نشریه علمی - پژوهشی
مدیریت نوآوری
سال پنجم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵
صفحه ۱۲۸-۱۰۳

مدیریت نوآوری

ارائه الگویی برای مدیریت پروژه‌های توسعه فناوری در صنعت نفت و گاز ایران

مجتبی عزیزی[1*]، عادله مقدم[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰٦/۰۳

چکیده

پروژه‌های توسعهٔ فناوری بر خلاف بسیاری از پروژه‌های دیگر، دارای هدف و یا روش دستیابی از قبل تعریف‌شده نیستند. در کنار عدم قطعیت‌هایی که هر پروژه می‌تواند داشته باشد، پروژه‌های توسعهٔ فناوری با درجهٔ بالایی از عدم قطعیت در بخش تعریف پروژه همراه هستند. به‌همین‌دلیل، روش‌های معمول مدیریت پروژه مانند موارد ارائه‌شده در استاندارد PMBoK کاربرد چندانی در این پروژه‌ها ندارند. در این مقاله، ضمن تشریح ویژگی‌های یک پروژهٔ توسعهٔ فناوری و روش‌هایی که در ادبیات موضوع برای مدیریت این‌گونه پروژه‌ها ارائه شده است، دو پروژهٔ توسعهٔ فناوری از صنعت نفت و گاز ایران، به‌صورت عمیق مطالعه و چالش‌های مدیریتی آنها شناسایی و تحلیل شده است. به‌منظور رفع مشکلات مشاهده‌شده در مطالعات میدانی و با استفاده از نقاط قوت مدل‌هایی مانند مدل مرحله/دروازهٔ جدید، مدل توسعهٔ مارپیچ و الحاقیه DoD از استاندارد PMBoK، یک الگوی مدیریتی برای پروژه‌های توسعهٔ فناوری طراحی و پس از طی مراحل اعتبارسنجی، به‌عنوان مدل پیشنهادی پژوهش، ارائه شده است. در نظر گرفتن چرخه‌های مدیریتی تکرارشونده به‌جای مدیریت خطی، استفاده از منطق مدیریت طرح به‌جای منطق مدیریت پروژه، بودجه‌بندی و زمان‌بندی متغیر با حد بالا و پایین به‌جای مشخص نمودن زمان و هزینهٔ قطعی برای پروژه نمونه‌هایی از ویژگی‌های الگوی پیشنهادی هستند.

واژگان کلیدی: پروژه‌های توسعهٔ فناوری، مدیریت‌پروژه، مدیریت طرح، موفقیت پروژه، صنعت نفت و گاز ایران

۱*- استادیار گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران/ **نویسنده مسوول مکاتبات** azizi.pm@modares.ac.ir
۲- کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

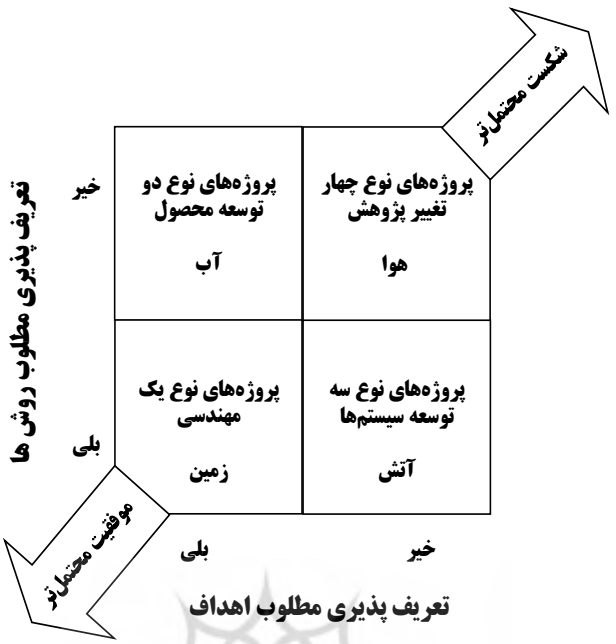
۱- مقدمه

توسعهٔ فناوری، امری تصادفی و خود به‌خودی نیست، بلکه در عرصه‌های تحقیقاتی، برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و اجرایی به دیدگاهی جامع و آینده‌نگر نیاز دارد. در کشور ما طی سال‌های اخیر، تلاش‌های زیادی در جهت رشد دانش مدیریت پروژه انجام شده و پیشرفت‌های خوبی در این زمینه، به‌ویژه در صنایع نفت و گاز، نیرو و ساختمان نیز به‌دست آمده است، به‌نحوی که مدیریت برخی پروژه‌ها در صنایع نفت و نیرو، قابل رقابت با پروژه‌های برتر دنیاست (عزیزی و همکاران، ۱۳۹٤). اما براساس شواهد موجود، در کل هنوز درک لازم از پویایی‌های فرآیند توسعهٔ فناوری از دیدگاه مدیریتی و فرآیندی وجود ندارد. به‌منظور ایجاد یکپارچگی و هماهنگی‌های لازم بین فرآیندها و فعالیت‌های توسعهٔ فناوری برای ارتقاء میزان موفقیت آن، نیاز به ارائهٔ یک الگوی مدیریتی که راهنمای انجام پروژه‌های توسعهٔ فناوری درون‌زا در کوتاه‌ترین زمان ممکن باشد، کاملاً احساس می‌شود. نبود چنین الگویی می‌تواند باعث افزایش وابستگی کشور به انتقال محض فناوری و مشکلات متعاقب آن گردد. البته در این زمینه، مشکلاتی مانند فقدان دانش تخصصی کافی، عدم رهبری پروژه‌ها با نگرش مدیریت توسعهٔ فناوری (هاشم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) و نبود اعتماد مجموعهٔ داخلی به توسعهٔ فناوری در کشور، به‌عنوان جدی‌ترین موانع این بخش مطرح هستند (بندریان، ۱۳۹۲).

در یک دسته‌بندی کلی، از نظر هدف و روش دستیابی به آن، پروژه‌ها را می‌توان به ٤ بخش تقسیم‌بندی نمود: ۱) پروژه‌های با هدف و روش دستیابی روشن، ۲) پروژه‌های با هدف مشخص، اما روش دستیابی غیرصریح، ۳) پروژه‌های با امکان دستیابی و مسیر آسان، اما هدف نهایی که به‌طور دقیق قابل ترسیم نیست و ٤) در نهایت پروژه‌های توسعهٔ فناوری یا نوع چهارم که از هر دو منظر تعریف اهداف نهایی و همچنین روش‌های دستیابی به آن‌ها دارای ابهام هستند (Turner, 2009). همانطور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، به این دلیل‌که در پروژه‌های توسعهٔ فناوری، هدف و روش دستیابی به اهداف به‌طور مشخص تعریف نشده است، عدم قطعیت‌ها و خطرهای فراوانی متوجه آن‌ها خواهد بود (Adler, et al., 2016) و احتمال شکست در آنها بسیار بیشتر است.

بنابراین، برنامهٔ پیشبرد پروژهٔ توسعهٔ فناوری باید منعطف و مبتنی بر مقاطع کلیدی پروژه باشد. این مقاطع، بیانگر دروازه‌هایی از مرحله‌های کلیدی تصمیم‌گیری برای ادامه دادن یا انصراف از پروژه هستند (Turner, 2009).

در دسته‌بندی گفته‌شده، تبیین پروژه‌های توسعهٔ فناوری (پروژه‌های نوع چهارم و تا حدی پروژه‌های نوع دوم و سوم) نیاز به توجه بیشتری دارد، زیرا در شرایط کنونی که اغلب صنایع نفتی و گازی کشور با



شکل (۱): ماتریس اهداف و روش‌ها (Turner, 2009)

تحریم‌های جدی روبرو شده‌اند، انتقال محض فناوری، از یک سو دشوار است و از سویی دیگر، در صورت بروز هر گونه مشکل در فناوری خریداری‌شده، موجب ادامهٔ وابستگی کشور به خارج می‌گردد. بنابراین، نیاز به توسعهٔ فناوری درون‌زا کاملاً محسوس و حیاتی به نظر می‌رسد.

در این مطالعه که با هدف ارائهٔ الگویی برای مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناورانه انجام شده است، ابتدا در بخش مرور ادبیات، ویژگی‌های پروژه‌های توسعهٔ فناوری، چرخهٔ حیات این پروژه‌ها و دیدگاه‌های مختلف نسبت به آن به‌صورت مختصر، معرفی و مدل‌های مدیریتی مرتبط با این پروژه‌ها تشریح شد. روش انجام پژوهش، مطالعهٔ موردی چندگانه بود. موردهای مطالعاتی، پروژه‌های سولفیران و ال.ان.جی[1] به‌عنوان پروژه‌های موفق و ناموفق توسعهٔ فناوری در صنعت نفت و گاز کشور بودند که هر کدام از آنها از دیدگاه‌های مدیریت پروژه و مدل‌های متنوع توسعهٔ فناوری و توسعهٔ محصول، مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های گردآوری‌شده از طریق مصاحبه‌ها و بررسی مستندات پروژه از طریق تحلیل محتوای کیفی، تجزیه و تحلیل شدند. در روند بررسی داده‌ها، ابتدا وضعیت مدیریت پروژه در هر کدام از موردهای مطالعاتی بررسی گردید. سپس این وضعیت با برخی از مدل‌های ارائه‌شده در ادبیات مقایسه و نقاط قوت و ضعف هر کدام از آنها مشخص شد. در نهایت زمینه‌های لازم برای پیشنهاد الگوی پژوهش، شناسایی و تشریح گردید.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با وجود مدل‌های مدیریتی مختلفی که در مطالعات مربوط به توسعهٔ محصول و یا توسعهٔ فناوری ارائه شده است، تقریباً هیچ یک به‌تنهایی قادر نیستند پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز کشور را به نحو مطلوب مدیریت کنند؛ زیرا این پروژه‌ها دارای درجهٔ بالایی از خطر و عدم قطعیت و همچنین ویژگی‌های خاصی مانند چندمرحله‌ای بودن، وابستگی زیاد به شرایط محیطی، نیاز به مدیریت منافع و تغییرات به‌جای کنترل دقیق بودجه و زمان، هستند. از این‌رو مدیریت این‌گونه پروژه‌ها، نیازمند توجه همزمان به جنبه‌های مختلف مدیریتی است. به احتمال زیاد، با تلفیقی از ویژگی‌های مثبت مدل‌ها و دیدگاه‌های ارائه‌شده و هم‌چنین یافته‌های تجربی حاصل از موردهای مطالعاتی می‌توان به این مهم دست یافت.

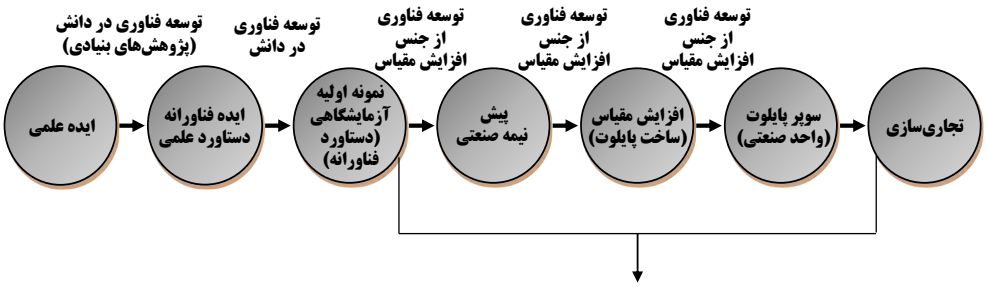
۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- چرخه عمر پروژه‌های توسعهٔ فناوری

موفقیت در شناخت هر فرآیند توسعهٔ فناوری، نیازمند تعیین دقیق محدودهٔ هر پروژه و شناخت گام‌های اجرایی آن می‌باشد. فرآیند ایده‌پردازی تا تجاری‌سازی یک محصول، فرآیندی طولانی و گام به گام است (Radack, 2002). براساس نظر راش (۱۹۹۵). الگوی مراحل فرآیند توسعه و تجاری‌سازی فناوری شامل چند مرحله است که عبارتند از: ۱) پژوهش‌های بنیادی، ۲) پژوهش‌های کاربردی، ۳) توسعهٔ آزمایشگاه، ٤) طراحی و مهندسی کاربردها، ٥) خدمات فنی، ٦) استانداردها و گواهی‌ها، ۷) انتشار (Rush, et al, 1995). فرآیند نوآوری فناورانه از دو بخش علم و توسعهٔ فناوری تشکیل می‌گردد. علم، حاصل پژوهش‌های بنیادی و تا حدودی کاربردی است. در فرآیند توسعهٔ فناوری نیز که خود شامل ٦ بخش است، علم، جنبهٔ کاربردی می‌یابد. بر این اساس، مرحله‌های توسعهٔ فناوری، شامل مراحل تولید فناوری، آزمون فناوری، تطبیق و سازگاری فناوری، یکپارچگی فناوری، گسترش فناوری و در نهایت نشر و پذیرش فناوری می‌باشد. در این چارچوب، از دیدگاه تعیین وظایف سازمانی، مرحله‌های تولید علم تا یکپارچگی فناوری را نهادهای علمی و پژوهشی برعهده دارند و مرحله‌های آزمون تا نشر و پذیرش فناوری نیز بر عهدهٔ نهادهای تجاری‌سازی فناوری است (ضیایی، ۱۳۸۹). در شکل (۲)، گام‌های چرخهٔ عمر پروژه‌های توسعهٔ فناوری به‌همراه نکاتی از ویژگی‌های بارز هر قسمت نشان داده شده است.

۲-۲- مدل‌ها و روش‌های مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناوری

در این مطالعه، جستجو در منابع علمی داخلی با استفاده از کلید واژه‌های مدیریت پروژه، پروژه‌های توسعهٔ فناوری، مدل‌های توسعهٔ فناوری و پژوهشگاه صنعت نفت انجام شد. نتایج حاصل از جستجو در



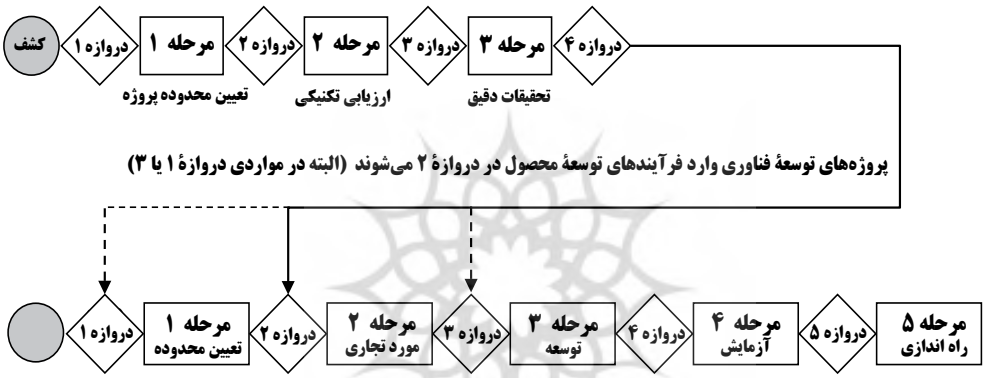
شکل (۲): گام‌های چرخهٔ عمر پروژه‌های توسعهٔ فناوری (Radack, 2002)

پایگاه پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران، بیانگر نبود پایان‌نامه‌های متمرکز بر مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناوری نفت و گاز کشور است. همچنین نتایج جستجو در سایت مرجع دانش[۲] و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی نیز، عدم وجود تحقیقات کافی در زمینهٔ مدیریت این پروژه‌ها را نشان می‌دهد. البته مطالعاتی در زمینهٔ راهبردهای توسعهٔ فناوری (زندحسامی و همکاران، ۱۳۹٤) و یا عوامل موفقیت نوآوری (دانش‌کهن و همکاران، ۱۳۹٤) انجام شده بود که ارتباط چندانی با فرآیند مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناوری نداشت و یا در صنایعی غیر از نفت گاز انجام شده بود. از معدود مطالعات انجام‌شده، می‌توان به مطالعه مبتنی بر راهبردهای اجرای طرح‌های توسعه و تجاری‌سازی فناوری در پژوهشگاه صنعت نفت (بندریان،۱۳۹۲) اشاره کرد که در واقع جدی‌ترین تلاش صورت گرفته در گذشته برای مطالعهٔ مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناوری نفت و گاز کشور محسوب می‌شود.

شایان ذکر است که مدل‌های گوناگونی از جمله مدل مرحله/دروازه (Cooper, 2009)، مدل آبشاری (بندریان, ۱۳۹۲)، مدل وی (Von Zedtwitz, 2002)، مدل مارپیچ (Boehm, 1988) و مانند آن، در مورد توسعهٔ محصول از حدود دههٔ ۱۹۸۰ به بعد توسعه یافته‌اند، اما نگاه‌ها به مدل‌های توسعهٔ فناوری با دید مطالعه حاضر به چند سال اخیر باز می‌گردد. بر این اساس، دیدگاه‌هایی که ادعای بحث در زمینه توسعهٔ فناوری دارند را می‌توان شاخه‌ای از دیدگاه‌های سنتی توسعهٔ محصول قلمداد نمود. با در نظر گرفتن اینکه در پروژه‌های توسعهٔ محصول، اغلب زمان توسعه، عامل اصلی و تعیین‌کننده و در مورد پروژه‌های توسعهٔ فناوری مهمترین شرط، چگونگی بسط و دستیابی به دانش و سپس زمان است؛ مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناوری به دیدگاه‌ها و یا مدل‌های متفاوتی نسبت به دیدگاه‌های مرتبط با توسعهٔ محصول نیازمند می‌باشد (Cooper, 2009). در ادامهٔ این بخش، ابتدا تعدادی از مدل‌ها به‌طور مختصر معرفی و در انتها از طریق یک جدول با همدیگر مقایسه می‌شوند.

۲-۲-۱- دیدگاه اصلاح شده فرآیند توسعهٔ فناوری

ایجاد مدل دروازه/مرحله بر پایهٔ گردآوری تجربه‌ها، پیشنهادها و مشاهدات تعداد زیادی از مدیران و شرکت‌هاست که نخستین بار توسط کوپر- از دانشگاه مک‌مستر- معرفی گردید. این دیدگاه دارای ۵ دروازه و ۵ مرحله است و برای فرآیند توسعهٔ محصول به کار می‌رود (شکل (۳)). تلاش‌های کوپر (۲۰۰۹) برای تطبیق این مدل با فرآیند توسعهٔ فناوری منجر به معرفی نسل جدیدی از آن گردید. همانطور که در شکل (۳) ملاحظه می‌شود در فرآیند جدید مرحله/دروازهٔ او، ۳ مرحله و ٤ دروازه پیش از وارد شدن به چرخهٔ توسعهٔ محصول جدید، تعبیه شده است (Cooper, 2009).

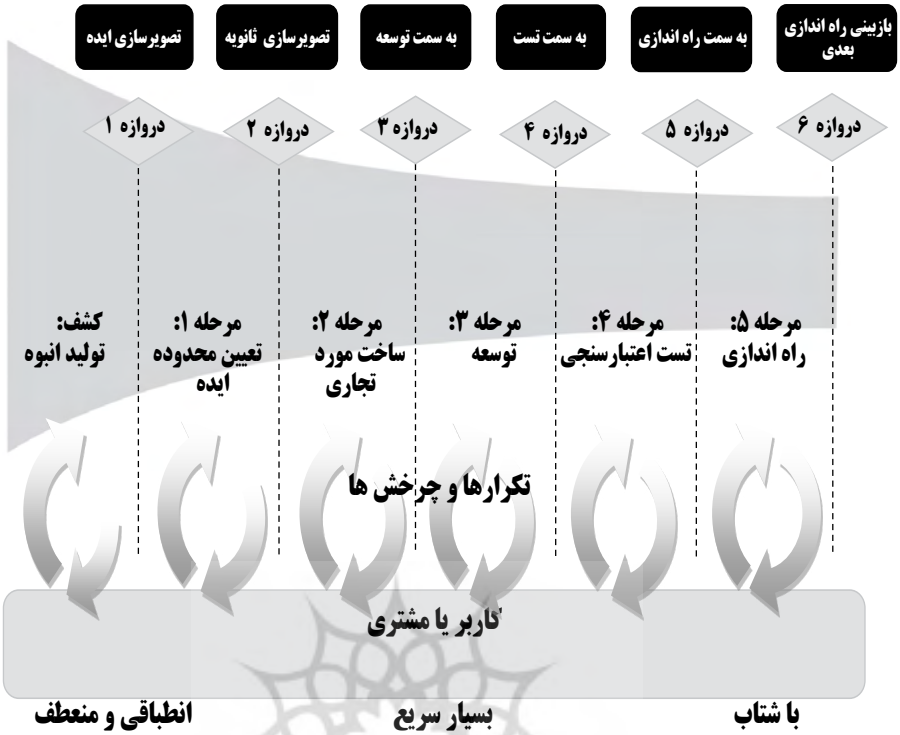


شکل (۳): دیدگاه اصلاح‌شدهٔ فرآیند توسعهٔ فناوری (Cooper, 2009)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲-۲-۲- نسل جدید فرآیند مرحله/دروازه

با گذشت زمان و بروز پیشرفت‌های جدید، مدل ابتدایی نظام مرحله/دروازه (۱۹۸۰)، دچار چالش‌های فراوانی شد و انتقادات جدی در مورد آن مطرح گردید. از جملهٔ این موضوعات، خطی‌بودن و برنامه‌ریزی بیش از حد برای انجام پروژه‌های پویا و خلاقانه، انطباق‌پذیری ناکافی و عدم تشویق مناسب برای انجام آزمایشات را می‌توان نام برد (Cooper, 2014b). بِکِر معتقد است که این نظام، بیش از حد کنترل شده و دارای دیوان‌سالاری و کارهای اضافه است. با در نظر گرفتن انتقاداتی از این دست، کوپر برای فائق آمدن بر این مشکلات، به‌تازگی نسل جدیدی از نظام ایده‌پردازی تا راه‌اندازی را بر پایهٔ فرآیند مرحله/دروازه ارائه نموده است (Cooper, 2014a). در شکل (٤) طرح‌وارهٔ این فرآیند جدید نشان داده شده است.



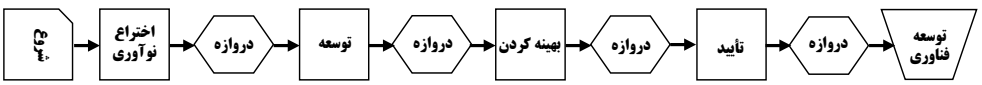
شکل(٤): نسل جدید فرآیند مرحله/دروازه (Cooper, 2014a)

۲-۲-۳- دیدگاه توسعهٔ فناوری کرولینگ

کرولینگ (۲۰۰۳)، دیدگاه‌های پژوهشی خود را در قالب بهبود بخشیدن به مدل مرحله/دروازه ارائه کرده است. به‌همین دلیل نظرات وی با نام دیدگاه و نه مدل مطرح می‌شوند. دیدگاه کرولینگ، برای شناسایی صحیح و دقیق فناوری اهمیت زیادی قائل است و از این‌رو خطر به‌نتیجه‌رسیدن هدف نهایی را کاهش می‌دهد (Creveling, 2003). طرح‌وارهٔ این دیدگاه در شکل (۵) نشان داده شده است.

۲-۲-٤- دیدگاه توسعهٔ فناوری هوگمان

مطالعات هوگمان (۲۰۱۱)، با تجربهٔ عینی در شرکت هوافضای ولوو، از به‌روزترین یافته‌ها در زمینهٔ

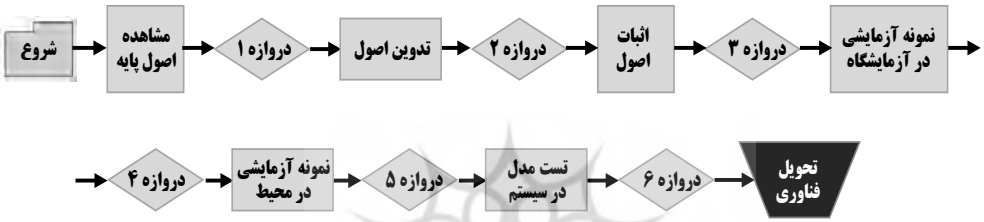


شکل (۵): دیدگاه توسعهٔ فناوری کرولینگ (Creveling, 2003)

پروژهای توسعهٔ فناوری است. وی بر روی دو ویژگی اساسی تأکید دارد (Hogman, 2011):

۱. جریان و روند فعالیت در هر مرحله، بسیار یکسان است، اما در هر مرحله، سطح بالاتری از جزئیات تولید می‌گردد.

۲. فرآیند می‌تواند به گونه‌ای بازگشتی باشد. بدین مضمون که همزمان با توسعهٔ فناوری، مشکلات جدید پیش‌بینی نشده نیز می‌توانند به‌وجود آیند. برای حل این مشکلات جدید، باید فناوری‌های زیرمجموعه‌ای نیز توسعه یابند. در شکل (٦)، طرح‌وارهٔ مدل فرآیند توسعهٔ فناوری هوگمان نشان داده شده است.



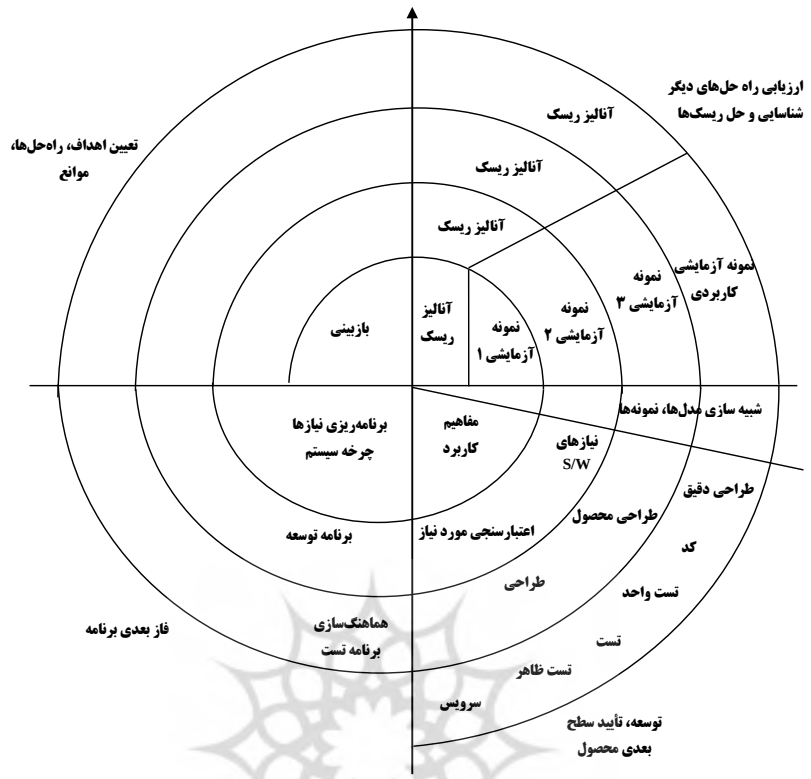
شکل (٦): دیدگاه توسعهٔ فناوری هوگمان (Hogman, 2011)

۲-۲-۵- مدل مارپیچی توسعهٔ محصول

مدل توسعهٔ مارپیچ، نخستین بار از سوی بوهم (۱۹۹۸) معرفی شد. وی با به چالش‌کشیدن مدل‌های خطی همچون مدل آبشاری و مدل وی[٤]، آن‌ها را متهم به عدم شناخت کامل نظام در ابتدای فرآیند نمود. فرض دیگر او که می‌توان آن را حتی نقدی به نظام‌های دروازه/مرحلهٔ نسل جدید هم دانست، این است که عقیده دارد تقریباً هیچ نظامی با آن حدی از انعطاف‌پذیری وجود ندارد که قادر به تطبیق با مسیرهای برنامه‌ریزی شده باشد. او معتقد است که با یک نظام مارپیچ که در آن، هر چرخهٔ مشکلات و راه‌حل‌ها به‌طور متناوب بررسی و حل گردند، می‌توان به مشکلات مدل‌های خطی فائق آمد. مدل توسعهٔ مارپیچ، در شکل (۷) نشان داده شده است.

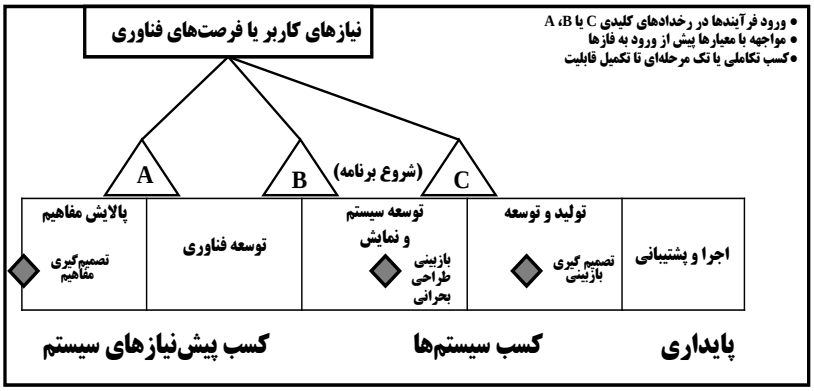
۲-۲-٦- الحاقیه DoD[٣] به استاندارد PMBOK

عدم قطعیت در هدف و همچنین روش دستیابی به هدف، شاخصه‌های اصلی پروژه‌های توسعهٔ فناوری محسوب می‌شوند. از این‌رو مدیریت این پروژه‌ها با دیدگاه معمول استاندارد PMBOK که شامل ۱۰ حوزهٔ دانش و ۵ گروه فرآیندی مدیریت پروژه می‌باشد (PMI, 2008)، ممکن است منجر به حصول نتایج دلخواه در این پروژه‌ها نگردد. بنابراین، در الحاقیهٔ افزوده‌شده به PMBOK، تمهیداتی برای پروژه‌های تولید

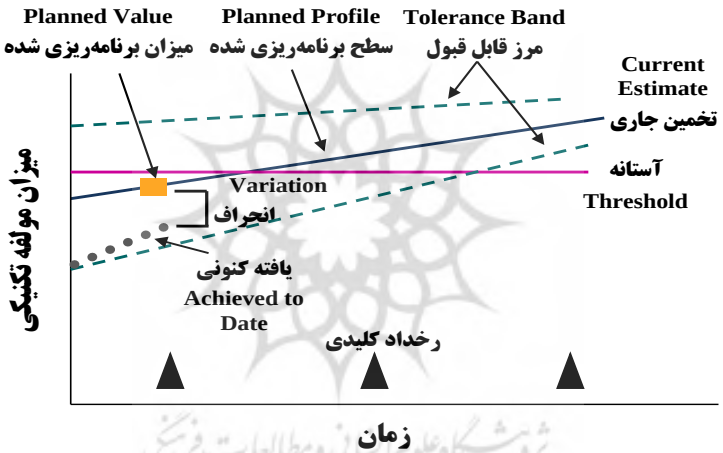


شکل (۷): مدل توسعهٔ مارپیچ (Boehm, 1988)

و توسعهٔ محصول در صنایع نظامی که دارای ویژگی‌های عدم قطعیت و خطر بالا هستند، اندیشیده شده است. چرخهٔ عمر پروژه‌ها با رویکرد DoD در شکل (۸) نشان داده شده است. در فرآیند نشان‌داده‌شده در این شکل، رخدادهای کلیدی، در ابتدا بیانگر ورود نظام به فازهای مشخص‌شده هستند. در اصل، ویژگی کلیدی فرآیند جدید نسبت به مدل اصلی، استفاده از یک روند تکاملی و تدریجی در طراحی و توسعه است که با استفاده از رخدادهای کلیدی موجود در هر گام، روند پیشرفت را به‌دقت بررسی می‌کند. در ابتدای هر فاز، به‌منظور رفع نیازهای آن فاز و پیش از وارد شدن به رخداد کلیدی، برنامه‌ریزیِ مطلوب انجام می‌شود. همانطور که در شکل (۸) مشاهده می‌شود، بسته به سطح پیشرفت، هر فناوری ممکن است در سه گام A، B و یا C آغاز گردد (PMI, 2003). در نظر گرفتن درصد مشخصی از زمان و هزینهٔ اضافه برای هر کدام از مرحله‌های چرخهٔ عمر و تعیین حداکثر مقدار قابل تحمل برای هر کدام از آنها (کران بالا و کران پایین) از ویژگی‌های بسیار مهم این مدل برای کنترل بودجه و زمان در این پروژه‌ها می‌باشد که در شکل (۹) به‌خوبی نمایش داده شده است.



شکل (۸): چرخهٔ عمر پروژه‌ها با رویکرد DoD (PMI, 2003)



شکل (۹): کران بالا و پایین در الحاقیهٔ DoD برای پیگیری عملکرد (PMI, 2003)

خلاصه‌ای از ویژگی‌های مدل‌های گفته‌شده، در جدول (۱) ارائه و با هم مقایسه شده است. با جمع‌بندی دیدگاه‌های مرتبط با توسعهٔ فناوری، عدم انعطاف‌پذیری مطلوب و همچنین عدم تحلیل مداوم خطرها را می‌توان ضعف اصلی مدل‌های کرولینگ و هوگمان دانست.

همچنین عدم توجه ویژه به گام کسب دانش اولیه، به‌عنوان کلید شروع پروژه‌های توسعهٔ فناوری، عیب بارز مدل سنتی کوپر است. با توجه به سطح علمی ایران، به‌عنوان یک کشور در حال توسعه و همچنین امکانات موجود، توانایی کسب دانش اولیه و آزمایشگاهی، مولفه‌ای بسیار مهم برای پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز کشور محسوب می‌گردد. وجود خطرهای متعدد در کنار عدم‌قطعیت‌های فراوان در طول انجام

جدول (۱) : خلاصه‌ای از مدل‌ها و دیدگاه‌های مطرح شده پیرامون تحقیق‌وتوسعه (نگارنده)

مدل	هدف ارائه	ویژگی مطلوب	فرصت‌های بهبود
مرحله/دروازهٔ نوین	توسعهٔ فناوری	انعطاف‌پذیری، سرعت و شتاب بالا در مرور، بازبینی و پیشرفت	عدم توجه کافی به مرحلهٔ کسب دانش اولیه نیاز به ارتباط مستمر با مشتری
کرولینگ	توسعهٔ فناوری	شناسایی اولیهٔ صحیح و دقیق فناوری	عدم انعطاف‌پذیری مطلوب عدم بررسی خطرهای موجود به‌طور متناوب
هوگمان	توسعهٔ فناوری	استفاده از درخت فناوری	عدم بررسی خطرهای موجود به‌طور متناوب
مرحله/دروازهٔ سنتی	توسعهٔ محصول	نیاز به هدف‌گذاری دقیق اولیه	عدم انعطاف‌پذیری مطلوب
قیف محصول	توسعهٔ محصول	جامعیت گزینه‌های اولیه و مرور و بازبینی گام به گام	هزینه بر بودن تغییرات و زمان‌بر بودن بررسی‌ها
آبشاری	توسعهٔ محصول	کاربری آسان و توسعه در زمان کوتاه	عدم انطباق مطلوب با تغییرات حین پیشبرد پروژه
مدل وی	توسعهٔ محصول	اعتبارسنجی گام به گام	خطی بودن و عدم انطباق‌پذیری مطلوب
توسعهٔ مارپیچ	توسعهٔ محصول	تحلیل‌های دقیق خطر توسط بررسی‌های متعدد و چرخشی	پیچیدگی زیاد در صورت وجود عدم قطعیت‌های فراوان
الحاقیهٔ DoD به استاندارد PMBOK	ساخت تجهیزات در پروژه‌های نظامی	وجود بازه‌های تصمیم‌گیری توسط تخمین کران و بالای مولفه عملکرد فنی ایجاد انعطاف در هر نقطه از رخداد کلیدی	مختص پروژه‌های نظامی

پروژه‌های توسعهٔ فناوری، طرح یک دیدگاه دقیق در زمینهٔ مواجه با این موارد را ضروری می‌کند.

مطابق توضیحات قبلی، مدل مارپیچ با تحلیل خطر متوالی و مرحله‌به‌مرحله، مدلی پیشگام در این زمینه در بین مدل‌های توسعهٔ محصول است (Boehm, 1988). در این مدل، با افزایش ابعاد، هزینه و اهمیت پروژه، تحلیل‌های خطر با دقت بالاتری انجام می‌پذیرد و از این‌رو، می‌توان با یافتن دانش کافی و به‌موقع در مورد خطرها و عدم قطعیت‌های موجود پیرامون پروژهٔ توسعهٔ فناورانه، با شکست موفقیت‌آمیز (لغو به موقع) پروژه، از اتلاف منابع زمان، هزینه، نیروی انسانی ومانند آن جلوگیری نمود.

به‌طور کلی تمرکز مدل‌های مطرح‌شده در حوزهٔ توسعهٔ فناوری، بیشتر بر فرآیند توسعهٔ فناوری است تا مدیریت پروژه و هر یک از مدل‌های بحث‌شده دارای فرصت‌های بهبودی هستند که شاید بتوان با ترکیبی از مدل‌های مطرح‌شده و در نظر گرفتن ویژگی‌های مطلوب آنها، راهکارهایی در جهت بهبود مدیریت بهینهٔ پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز کشور ارائه کرد.

۳- روش پژوهش

پژوهش حاضر، نوعی پژوهش کاربردی است، زیرا تلاشی برای پاسخ به یک معضل و مشکل است که در عالم واقع وجود دارد (آقاناصری، ۱۳۸۳). بر اساس روش و چگونگی به‌دست آوردن داده‌های مورد نیاز، این پژوهش از نوع کیفی با رویکرد توصیفی-اکتشافی و راهبرد مطالعهٔ موردی چندگانه است. جامعهٔ پژوهش، پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز ایران می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های فراوان دسترسی به اطلاعات پروژه‌های توسعهٔ فناوری، به‌ویژه در صنعت نفت و گاز، دو پروژه که امکان دسترسی به اطلاعات و مدیران آنها فراهم شد، به‌عنوان نمونهٔ موردی انتخاب گردیدند.

برای شناخت بهتر از فرآیندهای مدیریتی، در نمونه‌های موردی یک پروژهٔ نسبتاً موفق (پروژهٔ سولفیران) و یک پروژهٔ ناموفق (پروژهٔ ال.ان.جی) بر اساس نظر خبرگان انتخاب و مطالعه شد. جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز این پژوهش، علاوه‌بر مطالعات کتابخانه‌ای، با استفاده از اسناد و مدارک پروژه‌ها و نیز مصاحبه‌های عمیق و نیمه‌ساختاریافته صورت گرفته است. در قسمت مصاحبه‌ها، پرسش‌هایی دربارهٔ وضعیت موجود، چالش‌ها، فرصت‌ها، رویکردها و مدل‌هایی که در مدیریت این پروژه‌ها به‌کار رفته‌اند، پرسیده شد.

افراد آگاه در بخش مطالعات میدانی، شامل مدیران ارشد و میانی درگیر در پروژه‌های مورد بررسی، هستند. البته در کنار این افراد، از نظرات کارشناسانهٔ اساتید دانشگاه در حوزهٔ مدیریت پروژه و مدیریت فناوری نیز استفاده شده است. حدود ۲۰ مصاحبه انجام شد که در نهایت با رسیدن به اشباع نظری (تکراری‌شدن داده‌ها)، جمع‌آوری داده‌ها متوقف گردید.

تحلیل داده‌ها، با روش تحلیل محتوای کیفی انجام شد؛ بدین صورت که متن مصاحبه‌ها پیاده‌سازی و با کدگذاری داده‌های کیفی، مهم‌ترین چالش‌ها و مشکلات هر پروژه در کنار شیوه‌های مدیریتی به‌کار رفته در آن پروژه استخراج شد. برای اطمینان از روایی و پایایی یافته‌ها، فرآیند جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها به‌صورت یک دستورکار تدوین گردید و مورد ارزیابی دو نفر از خبرگان دانشگاهی قرار گرفت. همچنین خروجی‌های حاصل از تحلیل مصاحبه‌ها، با دو نفر از مدیران هر پروژه، مرور و نظرات اصلاحی آنها اعمال شد.

برای ارائه گزارش و یافته‌های نهایی پژوهش، پس از توصیف وضع کلی پروژه‌های سولفیران و ال.ان.جی، عمده‌ترین مشکلات موجود در مدیریت این دو پروژه، با در نظر گرفتن چرخهٔ عمر پروژه‌های توسعهٔ فناوری ارائه و سپس این چالش‌ها با مدل‌ها و استانداردهای مدیریتی معرفی‌شده در مطالعات گذشته مقایسه شدند.

در انتها، بر اساس یافته‌های این پژوهش یک الگوی مدیریتی برای پروژه‌های توسعهٔ فناوری در صنعت

نفت پیشنهاد گردید؛ بدین صورت که یک الگوی اولیه، طراحی شد و مورد قضاوت تعدادی از مدیران ارشد پژوهشگاه صنعت نفت و اساتید دانشگاه در رشتهٔ مدیریت پروژه و مدیریت فناوری قرار گرفت. این الگو با اعمال نظرات اصلاحی و تغییراتی جزئی، در نهایت به تأیید اکثر خبرگان رسید.

٤- یافته‌های پژوهش

٤-١- معرفی پروژه‌های سولفیران و ال.ان.جی

پروژه‌های مطالعاتی این پژوهش، دو پروژهٔ «توسعهٔ فناوری سولفورزدایی از گاز (سولفیران)» به‌عنوان یک پروژهٔ توسعهٔ فناوری نسبتاً موفق و پروژهٔ «توسعهٔ فناوری ال.ان. جی» به‌عنوان یک پروژهٔ ناموفق و متوقف‌شده هستند. پروژهٔ سولفیران، در سال ١٣٦٥ شمسی، با ایده‌ای از یک متن در مجلهٔ هیدروکربن پروسسینگ[٥]، در پژوهشگاه صنعت نفت آغاز شد و هدف آن دستیابی به یک فناوری برای شیرین‌سازی گاز (حذف گوگرد از گاز) بود (پژوهشگاه صنعت نفت، ١٣٨٨). داده‌های اولیه، بیشتر از مقالات استخراج شد، اما قسمت اعظم کار بر اساس تجربه پیش رفت. تولید کاتالیست حدود ٥ ماه طول کشید. گروه شیمی موفق شدند یک واحد آزمایشگاهی غیر پیوسته برای این فناوری آماده کنند که کاتالیست در آن، آزمایش و سنتز شود. در نهایت، نتیجه در سال ٦٥ ثبت داخلی شد.

طرح اولیهٔ سولفیران بر اساس نقشه‌هایی که دستی کشیده شده بود، ساخته شد. بعد از اصلاح آن، پروژه وارد فاز مدیریتی و رایزنی برای احداث سوپرپایلوت گردید. پروژهٔ «طراحی مفهومی سوپرپایلوت سولفیران» از اواخر سال ١٣٧٥ به مدت ٥ ماه انجام شد. در مجموع، با تلاش پژوهشگاه، پروژهٔ ساخت و احداث واحد نمایشی سولفیران با عنوان سوپرپایلوت در اواخر سال ١٣٨٤ تقریباً به اتمام رسید.

در ادامه این روند، تنها اصلاحات اندکی بر روی آن صورت گرفت و نمونهٔ سوپرپایلوت در نمایشگاه صنعت نفت رونمایی شد؛ اما با وجود این تلاش‌ها، متأسفانه هنوز تا زمان ارائهٔ این مقاله، وارد چرخهٔ صنعتی (تجاری‌سازی) نشده است.

دلیل انتخاب این پروژه به‌عنوان یک مورد مطالعاتی، این است که پروژهٔ سولفیران از معدود پروژه‌هایی است که بسیاری از مرحله‌های توسعهٔ فناوری را به‌صورت درون‌زا طی نموده و وارد مرحلهٔ افزایش مقیاس (سوپر پایلوت/واحد صنعتی) نیز شده است و بنابراین از این نظر، یک پروژهٔ توسعهٔ فناوری نسبتاً موفق در صنعت نفت ایران شناخته می‌شود. اما از آنجایی‌که انجام این پروژه، ٢٥ سال طول کشیده است و در حال حاضر با صرف هزینه و زمان زیاد فناوری‌ای بدست آمده که هنوز به مرحلهٔ تجاری‌سازی

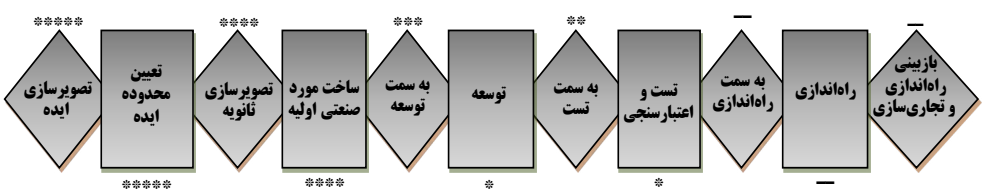
نرسیده است (به دلیل فقدان الزامات زیست محیطی و نادیده گرفتن این مسأله از ابتدای پروژه)، این پروژه یک پروژهٔ شکست‌خورده محسوب می‌شود.

تبدیل گاز طبیعی به‌صورت مایع و حمل آن به‌وسیلهٔ کشتی‌های مخصوص، به مقاصد مورد نظر، مطلوب‌ترین روش صادرات گاز به بازارهای دوردست است (پژوهشگاه صنعت نفت، ۱۳۸۸). پروژهٔ ال.ان.جی، با هدف دستیابی به فناوری تبدیل گاز طبیعی به گاز مایع انجام شد. این پروژه، چند سال پیش در شرکت ملّی صادرات گاز ایران تعریف و برخی از مرحله‌های ابتدایی آن نیز با روندی بسیار کند دنبال گردید، اما با وجود اهمیت بسیار بالای آن برای صنعت نفت کشور، این پروژه در مرحله‌های اولیه متوقف شد و به اهداف خود نرسید. با بررسی این پروژه و مقایسهٔ آن با نمونه‌های نسبتاً موفق، کاستی‌های مدیریتی این‌گونه پروژه‌ها دقیق‌تر و با شواهد عینی قابل مطالعه خواهند بود.

٤-٢- نتایج حاصل از بررسی پروژه سولفیران

در روند بررسی پروژه سولفیران، تاریخچهٔ پروژه با تمرکز بر فرآیندها و نحوهٔ مدیریتِ مرحله‌های مختلف پروژه، معرفی و سپس مدارک و مستندات پروژه مرور می‌گردد. گزارش‌ها و مستندات مدیریتی پروژه، در مقایسه با گزارش‌های فنی بسیار اندک بودند، از این‌رو، تلاش شد تا اطلاعات مورد نظر از طریق مصاحبه با افراد آگاه استخراج شود. در مرحلهٔ بعد، گام‌های مدیریتی پروژه مستندسازی شد. با مقایسهٔ این گام‌ها با مدل‌های ارائه‌شده در ادبیات، مشاهده شد که این پروژه از یک الگوی مدیریتی از پیش‌تعریف‌شده، بهرهٔ کمی برده است. هرچند سولفیران تا مرحلهٔ طرح اولیه، تا حدی منطبق با مدل مرحله/دروازه کوپر عمل نمود، اما این تطابق نه به‌صورت آگاهانه و هدفمند، بلکه بر اساس تجربه بوده است و پس از آن نیز پروژه به‌صورت اقدامات روزمره و متناسب با شرایط سازمان دنبال شد. در شکل (۱۰) به این تطابق اشاره شده است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در این پروژه، با تفویض اختیار و تصویب بودجه، افراد شروع به کار



— : عدم وجود فرآیند، *، فرآیند به‌صورت خیلی ضعیف، **، فرآیند به‌صورت ضعیف، ***، فرآیند به‌صورت متوسط، ****، فرآیند به‌صورت خوب، *****، فرآیند به‌صورت عالی

شکل (۱۰): تحلیل پروژهٔ سولفیران در مقایسه با مدل نسل جدید فرآیند مرحله/دروازه (نگارنده)

می‌کردند و با به پایان رسیدن بودجه پروژه متوقف می‌شد. سولفیران تا مرحلهٔ ثبت اختراع و نمونهٔ کوچک آزمایشی بسیار موفق عمل کرده است، اما در گام‌های بعدی و وارد شدن به مرحلهٔ توسعهٔ بالاتر، با کمبودها و نقاط ضعف متعددی روبرو گردیده است. پس از به‌وجود آمدن عدم قطعیت در گام‌های افزایش مقیاس، به‌علت عدم وجود دیدگاه مدیریتی و بنابراین عدم آمادگی مسئولان مربوط، مشکلات و خطرهایی که برای پروژه‌های توسعهٔ فناوری معمول هستند، به‌صورت چالشی جدی مطرح و روش مناسبی برای مدیریت آن، در این پروژه اندیشیده نشد.

٤-٢-١ - مهم‌ترین چالش‌های پروژهٔ سولفیران

به تعبیر یکی از مصاحبه‌شوندگان:

«... پروژهٔ سولفیران یک موفقیتِ شکست خورده است، زیرا با اینکه در حال حاضر صاحب فناوری هستیم –البته با صرف هزینه و زمان زیاد– این فناوری هنوز تجاری‌سازی نشده است. سولفیران بعد از حدود ۲۵ سال به نتیجه رسیده است، اما به‌دلیل فقدان الزامات زیست محیطی و ندیدن این الزامات از ابتدای پروژه، این فناوری در حال حاضر مشتری جدی ندارد.»

با تحلیل مصاحبه‌های افراد درگیر در پروژهٔ سولفیران، مهم‌ترین چالش‌هایی مطرح شناسایی و در جدول (۲) نشان داده شده است. برای درک بهتر، این چالش‌ها و مشکلات در سه بخش زمانی گذشته، حال و آینده تقسیم‌بندی شدند. در مورد پروژهٔ سولفیران، مشکلات گذشته مربوط به مراحل قبل از ساخت واحد نیمه صنعتی، مشکلات حال مربوط به چالش‌های کنونی برای تجاری‌شدن و مشکلات آینده نیز با در نظر گرفتن ادامهٔ شرایط کنونی و تعویق در زمان تجاری‌سازی پیش‌بینی گردیده است. همانطور که مشاهده می‌شود، تحریم‌های بین‌المللی نیز به‌عنوان چالش در تمامی مرحله‌های پروژه مطرح شده است. در نگاه اول و طبق تعریف پروژه‌های توسعهٔ فناوری درون‌زا، تمامی فعالیت‌ها باید به‌طور مستقل انجام پذیرد، به‌نحوی که تحریم‌های بین‌المللی، اثری بر پیشبرد پروژه نداشته باشند. اما مشخص است که در تمامی مرحله‌های کسب دانش اولیه، نیاز به بررسی منابع و مراجع علمی معتبر وجود دارد و عدم دسترسی به این منابع، در عمل، پیشبرد پروژه‌ها را غیر ممکن خواهد ساخت. بنابراین، منظور از تحریم بین‌المللی، محدودیت در انتقال فناوری نیست و می‌تواند شامل محدودسازی دسترسی به منابع علمی، محدودیت‌های تأمین مالی و محدودیت‌های معرفی فناوری باشد. همانطور که جدول (۲) نشان می‌دهد، یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، عدم استفاده از افراد کارشناس در حوزهٔ مدیریت پروژه و عدم آشنایی گروه پروژه با نحوهٔ مدیریت این پروژه‌ها می‌باشد. یکی از مدیران ارشد پروژه در این رابطه می‌گوید:

«... اما یک مدیریت کلاسیک که بر مبنای آن، کار کنیم و مبانی مدیریتی را پیاده کنیم، نبوده است،

جدول (۲): چالش‌های پروژهٔ سولفیران

چالش	زمان	میزان اهمیت
عدم استفاده از افراد کارشناس در حوزهٔ مدیریت پروژه	گذشته	بسیار زیاد
عدم درک صحیح از مفاهیم مدیریت طرح	گذشته	بسیار زیاد
نبود قانون جدی حمایت از طرح‌های مرتبط با محیط زیست	حال- آینده	بسیار زیاد
تغییرات مدیریتی و نبود دید کافی در مدیریت پروژه	گذشته	زیاد
عدم تخصیص به‌موقع منابع مالی در مرحلهٔ افزایش مقیاس	گذشته	زیاد
به‌کارگیری شرکت‌های مشاورهٔ غیر متخصص	گذشته	زیاد
روحیهٔ پایین کار تیمی	گذشته	زیاد
عدم حمایت جدی از تجاری‌سازی سولفیران درون صنایع کشور	حال- آینده	زیاد
عدم ثبت اطلاعات گذشته	حال- آینده	زیاد
دیوان‌سالاری در ساختار سازمانی	گذشته- حال - آینده	متوسط
نبود بسترهای مناسب معرفی مزیت‌های سولفیران	حال- آینده	متوسط
تعویض نسل مدیران و مسئولان صنعتی پروژه	حال- آینده	متوسط
تحریم‌های بین‌المللی	گذشته- حال - آینده	متوسط
عدم تعریف نیاز اولیه به‌عنوان پروژه توسعهٔ فناوری	گذشته	کم

آقای مهندس .... که تازه از دانشگاه ... در رشتهٔ صنایع فارغ‌التحصیل شده بودند، مبانی مدیریت آکادمیک که در دانشگاه آموخته بودند را می‌خواستند در پژوهشگاه جا بیندازد که همه دچار مشکل شدید شدند. فقط چند نفر از مدیران پژوهشگاه از دید کلاسیک، مدیریت را می‌شناسند. دوره‌های PMBOK را برای ما می‌گذارند که دوره دو روزه است و خیلی زود فراموش می‌شود...»

یکی دیگر از چالش‌های پراهمیت در پروژهٔ سولفیران -که شاید بتوان آن را به دیگر پروژه‌های توسعهٔ فناوری نیز تعمیم داد- عدم درک صحیح از مفاهیم مدیریت طرح در این پروژه‌ها می‌باشد. «طرح» و «پروژه»، دو مفهوم کاملاً متفاوت هستند که به شیوه‌های مدیریتی متفاوتی نیز نیاز دارند. پروژه، مجموعه فعالیت‌های موقتی را در بر می‌گیرد که منجر به ایجاد محصول و یا خروجی‌های منحصر به‌فرد می‌شود (مانند طراحی و ساخت یک سد بتنی)، اما طرح، مجموعه‌ای از چند پروژهٔ کاملاً مرتبط‌به‌هم است که منافع آن، تنها در صورت مدیریت و اجرای هماهنگ این پروژه‌ها محقق خواهد شد (مانند طرح احیاء دریاچهٔ ارومیه که متشکل از چندین پروژهٔ سدسازی، احداث کانال‌های آبرسانی، لایروبی رودخانه‌ها و مانند آن می‌باشد). تمرکز مدیر پروژه، عمدتاً بر مدیریت زمان، هزینه و کیفیت پروژه است، اما مدیر طرح به‌جای تمرکز بر اهداف تک‌تک پروژه‌ها، به منافع حاصل از اجرای هماهنگ پروژه‌ها تمرکز

می‌کند و حتی اگر لازم باشد برخی از پروژه‌های تعریف‌شده در آن طرح را تعلیق، متوقف و یا حتی با پروژه‌ای دیگر جایگزین می‌کند تا اطمینان حاصل نماید که طرح به اهداف و منافع تعریف‌شده خواهد رسید. بر این اساس، به نظر می‌رسد توسعهٔ یک فناوری خاص، متشکل از چندین پروژه خواهد بود و مدیریت هماهنگ این پروژه‌ها نیازمند دانش و مهارت کافی در زمینهٔ مدیریت طرح می‌باشد. در قسمتی از مصاحبه با یکی از مدیران پروژه آمده است:

« ...در قسمت طراحی پایه، یک بودجه مشخص شده بود. کار در قالب طرح بود. مثلاً برای پروژهٔ طراحی پایهٔ سولفیران پیش‌بینی کرده بودیم که حدود ۱۸۰ میلیون تومان بودجه دارد. کسی که مسئول پروژه بود، پروژه را تأیید می‌کرد و می‌رفت کارش را انجام می‌داد. این بودجه نیز از محل آن پروژه تأمین می‌شد. قراردادهایی هم در وسط کار بسته می‌شد که در پروژه پیش‌بینی نشده بود و همچین قراردادهایی بسته می‌شد که بودجه‌اش بود، اما در اجرا کردن آنها مشکل وجود داشت و به مرور زمان بودجه از مقدار پیش‌بینی شده خارج شد و همینطور زمان‌بندی.»

٤-٣- نتایج حاصل از بررسی پروژهٔ ال.ان.جی

در بررسی این پروژه، ابتدا تاریخچهٔ آن با کمک افرادی که درگیر پروژه بودند، مرور شد. البته تمرکز این پژوهش، بیشتر بر تعریف فرآیندها و نحوهٔ مدیریتِ مرحله‌های مختلف پروژه و نیز مواردی بود که بر اساس ادبیات قابل تحلیل باشند. لازم به ذکر است که بررسی اسناد و مستندات با مشکلاتی همراه بود، چرا که در زمینهٔ فرآیندهای مدیریتی، اسناد (گزارش‌های پیشرفت پروژه و ...) بسیار کم بودند و در زمینهٔ فنی نیز با وجود زیاد بودن اسناد، دسترسی به آن‌ها محدودیت داشت.

در مرحلهٔ بعد، گام‌های مدیریتیِ پروژه مستندسازی شد. بررسی‌ها نشان دادند که در این پروژه، از هیچ الگوی مدیریتی از پیش‌تعریف‌شده‌ای استفاده نشده است. با توجه به اینکه گروه مدیریتی این پروژه، تخصص کافی در زمینهٔ روش‌های استاندارد برای مدیریت اینگونه پروژه‌ها نداشتند، عمدتاً از تجربه‌های قبلی مدیران حاضر در پروژه و سوابق سایر پروژه‌های مشابه در کشور استفاده می‌شد؛ بدون در نظر گرفتن این موضوع که هر پروژهٔ توسعهٔ فناوری، شرایط اولیهٔ متفاوتی دارد.

مهم‌ترین مشکل این پروژه آن بود که با وجود زیرساخت‌های علمی ضعیف در مورد دانش مفهومی ال.ان.جی در کشور، تصمیم به تعریف پروژه‌ای با هدف توسعهٔ فناوری ال.ان.جی گرفته شده بود، در حالی‌که هنوز توانمندی علمی موضوع در داخل وجود نداشت و بخش مهم چرخهٔ عمر پروژه توسعهٔ فناوری، یعنی طی مرحله‌های تحقیق‌وتوسعهٔ بنیادی و کاربردی دانش نادیده گرفته شده بود. در واقع، تنها به‌دلیل وجود

یک نیاز صنعتی و ضرورت حل مشکل، اقدام به تعریف این پروژه شده بود. فرآیند پیشرفت و پی‌گیری انجام این پروژه نیز بدین صورت بود که با تفویض اختیار و تصویب بودجه، افراد شروع به کار می‌کردند و با به‌پایان‌رسیدن بودجه پروژه متوقف می‌شد.

٤-٣-١- مهم‌ترین چالش‌های پروژهٔ ال.ان.جی

با تحلیل مصاحبه‌های افراد درگیر در پروژهٔ ال.ان.جی، مهم‌ترین چالش‌هایی که در مورد این پروژه رخ داده، استخراج شد که نتیجه آن در جدول (۳) نشان داده شده است. پروژهٔ ال.ان.جی در گام‌های اولیه به بن‌بست رسید.

با اینکه این پروژه با یک هدف‌گذاری مشخص آغاز شد، اما به‌دلیل فقدان دانش در یکی از مرحله‌های اولیه، متوقف و از صرف زمان و هزینهٔ زیاد جلوگیری گردید؛ بنابراین می‌توان این پروژه را پروژه‌ای با شکستِ موفقیت‌آمیز به شمار آورد. بررسی‌ها نشان داد برای ادامه و کسب موفقیت در انجام این پروژه، رویکرد مدیریتی آن نیازمند تغییرات اساسی است. شایان ذکر است که مسئولان این پروژه، خواستار ادامهٔ روند کنونی بعد از تخصیص بودجه مناسب بودند، اما همان‌طور که از بررسی روند چند سال گذشتهٔ پروژه مشخص می‌شود، ادامهٔ روند کنونی می‌توانست تنها موجب اتلاف منابع و ضررهای بیشتر گردد. بنابراین طبق جدول (۳)، محقق پژوهش حاضر، ادامهٔ روند کنونی را اصلی‌ترین چالش محسوب می‌کند. از چالش‌های شناسایی‌شده در این پروژه نیز به‌عنوان ورودی‌های طراحی الگوی پیشنهادی این پژوهش استفاده شده است. مطابق جدول (۳)، یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو در این پروژه، عدم وجود توانمندی و دانش داخلی

جدول (۳): چالش‌های پروژهٔ ال.ان.جی

چالش	زمان	میزان اهمیت
عدم وجود توانمندی و دانش داخلی	گذشته- حال	خیلی زیاد
عدم تغییر رویکرد گذشته به پروژهٔ ال.ان.جی	حال	خیلی زیاد
عدم استفاده از افراد کارشناس در حوزهٔ مدیریت پروژه در توسعهٔ فناوری	گذشته	زیاد
عدم درک صحیح از مفاهیم مدیریت طرح	گذشته	زیاد
تغییرات مدیریتی و نبود دید کافی در مدیریت پروژه	گذشته-حال	زیاد
روحیهٔ پایین کار گروهی	گذشته-حال	زیاد
تغییر نظام‌نامهٔ پژوهش و فناوری	گذشته- حال- آینده	زیاد
وضعیت نامعلوم شرکت ملی صادرات گاز ایران	گذشته- حال	زیاد
دیوان‌سالاری در ساختار سازمانی	گذشته- حال- آینده	متوسط
رشد روز افزون فناوری‌های رقیب	حال-آینده	متوسط

می‌باشد. این مسأله را، یکی از مدیران راهبردی پروژه به این شکل بیان می‌نماید:

«... من جزء این تیم بودم، خیلی جاهای کشور را گشتم، ما حتی در مباحث علمی هم ضعیف بودیم. توان علمی ما در این حوزه خیلی ضعیف است. پس ما اصلاً توانمندی ورود به این فناوری را نداریم. با این حال، شروع کردند به انجام پروژه و گفتند هر چه داریم در قسمت پژوهش جمع کنیم و وارد توسعهٔ فناوری شویم.»

از نکات دیگر بیان‌شده، مشکلات نظام‌نامهٔ پژوهش و فناوری می‌باشد. نظر مسئول پروژهٔ ال.ان.جی در این زمینه اینگونه است:

« در حقیقت ما ابتدا از اینجا شروع کردیم که به لیسانس مایع‌سازی دست پیدا کنیم، این مسأله مطرح شد که در وزارت نفت گفتند نه و با توجه به مقرراتی که خودشان تعریف کرده بودند گفتند حتما باید به محصول برسد. تغییر نظام‌نامه در همین مرحله انجام شد...»

٤-٤- عمده‌ترین چالش‌های مشترک در دو مورد مطالعاتی سولفیران و ال.ان.جی

پس از تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از پروژهٔ ال.ان.جی و سولفیران، مهمترین چالش‌هایی که در این دو مورد مطالعاتی، مشترک و دارای اهمیت بیشتری هستند، در قالب یک فهرست استخراج شدند. جدول (٤) این چالش‌ها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، چالش‌هایی مانند عدم وجود توانمندی و دانش داخلی و عدم استفاده از افراد کارشناس در حوزهٔ مدیریت پروژه، تغییرات مدیریتی زیاد و همچنین نبود دید کافی در مدیریت پروژه، مهم‌ترین چالش‌های مشترک موردهای مطالعاتی بوده‌اند.

بر اساس این چالش‌ها و همچنین راهکارهایی که برای رفع آنها پیشنهاد شده است، یک الگو جهت مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناوری در صنعت نفت طراحی و ارائه می‌گردد.

٥- روند شکل‌گیری و پیشنهاد الگوی مدیریتی پروژه‌های توسعهٔ فناوری در حوزهٔ نفت و گاز

با بررسی چالش‌های موجود در پروژه‌های سولفیران و ال.ان.جی و همچنین بررسی مدل‌ها و دیدگاه‌های ذکر شده و شواهد موجود، به نظر می‌رسد ضمن وجود برخی چالش‌های اجرایی و زیرساختی (ردیف‌های ٥ تا ٧ از جدول (٤)) در انجام پروژه‌های توسعهٔ فناوری، درک لازم از پویایی‌های فرآیند توسعهٔ فناوری از دیدگاه راهبردی نیز در سازمان‌های مرتبط با پژوهش و فناوری در صنعت نفت وجود ندارد. از این‌رو، در پژوهش حاضر یک الگوی مدیریتی برای توسعهٔ فناوری در صنعت نفت و گاز کشور پیشنهاد می‌شود

جدول(٤): عمده‌ترین چالش‌های مشترک در دو مورد مطالعاتی سولفیران و ال.ان.جی

	چالش‌های مشترک
١	عدم وجود توانمندی و دانش داخلی برای توسعهٔ یک فناوری خاص
٢	عدم درک صحیح از فرآیند و نحوهٔ مدیریت طرح‌های توسعهٔ فناوری و انعطاف‌پذیری پایین در مدیریت بودجه و زمان انجام این پروژه‌ها
٣	مدیریت روزمرهٔ پروژه‌های توسعهٔ فناوری و نداشتن دیدگاه کلان در رابطه با مدیریت همزمان چند پروژه در قالب یک طرح توسعهٔ فناوری
٤	عدم شناسایی خطر در مرحله‌های مختلف طرح‌های توسعهٔ فناوری
٥	تغییرات زیاد افراد در سطوح مدیریتی سازمان
٦	روحیهٔ پایین کار گروهی در گروه‌های پروژه‌های توسعهٔ فناوری
٧	ساختار سازمانی سنتی و وجود دیوان‌سالاری زیاد در سازمان

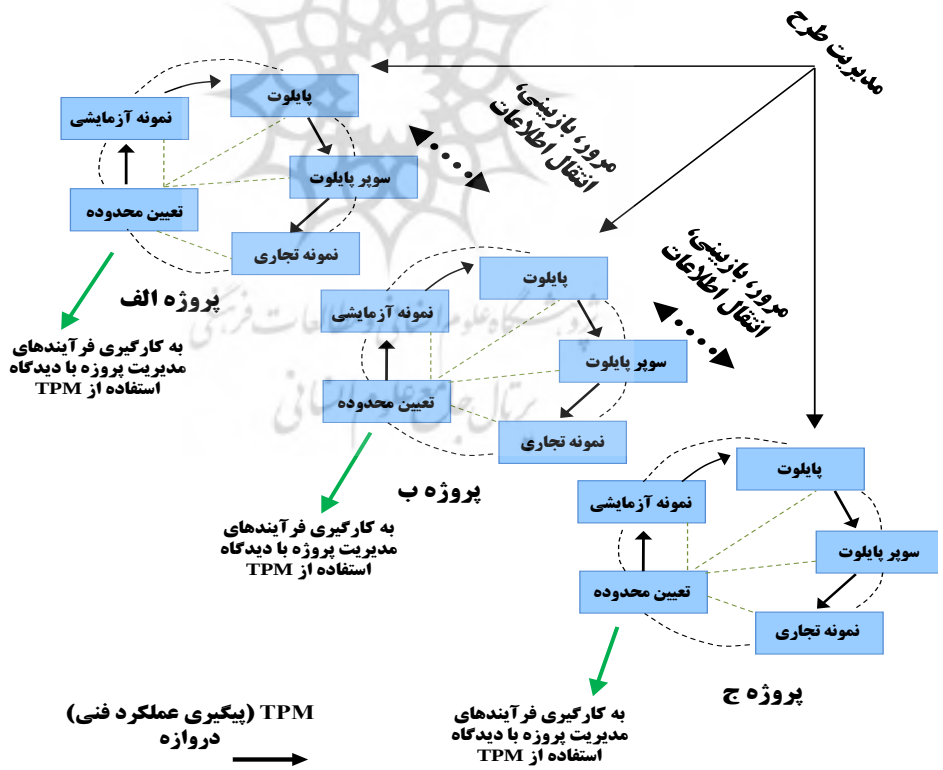
که طبق آن بتوان برخی از این کاستی‌ها را برطرف نمود. در این راستا، با الگوبرداری از مدل‌های توسعهٔ فناوری ارائه‌شده در پژوهش‌های گذشته و همچنین شناخت حاصل از مطالعات میدانی چالش‌های مدیریتی این‌گونه پروژه‌ها، الگوی ارائه‌شده در شکل (١١) طراحی شد. این الگو پس از طراحی اولیه و رفع برخی اشکالات جزئی، در اختیار تعدادی از مصاحبه‌شوندگان در بخش میدانی پژوهش و همچنین تعدادی از اساتید و کارشناسان حوزهٔ مدیریت پروژه و مدیریت فناوری قرار گرفت. به پیشنهاد این افراد، تغییراتی در شکل ظاهری مدل و برخی از عنوان‌ها اعمال شد، اما ساختار کلی مدل و مفاهیم ارائه‌شده در آن مورد تأیید اکثر آنها قرار گرفت. اثبات قابلیت و توانایی هر الگو، نیازمند به‌کارگیری آن در پروژه‌های عینی و یا آزمودن آن در یک جامعهٔ آماری وسیع است. این امر خارج از محدودهٔ این مطالعه می‌باشد و بنابراین تنها به اعتبارسنجی الگو بر اساس قضاوت تعدادی از خبرگان اکتفا شده است.

در جدول (٥)، ارتباط بین چالش‌های شناسایی‌شده در نمونه‌های موردی و نقشی که هر کدام از مدل‌های توسعهٔ فناوری در رفع یا کاهش این چالش‌ها می‌توانند داشته باشند، ارائه شده است. در طراحی مدل پیشنهادی (شکل (١١))، از ویژگی‌های ارائه‌شده در جدول (٥) استفاده شده است و انتظار می‌رود با در نظر گرفتن این مزیت‌ها بتوان شانس موفقیت کامل و یا شکست موفقیت‌آمیز پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز کشور را در مقابل شکست کامل و یا موفقیت شکست‌خورده آنها بالا برد.

همان‌گونه که در شکل (١١) ملاحظه می‌شود، یک پروژهٔ توسعهٔ فناوری در صنعت نفت شامل مرحله‌های تعیین محدوده، نمونهٔ آزمایشی، اجرای آزمایشی (پایلوت)، سوپر پایلوت و نمونهٔ تجاری می‌باشد. در این الگو، در بین هر یک از مرحله‌ها برای تصمیم‌گیری در مورد ادامهٔ پروژه، توقف یا بازگشت به مرحلهٔ قبل، دروازه‌ای در نظر گرفته شده است. الگوی پیشنهادی این پژوهش، مبتنی بر مدل مرحله/دروازه نوین کوپر

است که با بهره‌گیری از نقاط قوت مدل‌های دیگر و اعمال اصلاحات مورد نیاز بر روی آن، تا حد امکان با شرایط و چالش‌های پیش روی پروژه‌های توسعهٔ فناوری در کشور سازگار شده است. علت انتخاب این مدل به‌عنوان مبنای اولیه، جامعیت، انعطاف‌پذیری بالا، مرحله‌های منظم و همچنین قابلیت اصلاح محدودهٔ پروژه در هر مرحله می‌باشد. در این الگو، طرح‌های توسعهٔ فناوری به‌صورت مجموعه‌ای از زیرپروژه‌ها در نظر گرفته شده‌اند. هر یک از این زیرپروژه‌ها از طریق بازگشت اطلاعاتی و مرور و بازبینی با یکدیگر مرتبط می‌گردند و در مجموع به‌صورت مدیریت طرح، مدیریت می‌شوند.

دیدگاه به‌دست آمده از مدل هوگمان، در مورد تقسیم پروژه به تعدادی زیرفناوری و زیرپروژه و همچنین چالش‌های مشاهده‌شده در موردهای مطالعاتی که نشان‌دهندهٔ عدم تحقق منافع قابل انتظار از پروژه، به‌دلیل عدم هماهنگی بین ابعاد مختلف یک پروژه مانند (ابعاد فنی، زیرساختی و اقتصادی) بود، باعث شد تا پیشنهاد گردد به‌جای نگاه پروژه‌ای به پروژه‌های توسعهٔ فناوری، این پروژه‌ها به صورت یک طرح متشکل از تعدادی پروژهٔ به‌هم‌مرتبط در نظر گرفته شوند و از رویکردهای مدیریت طرح برای مدیریت این پروژه‌ها



شکل (۱۱): الگوی پیشنهادی پژوهش برای مدیریت طرح‌های توسعهٔ فناوری در صنعت نفت

جدول (۵): مدل‌ها و دیدگاه‌های به‌کار رفته در الگوی مدیریتی پروژه‌های توسعهٔ فناوری (نگارنده)

چالش موجود در پروژه‌های توسعهٔ فناوری	نام مدل/دیدگاه	نقش/مزیت این مدل در رفع چالش‌ها
عدم توجه کافی به مرحله‌ها و فرآیند توسعهٔ فناوری و در نظر نگرفتن مقاطع کلیدی مهم برای تصمیم در مورد توقف یا ادامهٔ پروژه	مدل مرحله/ دروازه نوین کوپر	تعبیهٔ دروازهٔ متغیر جهت بررسی مداوم و تصمیم در مورد ادامه یا توقف پروژه
نداشتن دانش پایهٔ کافی برای توسعهٔ یک فناوری خاص در داخل کشور	دیدگاه کرولینگ	شناسایی صحیح و دقیق فناوری و لزوم دستیابی به دانش اولیهٔ مرتبط با توسعهٔ فناوری
عدم آگاهی کافی از ماهیت طرح‌های توسعهٔ فناوری که خود متشکل از چندین پروژهٔ مرتبط با هم هستند و عدم توجه کافی به وابستگی این پروژه‌ها به هم	دیدگاه هوگمان	تقسیم طرح‌های فناورانه به پروژه‌های کوچک‌تر و داشتن دیدگاه مدیریت طرح
عدم توجه کافی به خطرهای فنی، اقتصادی و سازمانی در مرحله‌های مختلف طرح‌های توسعهٔ فناوری	مدل توسعهٔ مارپیچ	تحلیل‌های دقیق خطر و عدم قطعیت توسط بررسی‌های متعدد و چرخشی
انعطاف‌پذیری پایین در بودجه و برنامهٔ زمانی تعیین‌شده برای طرح‌های توسعهٔ فناوری و اصرار به استفاده از روش‌های معمول کنترل پروژه در این طرح‌ها	الحاقیه DoD به استاندارد PMBOK	تخمین کران پایین و بالای هزینه و زمان و ایجاد انعطاف در بازه‌های تصمیم‌گیری

استفاده گردد. مدیریت طرح، در واقع چارچوب مناسبی را برای مدیریت گروهی از پروژه‌ها و کارهای مرتبط با هم ایجاد می‌کند که امکان انجام آنها به‌صورت تک‌پروژه مقدور نیست و یا اگر مقدور باشد، نمی‌تواند منافع مورد انتظار را محقق نماید (Ribbers & Klaus–Clemens, 2002). برخلاف پروژه‌ها که محصول‌محور هستند، طرح‌ها از اساس نتیجه‌محور هستند. در این صورت یک نفر یا یک گروه مدیریتی طرح می‌تواند با یک دید مدیریتی جامع همزمان با رشد گام‌به‌گام پروژهٔ اصلی، نیازهای جدید را تعیین و به‌صورت پروژه‌های مجزا تعریف کند. با رویکرد مدیریت طرح، در صورت شکست هر پروژهٔ خاص و یا تغییرات مدیریتی در آن، مدیر طرح قادر خواهد بود با مدیریت تغییرات و استفاده از تمرکز بر منافع طرح، احتمال موفقیت طرح را افزایش دهد (Blomquist & Müller, 2006).

با به‌کارگیری رویکرد مدیریت طرح و اجرای هماهنگ پروژه‌ها و زیرپروژه‌ها، ضمن توجه به همپوشانی و ارتباط مرحله‌های مختلف چرخهٔ عمر پروژه‌های توسعهٔ فناوری، بسیاری از مشکلات ناشی از تغییرات زیاد در طول پروژه که بخش جدایی‌ناپذیر پروژه‌های توسعهٔ فناوری است، به‌شیوه‌ای نظام‌مند، مدیریت می‌شود و با اصالت بخشیدن به مدیر طرح و انتخاب فردی توانمند برای این مسئولیت، از مسائلی همچون در نظر نگرفتن توانمندی داخلی در مرحله‌های مختلف پروژه، عدم هماهنگی بین گروه‌های کاری مختلف و

دیوان‌سالاری زیاد در ساختار سازمانی که یکی از چالش‌های مشترک در پروژه‌های توسعهٔ فناوری سولفیران و ال.ان.جی و پروژه‌های مشابه است، جلوگیری می‌گردد.

همان‌طور که چندین بار به آن اشاره شد، عدم‌قطعیت‌ها و خطرها، عنصر اصلی و جدایی‌ناپذیر هر پروژهٔ توسعهٔ فناوری به شمار می‌آیند. بنابراین موفقیت در پروژهٔ توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز کشور در گرو وجود یک برنامهٔ منظم و پیوسته برای مدیریت این خطرها می‌باشد. علاوه‌بر این، استفاده از دیدگاه کرولینگ (که در جهت بهبود بخشیدن به مدل مرحله/دروازه ارائه شده است؛ برای شناسایی صحیح و دقیق مرحله‌های توسعهٔ فناوری اهمیت زیادی قائل است و خطر به‌نتیجه‌رسیدن هدف نهایی را کاهش می‌دهد)، می‌تواند در حل چالش مشترک عدم توجه کافی به چرخهٔ کامل عمر پروژه‌های توسعهٔ فناوری در نمونه‌های موردی این پژوهش مؤثر واقع شود. مدل توسعهٔ مارپیچ دارای دقیق‌ترین سازوکار تحلیل خطر می‌باشد. در این مدل، تمامی خطرها به‌طور گام‌به‌گام، تحلیل و راه‌حل‌های بهتر شناسایی می‌شوند (Boehm, 1988). بنابراین، با استفاده از این مدل، می‌توان سطح تفصیل ارزیابی خطرها در هر مرحله را نسبت به مرحلهٔ قبل افزایش داد و با شناخت کامل‌تری از عدم قطعیت‌ها، پروژه را به پیش برد.

یکی از ویژگی‌های مهم الگوی پیشنهادی، استفاده از برخی دیدگاه‌های الحاقیهٔ DoD، در این الگو است. به‌دلیل احتمال رخداد تغییرات گسترده در مسیر انجام یک پروژهٔ توسعهٔ فناوری، افزایش انعطاف‌پذیری نظام از نکته‌های پراهمیت برای تطبیق‌پذیری با تغییرات احتمالی می‌باشد. تفاوت الحاقیهٔ DoD با مدل مرحله/دروازهٔ نوین کوپر، ایجاد انعطاف مورد نیاز در انجام پروژه‌های توسعهٔ فناوری است. مدل مرحله/دروازهٔ کوپر با ایجاد دروازه‌هایی امکان بررسی ادامه/انصراف پروژه را در طول تمامی مرحله‌ها فراهم می‌سازد، اما همان‌گونه که در شکل (۹) ملاحظه می‌شود، الحاقیهٔ DoD، با ایجاد بازه‌های تصمیم‌گیری و حد بالا و پایین در هر مرحله از بازبینی، باعث ایجاد انعطاف در مدل کوپر می‌گردد. بنابراین انتظار می‌رود که با تلفیق این دو مدل، برخی از مشکلات ناشی از انعطاف‌پذیری پایین در مدیریت پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز ایران شامل دیوان‌سالاری زیاد و دیدگاه‌های مدیریت سنتی در این پروژه‌ها کاهش یابد.

٦- جمع‌بندی

هدف از انجام این مطالعه، شناسایی چالش‌های مدیریتی در پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز کشور و ارائهٔ یک الگوی مدیریتی متناسب با شرایط خاص این‌گونه پروژه‌ها بود. در این مقاله، ابتدا به معرفی پروژه‌های توسعهٔ فناوری و دیدگاه‌های مختلف نسبت به آن و تشریح مدل‌های مدیریتی مرتبط

پرداخته شد. روش انجام پژوهش، مطالعهٔ موردی چندگانه بود که در آن، داده‌های گردآوری‌شده از طریق مصاحبه‌ها و بررسی مستندات پروژه با کمک تحلیل محتوای کیفی، تجزیه و تحلیل و ارائه شدند. موردهای مطالعاتی، پروژهٔ سولفیران به‌عنوان پروژه‌های نسبتاً موفق و و پروژه ال.ان.جی به عنوان پروژه ناموفق توسعهٔ فناوری در صنعت نفت و گاز کشور بودند که هر کدام از آنها، بر اساس دیدگاه‌های مدیریت پروژه و مدل‌های متنوع توسعهٔ فناوری و توسعه محصول بررسی و تحلیل شدند.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با وجود مدل‌های مدیریتی مختلفی که در مطالعات مربوط به توسعهٔ محصول و یا توسعهٔ فناوری ارائه شده است، تقریباً هیچ یک از این مدل‌ها به‌تنهایی قادر نیستند، پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز کشور را که با درجهٔ بالایی از خطر و عدم قطعیت و همچنین ویژگی‌های خاصی مانند چند مرحله‌ای بودن، وابستگی زیاد به شرایط محیطی، نیاز به مدیریت منافع و تغییرات به‌جای کنترل دقیق بودجه و زمان، همراه هستند، به‌نحو مطلوب مدیریت کنند. از این‌رو، مدیریت این‌گونه پروژه‌ها، توجه همزمان به جنبه‌های مختلف مدیریتی و مولفه‌های متنوعی را می‌طلبد که به‌احتمال فراوان می‌توان از طریق تلفیق ویژگی‌های مثبت مدل‌ها و دیدگاه‌های ارائه‌شده و هم‌چنین یافته‌های تجربی حاصل از موردهای مطالعاتی بدان دست یافت. این اقدام با طراحی و اعتبارسنجی یک الگوی مدیریتی دنبال شد و در نهایت الگوی پیشنهادی ارائه‌شده در شکل (۱۱)، به‌عنوان خروجی اصلی پژوهش و راهکاری کلان برای مدیریت بهتر پروژه‌های توسعهٔ فناوری صنعت نفت و گاز ارائه گردید.

عمده‌ترین چالشی که در موردهای مطالعاتی این پژوهش مشاهده شد، عدم توجه کافی به چرخهٔ عمر پروژه‌های توسعهٔ فناوری و در نظرنگرفتن انعطاف کافی در برنامه‌ریزی و مدیریت این پروژه‌هاست. به‌تعبیر دیگر، این پروژه‌ها یک طرح متشکل از چندین پروژه هستند که در چند مرحله انجام می‌شوند و بعضی از این مرحله‌ها نیز از چندین زیرپروژه تشکیل شده‌اند که لازم است ارتباط و تعامل بین آنها در سطحی بالاتر از مدیریت جداگانهٔ تک‌تک این پروژه‌ها هدایت و رهبری شود. گرچه با کوچک‌سازی یک فناوری پیچیده به واحدها یا مراحل کوچک‌تر، شناسایی و تحلیل خطرها بهتر انجام می‌شود، اما در صورتی‌که هماهنگی و تعامل بین این مرحله‌ها در سطحی کلان و با نگاهی راهبردی مدیریت نشود و نگاه کلان به کل چرخهٔ عمر از ابتدا تا انتهای طرح حفظ نگردد، نتیجهٔ قابل قبولی حاصل نخواهد شد. البته باید در نظر داشت که توسعهٔ ذهنیت مدیریت طرح، اولین گام موفقیت برای حرکت به سمت نقش مدیریت طرح است. همان‌طور که زندحسامی و همکاران (۱۳۹٤) اشاره داشته‌اند، یک سازمان بر اساس این رویکرد، ارزیابی بهتری از میزان آمادگی خود برای توسعهٔ فناوری خواهد داشت و در صورت شکست یک پروژه، مدیر طرح قادر خواهد بود با مدیریت تغییرات و استفاده از چرخه‌های تکرارشونده با تمرکز بر منافع طرح، احتمال موفقیت طرح

را افزایش دهد. آموزش‌های تخصصی مدیریت پروژه و مدیریت طرح به مدیران پروژه‌های توسعهٔ فناوری، استفاده از روش‌های منعطف در برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، در نظر گرفتن انتقال فناوری به‌عنوان یکی از مرحله‌های اصلی پروژه‌های توسعهٔ فناوری در صنعت نفت، افزایش تعامل بین مدیر پروژه و مدیر طرح به‌منظور تمرکز بر اهداف کلان طرح و به‌کارگیری افرادی با روحیهٔ کار گروهی بالا از عمده مواردی است که باید بیش از پیش در این پروژه‌ها مورد توجه قرار گیرد.

اثبات قابلیت و توانایی هر الگو، نیازمند اعمال آن در پروژه‌های عینی مرتبط با آن الگو و یا انجام نظرسنجی گسترده از کارشناسان و فعالان پروژه‌های توسعهٔ فناوری می‌باشد. این موضوع لازم است در مطالعات آینده، به‌صورت یک پیمایش گسترده و یا آزمون الگوی پیشنهادی در چند پروژه توسعهٔ فناوری انجام شود.

۷- تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت شرکت ملی صادرات گاز ایران انجام پذیرفت. از مدیران و کارشناسان این شرکت و همچنین همکاران خدوم پژوهشگاه صنعت نفت به‌ویژه جناب مهندس خالدفرصت که اطلاعات ارزشمندی در اختیار محقق قرار دادند، سپاسگزاری می‌شود.

۸- منابع References

Adler, T. R., Pittz, T. G. & Meredith, J., 2016. An analysis of risk sharing in strategic R&D and new product development projects. *Project Management*, Volume 34, pp. 914-922.

Blomquist, T. & Muller, R., 2006. *Middle managers in program and project portfolio management: practices, roles and responsibilities*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Boehm, B. W., 1988. A spiral model of software development and enhancement. *Journal of Computer Science*, Volume 21, pp. 61-72.

Cooper, R. G., 2009. How companies are re-inventing their idea-to-launch methodologies. *Technology Management*, Volume 52, pp. 47-57.

Cooper, R. G., 2014a. The Stage-Gate Idea-to-Launch Process – Update, What's New and NexGen Systems. *Journal of Product Innovation Management*, Volume 14, pp. 213-232.

Cooper, R. G., 2014b. What's next? After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, Volume 57, pp. 20-31.

Creveling, M., 2003. *Design for Six Sigma: in technology and product development*. USA: Prentice Hall Professional.

Hogman, U., 2011. *Processes and Platforms Aligned with Technology Development-The Perspective of a*

Supplier in the Aerospace Industry. Göteborg: Chalmers University of Technology.

PMI, 2003. *U.S department of defense extension to PMBoK*, Pennsylvania: Project Management Institute (PMI).

PMI, 2008. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)*. 4th ed. Pennsylvania: Project Management Institute (PMI).

Radack, S., 2002. The system development life cycle (SDLC) Communications. [Online], Available at: http://csrc.nist.gov/publications/nistbul/april2009_system-development-life-cycle [Accessed 19 December 2015].

Ribbers, P. M. A. & Klaus-Clemens, S., 2002. Program management and complexity of ERP implementations. *Engineering Management Journal*, Volume 14, pp. 45-52.

Rush, H., Hobday, M., Bessant, J. & Arnold, E., 1995. Strategies for best practice in research and technology institutes: an overview of a benchmarking exercise. *R&D Management*, Volume 25, pp. 17-31.

Turner, J. R., 2009. *The Handbook of Project-Based Management: Leading Strategic Change in Organizations*. New York: The McGraw-Hill Companies.

Von Zedtwitz, M., 2002. Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development. *Research policy*, Volume 31, pp. 569-588.

آقاناصری، ا.، ۱۳۸۳. نقش تحقیق و توسعه در انتقال و چرخه عمر تکنولوژی. دومین همایش ملی توسعهٔ فناوری در صنعت نفت. تهران. دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری و پژوهشگاه صنعت نفت.

بندریان، ر.، ۱۳۹۲. راهبردهای اجرای طرحهای توسعه و تجاری سازی فناوری سازی در پژوهشگاه صنعت نفت. فصلنامه مدیریت توسعهٔ فناوری. مدیریت توسعهٔ فناوری، (۳)۱۲، صص. ۲۵-٤.

پژوهشگاه صنعت نفت، ۱۳۸۸. مستندات پروژه مایع سازی گاز طبیعی، تهران: پژوهشگاه صنعت نفت.

دانش کهن، ح.، الیاسی، م.، پیله وری، ن. و طباطبایی بافقی، س. م.، ۱۳۹٤. بررسی و اولویت بندی عوامل کلیدی موفقیت نوآوری در صنعت پهباد ایران. مدیریت نوآوری، (٤)٤، صص. ۱۳۰-۱۰۷.

زندحسامی، ح.، آشتیانی پور، ز. و پورعبدالله ، ث.، ۱۳۹٤. بررسی عوامل موثر بر آمادگی درون سازمانی جهت اجرای موفق راهبرد توسعهٔ فناوری. مدیریت نوآوری، (۱)٤، صص. ۱۰۷-۸۷.

ضیایی، م.، ۱۳۸۹. دانش نوآوری و توسعه دانائی محور، نگاهی به نقش سازمانهای پژوهش و فناوری. تهران: انتشارات پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی.

عزیزی، م.، صبحیه، م.، آراستی، م. و البدوی، ا.، ۱۳۹٤. مدل مفهومی انتقال بین سازمانی دانش مدیریت پروژه در کنسرسیوم های بین المللی صنعت نفت ایران. سیاست علم و فناوری، جلد ۷، صص. ۱۵-۱.

هاشم زاده ، ا.، حاجی حسینی، ح. ا.، رادفر، ر. و ملک زاده ، ک.، ۱۳۹۳. عوامل موثر در ایجاد توانمندی‌های نوآوری (مطالعه موردی یک مرکز پژوهشی صنعت هوایی در ایران). مدیریت نوآوری، (۱)۳، صص. ۱۰۰-۷۵.

1. LNG
2. http://www.civilica.com
3. U.S. Department of Defense (DoD)
4. V