مشخص بودن تعاملات و پراکندگی آن (مصاحبه با خبرگان)	• عدم پذیرش محصول پس از عرضه محصول به بازار (عدم به‌کارگیری آن توسط شرکت‌های بهره‌بردار) (Howard et al,.2007) • تغییر شرایط بازار و نیازهای مشتری (Keizer et al., 2005) و (Zefu Wu 2014) • چرخه عمر فناوری و تغییر اساسی فناوری (Zefu Wu 2014) • عدم شفافیت در میزان بازگشت سرمایه (نقی زاده و همکاران،۱۳۹۳) • تغییر مکرر قوانین و سیاست‌های کلان (فصیحی،۱۳۹۲) • بروز تحریم‌ها و محدودیت‌های بین المللی (مصاحبه با خبرگان) • عدم شناخت دقیق شرکت‌های بهره‌بردار نفتی از توانمندی‌های موجود در کشور (مصاحبه با خبرگان) • تغییرات شاخص اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم) (Keizer et al., 2005)
لایه دانش چیستی	• عدم قطعیت در جستجو (Ilevbar et al., 2014) • عدم قطعیت در انتخاب درست (Ilevbar et al., 2014) • ابهام در تعاریف اهداف عملکردی (مصاحبه با خبرگان)	• عدم شناسایی فناوری‌ها/ محصولات جایگزین (Zefu Wu 2014) • ارزیابی و انتخاب اشتباه گزینه‌های ممکن فناوری (Zefu Wu 2014) • عدم تناسب مته با سازند و لایه‌های زمین‌شناسی در میدان‌های مختلف (مصاحبه با خبرگان) • طراحی نامناسب مراحل توسعه محصول (Keizer et al., 2005) • ریسک ناشی از انتخاب نادرست اقلام جانبی و دارایی‌های مکمل (Keizer et al., 2005) • حفاظت ضعیف از حقوق مالکیت فکری (Zefu Wu 2014)

لایه نقشه راه	عدم قطعیت	ریسک
لایه دانش چگونگی	• عدم پیش بینی تامین مالی و نقدینگی و یا عدم امکان تامین آن (مصاحبه با خبرگان) • عدم پیش بینی دقیق تجهیزات و یا عدم امکان تامین تجهیزات (مصاحبه با خبرگان) • عدم امکان تامین فناوری یا انتخاب نادرست(مصاحبه با خبرگان) • تاخیر در تامین فناوری‌های مورد نیاز(مصاحبه با خبرگان)	• نبود زیرساخت‌های مکمل و مناسب (قدیمی بودن لوله‌ها و دکل‌های حفاری)(مصاحبه باخبرگان) • تأمین مالی محدود برای توسعه محصول (Zefu Wu 2014) • عدم امکان یا تاخیر در دستیابی به فناوریهای ساخت و تولید (Keizer et al., 2005) • عدم امکان یا تأخیر در دستیابی به تجهیزات و ماشین آلات موردنیاز(مصاحبه با خبرگان) • کمبود نیروی انسانی ماهر و متخصص (Kim & Vonortas,2014) • فقدان زیرساخت‌های پایه یا ایجاد این زیرساخت‌ها با تاخیر(مصاحبه با خبرگان) • قدرت چانه زنی بالای یکی از سازمانهای همکار به علت انحصاری بودن دانش فنی (Ekanayake and Subramaniam,2012) • کمبود تجربیات عملیاتی در پروژه‌های مشابه (Ekanayake and Subramaniam,2012)
لایه توانمندسازها	• عدم وجود بازارهای مناسب شکل یافته (مصاحبه با خبرگان) • عدم شناخت نسبت به محصول و تولید کنندگان (مصاحبه با خبرگان) • عدم‌وجودسیاست‌هایی‌مناسب‌جهت‌راهبری و بکارگیری فناوری (مصاحبه با خبرگان) • فقدان هماهنگی و شبکه‌های نوآوری صنعتی (مصاحبه با خبرگان) • عدم همگرایی دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و R&D (مصاحبه با خبرگان)	• انتخاب نامناسب شرکای خارجی (Keizer et al., 2005) • عدم آگاهی مدیر از ریسک‌های احتمال پروژه (Zefu Wu 2014) • لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌هایی با مبالغ بالا جهت حضور در مناقصات و انعقاد قرارداد با سازمانهای بهره‌بردار(فصیحی،۱۳۹۲) • عدم شکل‌گیری یا شکل‌گیری دیرهنگام قواعد بازار در حوزه‌های مته‌های حفاری (مصاحبه با خبرگان) • عدم موافقت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی (مصاحبه با خبرگان) • فقدان نهاد استاندارد و مشروعیت بخش در حوزه تجهیزات صنعت نفت(فصیحی،۱۳۹۲) • عدم تولید دانش و ظرفیت جذب متناسب در مراکز تحقیق و توسعه(مصاحبه با خبرگان)

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر ازنظر هدف کاربردی و ازنظر جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها یک تحقیق اکتشافی، توصیفی است. در ابتدا ریسک‌ها از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان شناسایی گردیدند و سپس در قالب لایه‌های چرایی، چیستی، چگونگی و چرایی دسته‌بندی شدند (جدول شماره 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 که دارای تخصص و تجربه بالایی بودند، صورت گرفت. 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 با تاکید بر مته‌های حفاری را داشته‌اند. این مصاحبه‌ها به صورت نیمه‌ساختار یافته شامل؛ سوالات باز و بسته بود . تمامی مصاحبه‌ها ضبط و پیاده‌سازی شد و مجدداً در اختیار مصاحبه‌شوندگان جهت تایید قرار گرفت. سپس براساس مصاحبه‌های اکتشافی و مطالعات صورت گرفته مجموعه‌ای از سنجه‌ها در قالب پنج بعد توسعه داده شد که در پایان بر پایه‌ی آن، پرسش‌نامه مورد نظر مطابق با هدف تحقیق استخراج گردید (جدول ۱).

برای ارزیابی ریسک روش‌های مختلفی مانند روش ارزیابی مقدماتی خطر[1]، روش خطر و مطالعه عملکرد[2]، روش چه می‌شود اگر[3]، ارزیابی ریسک زیر سیستم[4]، روش تجزیه‌وتحلیل سیستم خطر[5]، روش تجزیه‌وتحلیل عوامل شکست و آثار آن[6] وجود دارد. روش تجزیه‌وتحلیل عوامل شکست و آثار آن از سال ۲۰۰۰ تاکنون یکی از پرکاربردترین روش‌های ارزیابی ریسک در تمامی صنایع می‌باشد(امینی و همکاران،۱۳۹۰). این روش به صورت خاص در زمان طراحی و به‌کارگیری سیستم‌ها، محصولات و فرآیندهای جدید، قرارگرفتن در محیط‌ها و موقعیت‌های جدید و برنامه‌های بهبود مستمر بر سایر روش‌ها برتری دارد(طریقتی، ۱۳۹۰). با این متد ساده و دقیق فرآیند ارزیابی ریسک به شکل منطقی و سیستماتیک دنبال می‌شود. شناسایی، ارزیابی، اولویت‌بندی خطاها و خطرات بالقوه از جمله توانمندی‌های متد تجزیه‌وتحلیل عوامل شکست و آثار آن می‌باشد. در این روش سه موضوع مهم را

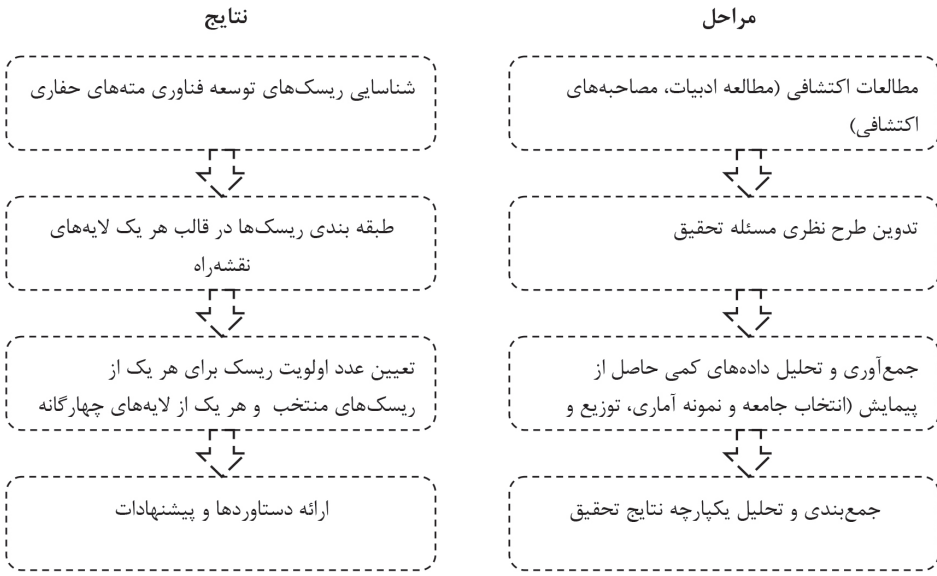
---

1 . Preliminary Hazard Analysis
2 . Hazard and Operability study
3 . What If
4 . Sub System Hazard Analysis
5 . Analysis System Hazard
6 . Failure Mode Effects Analysis

باید درنظر گرفت: احتمال وقوع[1]، شـدت خطر[2] و احتمال کشف[3]. احتمال وقوع، احتمال یا به عبارتی دیگر شـمارش تعداد شکست‌ها نسبت به تعداد انجام فرآیند می‌باشد. شدت خطر، ارزیابی و سنجش نتیجه شکسـت (البته اگر به وقوع بپیوندد) است. شدت، یک مقیاس ارزیابی است که جدی بودن اثر یک شکست را در صورت ایجاد آن تعریف می‌کند. تشخیص نیز احتمال تشخیص قبل از آن‌که اثر وقوع آن مشـخص شود، می‌باشـد. ارزش یا رتبه تشخیص وابسته به جریان کنترل است. تشخیص، توانایی کنترل برای یافتن علت و مکانیزم شکسـت‌ها است(امینی و همکاران، ۱۳۹۰). در ادامه جهت ارزیابی شدت وقوع، احتمال وقوع و احتمال شناسایی ریسک‌های شناسایی‌شده، پرسشنامه‌ای طراحی گردید. پرسشنامه طراحی‌شده بین ۲۵ نفر از مدیران، مجریان و کارشناسان فنی پروژه توسعه فناوری مته‌های حفاری توزیع گردید و ۱۸ پرسشنامه تکمیل‌شده جمع‌آوری گردید. در این پرسشنامه برای هر شاخص از طیف لیکرت پنج‌تایی استفاده شد. برای شدت ریسک عدد ۵ نشان‌دهنده ریسک‌هایی است که منجر به شکست قطعی پروژه می‌شوند و عدد یک تنها ریسک‌هایی است که بر نتایج نهایی پروژه به‌صورت مسـتقیم اثر ندارند و تنها نیاز اسـت که پایش شوند. برای شـاخص احتمال وقوع عدد ۵ نشان‌دهنده احتمال وقوع خیلی بالا اسـت که به ریسـک‌هایی اطلاق می‌شود که به‌طورمعمول رخ می‌دهد و عدد یک احتمال وقوع بسـیار کم و تقریباً غیرمحتمل را نشان می‌دهد. در شاخص احتمال شناسایی عدد ۵ نمایانگر ریسک‌هایی است که احتمال شناسایی آن 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 وقوع آن جلوگیری کرد. پس از دریافت پرسشنامه‌ها، شاخص اولویت ریسک (RPN) که حاصل‌ضرب سه شاخص شدت ریسک، احتمال وقوع و احتمال شناسایی است برای هر یک از ریسک‌ها و همچنین هر یک از لایه‌های نقشـه راه تعیین گردید. در روش FMEA با استفاده از امتیازدهی RPN می‌توان نمره اولویت خطرپذیری را تعیین نمود. این رهنمود بیانگر این است که اعداد با اولویت ریسک بالاتر، جهت آنالیز و تخصیص منابع (اهدف بهبود) مقدم می‌باشـند و تیم پروژه بایسـتی روی ریسک‌هایی کار کند که RPN های بالاتری دارند. همچنین مراحل کلی روش تحقیق در نمودار شـماره یک قابل ملاحظه است.

---

1 . likelihood of occurrence
2 . severity of impact
3 . likelihood of detection



شکل ۳- مراحل طی‌شده تحقیق

۳-۱- جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش متخصصان و صاحب‌نظران حوزه توسعه فناوری در این صنعت می‌باشند که دارای حداقل یک بار مشارکت در پروژه‌های بومی سازی تجهیزات صنعت نفت و گاز با تاکید بر مته‌های حفاری بوده‌اند. برای شناسایی افراد حاضر در نمونه از روش نمونه‌گیری گلوله برفی استفاده گردید. درمجموع جهت اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده، براساس شدت وقوع، احتمال وقوع و احتمال شناسایی از نظرات و تجربیات ۱۸ تن از کارشناسان و مدیران پروژه توسعه فناوری تجهیزات نفتی با تأکید بر مته‌های حفاری استفاده‌شده است. تعداد ۹ نفر کارشناس ارشد، دو نفر دکترا و سایر افراد دارای مدرک کارشناسی بودند. سابقه فعالیت همگی این افراد در صنعت نفت و گاز بیش از یک دهه می‌باشدکه 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 شده‌است، جهت دستیابی به اعتبار لازم در طراحی و استفاده از پرسشنامه‌ها، پس از

انجام مطالعه مقدماتی پیرامون موضوع موردبررسی با مشورت و مصاحبه با متخصصان، پرسشنامه‌هایی طراحی گردد که از روایی کافی برخوردار باشـد، در همین راستا این پرسشنامه به تأیید پنل خبرگان تحقیق رسید. همچنین برای آزمون پایایی پرسشنامه از آزمون آلفای‌کرونباخ استفاده گردید. 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 قابل قبولی است؛ بنابراین قابلیت اعتماد پرسشنامه مورد تأیید واقع می‌شود. پرسشنامه‌های مذکور به صورت حضوری توزیع گردید.

۴- نتایج تحقیق

به منظور ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده 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 اسـتفاده از امتیازدهی RPN می‌توان نمره اولویت خطرپذیری را از طریق حاصل‌ضرب شدت وقوع، احتمال وقوع و احتمال شناسایی تعیین نمود.

جدول۲- رتبه‌بندی ریسک‌ها بر اساس عدد RPN

دسته‌بندی ریسک‌ها	ریسک‌ها	شدت تأثیر	احتمال وقوع	احتمال شناسایی	RPN
دانش چرایی	عدم پذیرش محصول پس از عرضه محصول به بازار (عدم به‌کارگیری آن توسط شرکت‌های بهره‌بردار)	۳.۷۳	۳.۷۲	۲.۹۴	۴۰.۹۵
	تغییر شرایط بازار و نیازهای مشتری	۲.۵۷	۲.۶۱	۲.۵	۱۶.۸۳
	چرخه عمر فناوری و تغییر اساسی فناوری	۳	۳.۰۵	۲.۲۲	۲۰.۳۷
	عدم شفافیت در میزان بازگشت سرمایه	۳.۱۵	۳.۰۵۵	۳.۳۸	۳۲.۶۹
	تغییر مکرر قوانین و سیاست‌های کلان	۳.۴۲	۲.۹۴	۳.۵۵	۳۵.۸۱
	بروز تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی	۲.۷۳	۳.۵۵	۳.۷۲	۳۶.۲۲
	عدم شناخت دقیق شرکت‌های بهره‌بردار نفتی از توانمندی‌های‌موجوددرکشور(مصاحبه‌باخبرگان)	۲.۶۳	۳.۰۵	۲.۶۶	۲۱.۴۴
	تغییرات شاخص اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم)	۳.۲۶	۳.۹۴	۳.۵	۴۵.۰۴

دسته‌بندی ریسک‌ها	ریسک‌ها	شدت تأثیر	احتمال وقوع	احتمال شناسایی	RPN
	میانگین RPN ریسک‌های لایه دانش چرایی				۳۱.۱۷
دانش چیستی	عدم شناسایی فناوری‌ها/ محصولات جایگزین	۳.۲۱	۲.۹۴	۲.۵۵	۲۴.۱۵
	ارزیابی و انتخاب اشتباه گزینه های ممکن فناوری	۲.۸۴	۳.۲۲	۲.۶۱	۲۳.۹۱
	عدم تناسب مته با سازند و لایه‌های زمین‌شناسی در میدان‌های مختلف	۳.۰۵	۲.۷۲	۳.۱۱	۲۵.۸۵
	طراحی نامناسب مراحل توسعه محصول	۲.۶۳	۳.۳۳	۳	۲۶.۳۱
	ریسک ناشی از انتخاب نادرست اقلام جانبی و دارایی‌های مکمل	۲.۵۷	۳.۰۵	۲.۴۴	۱۹.۲۶
	حفاظت ضعیف از حقوق مالکیت فکری	۲.۷۳	۲.۸۸	۲.۷۲	۲۱.۵۲
	میانگین RPN ریسک‌های لایه دانش چیستی				۲۳.۵۰
دانش چگونگی	نبود زیرساخت‌های مکمل و مناسب (قدیمی بودن لوله‌ها و دکل‌های حفاری)	۲.۸۴	۳.۶۶	۲	۲۰.۸۴
	تأمین مالی محدود برای توسعه محصول	۳.۸۹	۳.۷۲	۲.۳۳	۳۳.۸۲
	عدم امکان یا تأخیر در دستیابی به تجهیزات و ماشین آلات موردنیاز	۳.۰۵	۳	۲.۴۴	۲۲.۳۸
	عدم امکان یا تاخیر در دستیابی به فناوری‌های ساخت و تولید	۳.۳۱	۴	۲.۷۲	۳۶.۱۰
	کمبود نیروی انسانی ماهر و متخصص	۳.۰۵	۳.۷۷	۲.۴۴	۲۸.۱۸
	فقدان زیرساخت‌های پایه یا ایجاد این زیرساخت‌ها با تأخیر	۲.۷۸	۳.۴۴	۲.۶۱	۲۵.۰۸
	قدرت چانه زنی بالای یکی از سازمان‌های همکار به علت انحصاری بودن دانش فنی	۳.۲۶	۳.۱۶	۲.۰۵	۲۱.۲۴
	کمبود تجربیات عملیاتی در پروژه‌های مشابه	۳.۴۷	۴.۰۵	۲.۵	۳۵.۲۱
	میانگین RPN ریسک‌های لایه دانش چگونگی				۲۷.۸۶

دسته‌بندی ریسک‌ها	ریسک‌ها	شدت تأثیر	احتمال وقوع	احتمال شناسایی	RPN
توانمندساز	انتخاب نامناسب شرکای خارجی	۳.۴۷	۳.۷۲	۲.۸۸	۳۷.۳۵
	عدم آگاهی مدیر از ریسک‌های احتمالی پروژه	۳.۱۰	۳.۲۷	۳.۴۴	۳۵.۰۵
	لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌هایی با مبالغ بالا جهت حضور در مناقصات و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار	۴.۱۰	۴.۲۲	۳.۰۵۵	۵۲.۹۶
	عدم شکل‌گیری یا شکل‌گیری دیرهنگام قواعد بازار در حوزه مته‌های حفاری	۲.۴۷	۳.۲۷	۲.۷۷	۲۲.۵۲
	عدم موافقت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی	۴	۳.۷۲	۳.۲۲	۴۷.۹۷
	فقدان نهاد استاندارد و مشروعیت بخش در حوزه تجهیزات صنعت نفت	۳.۷۸	۳.۳۸	۲.۸۳	۳۶.۳۸
	عدم تولید دانش و ظرفیت جذب متناسب در مراکز تحقیق و توسعه و پژوهشی	۳.۱۵	۳.۲۲	۲.۵۵	۲۶.۰۰
	میانگین RPN ریسک‌های لایه توانمندساز				۳۶.۸۹

نتایج حاصل از این جدول نشـان می‌دهد که پراهمیت‌ترین ریسـک‌ها مربوط به لایه توانمندساز است و کم‌اهمیت‌ترین ریسک‌ها در لایه دانش چیستی شناخته‌شده است که در جدول ۳ ریسک‌ها به ترتیب اولویت لایه‌ها به نمایش در آمده است.

جدول۳- رتبه‌بندی ریسک‌ها بر اساس اولویت لایه‌ها

ردیف	لایه	عدد اولویت ریسک
۱	لایه توانمندسازها	۳۶.۸۹
۲	لایه چرایی	۳۱.۱۷
۳	لایه چگونگی	۲۷.۸۶
۴	لایه چیستی	۲۳.۵۰

همچنین در جدول شماره ۴ ، ده مورد از با اهمیت ترین ریسک‌ها بدون توجه به ابعاد آن‌ها، آورده شده است.

جدول۴- ده ریسک دارای اولویت بر اساس عدد اولویت ریسک

رتبه	ریسک	بعد	RPN
۱	لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌هایی با مبالغ بالا جهت حضور در مناقصات و انعقاد قرارداد با سازمان‌های بهره‌بردار	توانمندساز	۵۲.۹۶
۲	عدم موافقت شرکت‌های بهره‌بردار با تست آزمایشی محصول داخلی	توانمندساز	۴۷.۹۷
۳	تغییرات شاخص اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم)	چرایی	۴۵.۰۴
۴	عدم پذیرش محصول پس از عرضه محصول به بازار (عدم به‌کارگیری آن توسط شرکت‌های بهره‌بردار)	چرایی	۴۰.۹۵
۵	انتخاب نامناسب شرکای خارجی	توانمندساز	۳۷.۳۵
۶	فقدان نهاد استاندارد و مشروعیت بخش در حوزه تجهیزات صنعت نفت	توانمندساز	۳۶.۳۸
۷	بروز تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی	چرایی	۳۶.۲۲
۸	عدم امکان یا تاخیر در دستیابی به فناوری‌های ساخت و تولید	چگونگی	۳۶.۱۰
۹	تغییر مکرر قوانین و سیاست‌های کلان	چرایی	۳۵.۸۱
۱۰	کمبود تجربیات عملیاتی در پروژه‌های مشابه	چگونگی	۳۵.۲۱

۵- نتیجه گیری

شـرایط خاص ایران درصحنه بین‌المللی، تهدیدهای جهانی در دسترسـی به فناوری‌های پیشـرفته، راهبری بودن صنعت نفت از بعد سیاسی و اقتصادی و دلایل متعدد دیگر، بومی‌سازی فناوری تجهیزات در این صنعت را به یک الزام اساسـی تبدیل نموده اسـت. این الزام وقتی با عدم توجه به ریسـک‌ها و عدم قطعیت‌هایی که ممکن اسـت در پروژه‌های توسعه فناوری همراه شود، نیاز به ارزیابی و مدیریت ریسـک‌ها را آشـکار می‌نماید. وجود ریسـک‌های متعدد و عوامل محیطی متزلزل که بر صنعت نفت تحمیل می‌گردد از موانع اصلی تحقق توسـعه فناوری در بخش صنعت کشـور به شـمار می‌آید. لذا مسـئله اصلی این پژوهش، ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری تجهیزات در صنعت نفت و گاز با تاکید

بر مته‌های حفاری است. در ابتدا با بررسی مطالعات پیشین و مصاحبه‌های اکتشافی، عدم قطعیت‌ها و ریســک‌های اصلی در هر لایه از نقشه راه شناسایی گردید. سپس پرسشنامه ای جهت ارزیابی شدت، میزان احتمال وقوع و میزان احتمال شناسایی ریسک تدوین و توزیع گردید. براساس نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها عدد اولویت ریسک برای هر کدام از شاخص‌ها بدست آمده و اهمیت هر یک از ریسک‌ها در هر یک از لایه‌ها تعیین شد(شکل شماره ۴).

شکل ۴- ریسک‌های دارای اولویت در هر یک از لایه‌های نقشه راه

۵-۱- تحلیل و پیشنهادات در سطح لایه‌های نقشه راه

با توجه به نتایج حاصل از عدد اولویت ریسک RPN، بالاترین ریسک‌ها در لایه توانمندساز است. یعنی لایه‌ای که بستر کار براساس آن انجام می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که عمده ریسک‌های مربوط به توسعه فناوری در بخش توانمندسازها به عنوان بستر توسعه وجود دارد. توسعه فناوری حتی در بسترهای مناسب نیز دارای ریسک‌های فراوانی است. با این وجود، شرکت‌های فعال در کشورهای در حال توسعه که جزء شرکت‌های جامانده[1] هستند، به علت شرایط خاص حاکم بر این کشورها دارای مشکلات بیشتری نیز هستند. این نشان می‌دهد که عملا بسیاری از اقدامات دولت بایستی بر حل و تسهیل مسایل مربوط به توانمندسازها باشد. مدیران شرکت‌ها نیز بایستی به علاوه بر شناسایی این ریسک‌ها، مکانیزم‌هایی نیز جهت مدیریت آنها داشته باشند. لذا بنگاه‌های فعال در این حوزه، بایستی واقف باشند که موفقیت پروژه‌های توسعه فناوری در این بخش تنها وابسته به تلاش‌های فناورانه نمی‌باشد و بایستی نگاهی جامع به تمامی مواردی داشت که ممکن است موفقیت پروژه را به مخاطره بیاندازند.

دومین لایه از نظر پر اهمیت‌ترین ریسک‌ها، لایه چرایی است. اصولا شرایط در دنیا، در حال دگرگونی است و عدم ثبات در شاخص‌های اقتصادی و سیاست‌ها، بسیاری از پروژه‌ها را زمین‌گیر کرده است. اما بایستی به این نکته نیز در سطح اقتصاد کلان توجه کرد که یکی از مهمترین عوامل موفقیت پروژه‌های توسعه فناوری ثبات در سطح کلان اقتصادی است. همچنین ضروری است تا نهادهای متولی در زمینه شناسایی و رصد تحولات اقتصادی و فناوری در بخش‌ها از بنگاه‌های اقتصادی حمایت نمایند. بررسی سیگنال‌های بازار، پیش‌بینی آینده و اتخاذ استراتژی مناسب با هر سناریو می‌تواند موجب کاهش اثرات منفی ریسک‌ها شود. سومین لایه از نظر ریسک، لایه دانش چگونگی است که مربوط به ریسک‌های مرتبط با منابع درونی و بیرونی است که لازم است برای توسعه محصولات، خدمات و سامانه‌های موردنیاز، به خدمت گرفته شوند. در همین راستا اتخاذ تصمیمات صحیح در مورد گام‌های پیشبرد پروژه و تامین مناسب منابع به ویژه منابع مالی در ابتدای پروژه ضروری است. کمترین ریسک‌ها در لایه چیستی است. این لایه به طور مستقیم به سیر تکامل محصولات مربوط می‌شود که بررسی دقیق و شناسایی تکنولوژی‌های جایگزین می‌تواند موجب کاهش ریسک‌ها در این لایه شود.

۵-۲- تحلیل و پیشنهادات در سطح ریسک‌ها

وجود ریسک‌های متعدد و عوامل محیطی متزلزل که بر بخش صنعت نفت تحمیل می‌گردد از موانع

1 . latecomer

اصلی تحقق توسعه فناوری در بخش صنعت کشور به شمار می‌آید. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که عدم وجود بسترهای مناسب جهت توسعه فناوری، از مهمترین مشکلاتی است که توسعه‌دهندگان فناوری با آن رو به رو می‌شوند. در این میان یکی از مسائلی که باید اذعان نمود ناتوانی دولت در عرصه سیاستگذاری و مداخله‌های مفید است که بالطبع از چالش‌های اساس بخش صنعت نفت کشور به شمار می‌آید. یکی دیگر از یافته‌های تحقیق، شناسایی ریسک‌های دارای اهمیت است. از میان تمام ریسک‌ها، ریسک لزوم ارائه ضمانت‌نامه‌های با مبلغ بالا جهت حضور در مناقصات و انعقاد قرارداد با سازمانهای بهره‌بردار از بالاترین اولویت برخوردار است. یکی از چالش‌های جدی در توسعه فناوری‌های تجهیزات نفتی به‌صورت خاص مته‌های حفاری، لزوم ارائه‌های ضمانت‌نامه‌های با مبلغ بالا از طرف شرکت‌های توسعه‌دهنده فناوری است. مته‌های حفاری جزئی از تجهیزات ساخت سفارشی است لذا شرکتهای توسعه‌دهنده این فناوری، جهت دریافت سفارش دو مکانیزم پیش رو دارند. این شرکتها یا باید در مناقصه برنده شود یا بایستی به‌صورت تضمین خرید از سوی یک شرکت بهره‌بردار نفتی عمل کنند. در هر یک از این دو حالت بایستی این شرکت جهت پوشش هزینه‌های اولیه توسعه فناوری، پیش‌پرداخت دریافت نماید که نیازمند ضمانت‌نامه‌های با مبلغ بالا (با توجه به قیمت بالای این تجهیز) است. جهت مدیریت این ریسک، شرکتها بایستی پیشبینی‌های مالی لازم را پیش از ورود به این پروژه‌ها انجام داده و در برنامه‌های خود لحاظ کنند. همچنین نهادهای مسئول بایستی فضایی را فراهم آورند که شرکت‌ها بتوانند از حمایت‌های عمومی برای صدور ضمانتنامه برخوردار باشند. نکته قابل ملاحظه این است که نمی‌توان انتظار پذیرش بخشی از این ریسک را توسط شرکت‌های بهره‌بردار داشت. بلکه بایستی سازوکار دیگری در چارچوب نظام نوآوری صنعت نفت و گاز تعبیه کرد که نهادهایی همچون صندوق نوآوری و شکوفایی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری یا معاونت پژوهش و مهندسی وزارت نفت متولی کاهش این ریسک کلیدی در شرکت‌های توسعه‌دهنده فناوری تجهیزات صنعت نفت باشند. دومین ریسک مهم عدم تمایل شرکتهای بهره‌بردار جهت انجام تستهای آزمایشی محصول اولیه تولید کننده 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 از موارد این امکان برای شرکت‌های توسعه‌دهنده در محیط‌های واقعی مانند میادین نفتی و گازی وجود ندارد. دو پیشنهاد ممکن جهت مدیریت و کاهش این ریسک شامل الف) تخصیص میادین پایلوت به شرکتهای توسعه‌دهنده فناوری مته‌های حفاری و ب) بیمه کردن این تست‌ها جهت بازگشت

خسارات احتمالی شرکت‌های بهره‌بردار توسط نهادهای حاکمیتی است.

تغییرات شاخصهای اقتصاد کلان (نرخ ارز و تورم) نیز به‌صورت جدی بازگشت سرمایه پروژه‌ها را به مخاطره می‌اندازد. در بسیاری از موارد افزایش نرخ ارز سبب افزایش هزینه‌های شرکت توسعه‌دهنده می‌شـود اما کارفرما این تغییر را نپذیرفته و عملاً پروژه را از شـرایط اقتصادی خارج می‌کند. ایجاد و توسعه مکانیزمهای حمایتی به‌منظور جلوگیری از اثرات منفی تغییرات نرخ ارز و تورم می‌تواند موجب کاهش اثرات منفی این ریسک شود. چهارمین ریسک دارای اولویت عدم پذیرش محصول و به‌کارگیری آن توسط شرکت‌های بهره‌بردار نفتی است. در بسیاری از موارد حتی باوجود توسعه فناوری، شرکت‌های بهره‌بردار به دلایل مختلف ازجمله عدم تمایل به پذیرش ریسک استفاده از محصول داخلی و عادت به مصرف محصولات خارجی، حاضر به خرید و استفاده از این محصولات نمی‌باشند و عملاً فرآیند توسعه فناوری در ابتدای راه از بین می‌رود. بنگاه‌ها بایستی پیش از شروع پروژه، این ریسک را مدیریت کنند و حداقل‌های تقاضا در بازار را تدارک ببینند. توسعه محصول مشترک با برندهای 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 پیشـنهادات اصلی جهت کاهش این ریسـک است. یکی دیگر از ریسک‌های مهم، انتخاب نامناسب شرکای بین المللی جهت توسعه فناوری است. اصولاً شرکای خارجی با اهداف مختلفی وارد فرآیند همکاری می‌شوند. عمده دلایل، مربوط به تصاحب بخشی از بازار داخلی است. در این بخش هوشمندی بنگاه‌های اقتصادی ضروری است. اولاً از منظر اینکه این شریک، ازنظر توان فنی و تخصصی در چه سـطحی اسـت. دوم اینکه اهداف این مجموعه از همکاری فناوری چیست و سوم سابقه همکاری‌های پیشین این شرکت چه می‌باشد. در بسیاری از موارد انتخاب شریک نامناسب سبب عقیم ماندن پروژه‌های توسعه فناوری مته‌های حفاری در ایران شده است.

۵-۳- پیشنهادات برای تحقیقات آتی

تمرکز این تحقیق بر شناسـایی و ارزیابی ریسـک‌های توسـعه فناوری مته‌های حفاری در هر یک از لایه‌هـای چهارگانه نقشـه راه فناوری بود. یکی از پیشـنهادات برای تحقیقات آتی می‌تواند بررسـی ارتباطات میان این ریسک‌ها با یکدیگر باشد. برخی از ریسک‌ها دارای تقدم نسبت به سایرین هستند و چه بسا بتوان با مدیریت آنها از احتمال وقوع ریسک‌های آتی جلوگیری نمود. دومین پیشنهاد، اضافه نمودن بردار مراحل پیشرفت پروژه و تعیین ریسک‌ها در افق‌های زمانی مختلف است.

منابع

- اقبالیان، علی؛ ورنکشی یاسر(۱۳۹۰). لزوم توسعه فناوری ارتباطات خودرویی در کشور بر اساس یک نقشه راه فناوری و انتخاب متدولوژی تدوین نقشه راه فناوری، *دو فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، شماره ۱۸.
- امینی، الهام؛ اسدی آبگرمکانی، حشمت، (۱۳۹۰)، انواع روش‌های ارزیابی ریسک و تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن براساس روش FMEA، اولین کنفرانس ملی بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر.
- حق نویش، معید و ساجدی، همایون(۱۳۸۲)، *مهندسی ریسک برای مدیران پروژه(مدل‌ها و ابزارها)*، موسسه خدمات فرهنگی رسا.
- شهریاری، محسن، احمدی، آناهیتا، جوادی، حسن، ارباب شیرانی، بهروز(۱۳۸۹). مقایسه الگوهای مختلف تدوین نقشه راه فناوری.کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی ایران.
- طریقتی، مژگان، (۱۳۹۰)، روش‌های شناسایی خطرات، مزایا و معایب آن‌ها، ایمنی بهداشت محیط زیست.
- عبیری، غلام حسن(۱۳۷۴). مدیریت ریسک و عدم اطمینان. *تازه‌های اقتصاد*. شماره ۴۷
- فال، فرخ و پرابرت(۱۳۹۱). رهنگاری برای راهبرد و نوآوری هم راستاسازی فناوری و بازار در یک جهان پویا. ترجمه قاضی نوری، سید سپهر؛ قاضی نوری، سید مسعود.
- فصیحی(۱۳۹۲). مصاحبه رئیس پژوهشکده مطالعات راهبردی فناوری موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی. خبرگزاری فارس.
- کاویانی کوثر خیزی، کیارش؛ بوشهری، علیرضا؛ منطقی، منوچهر(۱۳۹۱). مطالعه تطبیقی و دسته‌بندی روش‌های تدوین نقشه راه(ره نگاشت) فناوری. *رهیافت*، شماره ۵۰.
- نقی زاده، محمد، بامداد صوفی، جهانیار، میرافشار، مریم، (۱۳۹۳)، شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های همکاری فناوری(حوزه زیست فناوری)، *مجله مدیریت توسعه فناوری*، دوره دوم، شماره ۳.
- نوری، بهروز، میقانی نژاد، علیرضا(۱۳۹۲). ارزیابی فرآیند انتقال فناوری در بخش بالادستی صنعت نفت؛ مطالعه موردی: انتقال فناوری ساخت مته‌های حفاری. *ماهنامه اکتشاف و تولید نفت و گاز*، شماره۱۰۷.

- Albright, R. E., & Kappel, T. A. (2003). Technology roadmapping: roadmapping the corporation. *Research technology management*, 46(2), 31.
- Automotive Australia Roadmap, (2009). Extracted from http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Research/CTM/Roadmapping/AA2020-2_TechnologyRoadmap.pdf in Dec 2016.

- Casualty Actuarial Society Enterprise Risk Management Committee. (2003). Overview of enterprise risk management. Fairfax, VA: Casualty Actuarial Society.
- Ebben, J. (2005). *Managing risk in a new venture.*
- 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.
- Epstein, M. J., & Rejc, A. (2006). The reporting of organizational risks for internal and external decision making. CMA Canada.
- Howard Neal.W., Matthew, R. & Robert, W. (2007). National Petrolum Council Oil and Gas Technology Development Subgroup Of The Technology TaskGroup Of The NPC Committee On Global Oil And Gas.Working Document of the NPC Global Oil and Gas Study.
- Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2014). Towards risk-aware roadmapping: Influencing factors and practical measures. *Technovation*,34(8), 399-409.
- Keizer, J. A., Halman, J. I., & Song, M. (2002). From experience: applying the risk diagnosing methodology. *Journal of product innovation management*,19(3), 213-232.
- 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.
- Kim, Y., & Vonortas, N. S. (2014). Managing risk in the formative years: Evidence from young enterprises in Europe. *Technovation*, 34(8), 454-465.
- Phaal,R., Muller,G.,(2009). An architectural framework for roadmapping: towards visual strategy.*Technol.Forecast.Soc.Change*76,39–49.
- PMBOK (Project Management Body of Knowledge), (2013)_, Project Management Institute.
- 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.