Archive of SID

شبیه‌سازی تدوین نقشه راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت با متدولوژی پویاشناسی سیستم

پگاه کیارسی حیدر[۱]
رضا رادفر[۲]
محمود البرزی[۳]
عباس طلوعی اشلقی[۴]

از صـــــفحه: ۸۹ تا ۱۱۷
تاریخ‌ارایـــه: ۹۷/۰۶/۰۹
تاریخ‌پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۵

چکیده

فرایند تحقیق و توسعه داخلی به‌منظور توسعه، اجرا، نگهداری، ارتقا و انفصال فناوری جدید، می‌باشد. با توجه به اینکه توسعه فناوری جدید در فرایند تحقیق و توسعه داخلی، منجر به افزایش هزینه‌ها می‌شود. هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی در صنعت نفت بسیار زیاد است و می‌بایست برای توسعه هر یک از تجهیزات کلیدی یک نقشه راه فناوری دقیق ترسیم نمود. با این وجود تدوین و پیاده‌سازی این نقشه‌های راه با ریسک‌های مختلفی همراه است. لذا محدودیت‌های منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی در فرایند تدوین نقشه راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت، به‌عنوان مساله تحقیق حاضر مطرح می‌شود، که با روش پویاشناسی سیستم به بررسی آن در شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت پرداخته شد. براساس داده‌ها و نظرات خبرگان متغیرهای کلیدی شناسایی و روابط علی– حلقوی میان این متغیرها ترسیم شد. سپس روابط ریاضی میان این متغیرها براساس روابط موجود در پیشینه تعیین و براین اساس سیستم مورد نظر با شبیه‌سازی کامپیوتری به‌وسیله نرم‌افزار ونسیم در دوره زمانی تقریبا دوساله اجرا شد. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌های پویا نشان می‌دهد که افزایش بلوغ فناوری و آموزش سبب کاهش هزینه‌ها و افزایش در پیچیدگی فناوری سبب افزایش در هزینه‌ها می‌شود. از طرفی فناوری بسیار بالغ، پیچیدگی بالا و سطح بالایی از آموزش به‌عنوان بهترین سناریو انتخاب شد چرا که این مجموعه پارامترها کم‌ترین هزینه را به‌دنبال داشتند.

واژگان کلیدی: نقشه راه فناوری، اکتساب فناوری، تحقیق و توسعه داخلی، پویاشناسی سیستم.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن pegah.kiyarsi@gmail.com
۲. دانشیار مدیریت تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول) radfar@gmail.com
۳. دانشیار مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران Mahmood_alborzi@yahoo.com
۴. استاد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران toloie@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در طول عمر یک مخزن نفتی می‌توان در طی سه دوره نفت خام را استخراج نمود. در مرحله اول نیروهای طبیعی درون خود مخزن باعث استخراج نفت از درون چاه می‌شود. با گذشت زمان و با تولید نفت، افت فشار در یک مخزن نفتی ایجاد می‌شود که به‌منظور تثبیت فشار و ادامه تولید نفت، سیالاتی به درون مخزن تزریق می‌شود. در این مرحله که به مرحله ثانویه شهرت دارد، تزریق به دو صورت تزریق آب و یا تزریق گاز انجام می‌شود. پس از این مرحله و برداشت بیشتر نفت از مخزن، فشار درون مخزن دچار افت بیشتر شده بطوری‌که دیگر با روش‌های معمول ذکرشده نمی‌توان نفت را برداشت کرد. به‌همین دلیل در مرحله سوم روش‌های مختلفی به منظور افزایش تولید نفت مورد استفاده قرار می‌گیرد که به روش‌های ازدیاد برداشت نفت[1] معروف هستند (گزارش صنعتی، ۱۳۹۴، ۱۸).

با توجه به این‌که روش‌های معمول اکتشاف و تولید نفت ممکن است قادر به تامین تقاضای رو به افزایش انرژی نباشند، بنابراین، صنایع نفت و گاز با چالش‌های سختی مواجه است و نیاز به توسعه فناوری به منظور توسعه علمی و عملی ازدیاد برداشت و تامین انرژی مورد نیاز احساس می‌شود.

نقشه راه فناوری یک برنامه‌ریزی نیازمحور در زمینه فناوری است. برنامه‌ریزی فناوری، شامل طراحی برنامه‌ها و طرح‌هایی است برای اکتساب به فناوری‌هایی که بر قدرت رقابتی یک شرکت اثر خواهند گذاشت. اکتساب فناوری مشخص می‌کند که توسعه فناوری از رویکرد درون‌زا (تحقیق و توسعه[2] داخلی فناوری) و یا رویکرد برون‌زا (انتقال فناوری) صورت گیرد. در شرایط کنونی که اغلب صنایع نفتی کشور با تحریم‌های جدی روبرو شده‌اند، انتقال محض فناوری، از یک‌سو دشوار است و از سوی دیگر، در صورت بروز هرگونه مشکل در فناوری خریداری شده، موجب ادامه وابستگی کشور به خارج می‌گردد (عزیزی و مقدم، ۱۳۹۵، ۱۰۵). از طرفی تحقیق و توسعه داخلی در برخی موارد می‌تواند یک ریسک تلقی شود، زیرا ممکن است که این فرایند علی‌رغم هزینه بالایی که برای آن صرف می‌شود، نتیجه مطلوبی

1. Enhanced Oil Recovery (EOR)
2. Research & Development (R&D)

www.SID.ir

Archive of SID

نداشته باشد. اگر این دیدگاه را بپذیریم که اکثر میادین نفتی در کشور در نیمه‌ی دوم عمر خود قرار دارند (شکری و همکاران، ۱۳۹۶، ۷۷)، شرکت‌های نفتی از روش‌های ازدیاد برداشت با استفاده از فناوری‌های نوین برای بهره‌برداری بیشتر در برداشت از ذخایر نفتی استفاده می‌کنند، لذا داشتن الگوی نقشه راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت که مسیرنمای آینده فناوری‌ها را نشان دهد با در نظر گرفتن محدودیت های منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی به عنوان حلقه‌ای مفقوده در این صنعت محسوب می‌شود.

برنامه‌ریزان و مدیران برای تحقق هدف‌ها، در بسیاری موارد به‌صورت خطی با فرایند تدوین نقشه راه فناوری برخورد کرده، پویایی آن را در نظر نگرفته‌اند؛ برای نیل به این هدف، در این مقاله رویکرد پویاشناسی سیستم با توجه به قابلیت آن در تجزیه و تحلیل تصمیمات مدیریتی و سنجش بهره‌وری این تصمیمات با توجه به اثرات بلندمدت آنها در رفتار کل متغیرهای سیستم، مورد استفاده قرار گرفته است. در ادامه در بخش ۱، مبانی نظری و پیشینه تحقیق شرح داده می‌شود؛ در بخش ۲و ۳، روش تحقیق و نحوه جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل آنها توضیح داده شده است و در بخش ۴، به نتیجه‌گیری و پیشنهادات می‌پردازیم.

۱. ادبیات تحقیق

۱-۱. ادبیات تجربی

فرایندهای بسیاری برای توسعه نقشه‌های راه فناوری پیشنهاد شده است. تقسیم‌بندی دوگانه رویکرد اکتشافی [1] و رویکرد هنجاری [2] روشی اولیه برای استقرار فرایند ترسیم نقشه راه فراهم می‌کند. رویکردهای اکتشافی را می‌توان به سه‌دسته رویکرد بازارمحور، فناوری محور و معیارمحور تقسیم‌بندی کرد. به‌علاوه این فرایندها بر مبنای سطح کاربرد ممکن است تفاوت داشته باشند. با مطالعه پیشینه تحقیق به چهار مدل کلیدی برای فرایند ترسیم نقشه راه دست یافتیم. این چهار مدل فرایند نشان می‌دهند که روش‌های مختلفی برای نقشه‌های راه وجود دارد. بنابراین، شرکت‌ها یا تصمیم‌گیران باید بدانند کدام چشم‌اندازهای آینده را می‌خواهند توسعه دهند، به‌طور مثال، چشم‌انداز فناوری‌محور را یا چشم‌انداز تجاری‌محور.

1. Exploratory Approaches
2. Normative Approaches

www.SID.ir

Archive of SID

موهرل[1] (۲۰۰۴، ۸۷) با رویکرد فناوری محور، روش مقایسه‌ای مبتنی بر تریز[2] را برای ترسیم نقشه راه فناوری ارایه می‌کند. این روش از حوزه «فرصت‌های فناوری» استفاده و در مراحل بعد دیدگاه مبتنی بر بازار را اضافه می‌کند.

فال و همکاران[3] (۲۰۱۳، ۹۲)، بر ترسیم سریع نقشه راه فناوری بر مدل فرایند مبتنی بر کارگاه‌های چند عملکردی تمرکز می‌کنند.در این مدل دو رویکرد تشریح شده است که برای کاربرد در سطح محصول و سطح کسب و کار برای پشتیبانی از نوآوری و استراتژی مناسب هستند. نقشه راه سطح محصول به درک کاملی از نیازهای مشتری و شرایط بازار بستگی دارد. نقشه راه سطح کسب و کار اغلب گروه‌های بزرگی از طرف‌های ذی‌نفع را در برمی‌گیرد و با رفتار سازمانی وسیع و فرصت‌ها و موضوعات خاص و مورد علاقه را مدنظر دارد.

گشکا و هاننوالد[4] (۲۰۱۳، ۱۲۳)، رویکرد بازارمحور مبتنی بر سناریوهای زیست‌محیطی را به عنوان نقطه شروع در ترسیم نقشه راه فناوری اتخاذ می‌کنند. در این مدل فرایند، روش شناخته‌شده سناریو برای درک موقعیت‌های احتمالی آینده به‌کار می‌رود. بر این اساس، روش‌های فنی رسیدن به این موقعیت‌ها توسعه‌یافته و از طرح‌ریزی فناوری استراتژیک در شرکت پشتیبانی می‌کنند. رویکرد گشکا و هاننوالد ابزاری را در اختیار تصمیم‌سازان قرار می‌دهد که با استفاده از آن در برابر عوامل متغیر خارجی تاثیرگذار بر توسعه فناوری واکنش نشان دهند.

کاناما[5] (۲۰۱۳، ۱۵۱)، از تلفیق دو رویکرد مختلف بازارمحور و فناوری‌محور در فرایند مبتنی بر روش دلفی برای ترسیم نقشه راه فناوری استفاده می‌کند. در این مدل فرایند، نتایج فرایند دلفی (که اغلب توسط آژانس دولتی در ژاپن اجرا می‌شود) نقطه شروع ترسیم نقشه راه فناوری را بررسی می‌کند و چگونگی اتخاذ رویکردی جدید برای استفاده از مزیت‌های هر دو روش را مورد بحث قرار می‌دهد.

---

1. Moehrle
2. TRIZ
3. Phaal & et al
4. Geschka and Hahnenwald
5. Kanama

www.SID.ir

Archive of SID

از پژوهش‌های صورت‌گرفته با رویکرد پویایی سیستم‌ها در حوزه نفت نیز می‌توان موارد زیر را برشمرد.

فضل‌اله تبار و همکاران (۱۳۹۶، ۱)، با شبیه‌سازی تولید نفت شیل با رویکرد پویایی‌های سیستم، تحت سناریوهای مختلف، در این تحقیق با به‌کار بستن رویکرد پویایی‌های سیستم و در نظر گرفتن عوامل تکنولوژیکی، اقتصادی و زمین‌شناسی، آینده روند تولید نفت شیل آمریکا بررسی گردید. مدل پیشنهادی این پژوهش تحت سناریوهای چندگانه قیمت، تکنولوژی و منابع، نقطه اوج تولید نفت شیل آمریکا و سهم آن را تا سال ۲۰۳۵ تعیین می‌کند.

کاظمی و حسین زاده (۱۳۹۵، ۱۱۱)، در مقاله‌ای تحت عنوان انتخاب سناریوی برتر برای افزایش درآمد ارزی دولت در سیستم انرژی: کاربردی از رویکرد پویایی سیستم، با استفاده از رویکرد پویایی سیستم به شبیه‌سازی سیستم انرژی کشور شامل بخش‌های عرضه و تقاضا پرداخته است و سناریوهای مختلف تخصیص منابع عرضه به بخش‌های مختلف مصرف، با در نظر گرفتن طرح هدفمندی‌سازی یارانه‌ها بررسی شده‌اند.

محقر و همکاران (۱۳۹۱، ۲۳)، در مقاله خود مدل سیستم پویایی را ارایه می‌دهند که سیاست‌های مختلف صنعت نفت را ارزیابی می‌کند. آنها صادرات نفت و گاز و تزریق مازاد گاز به مخازن نفتی را برای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا در نظر می‌گیرند. نتایج بیان می‌کند، افزایش قیمت گاز باعث کاهش مصرف کلی گاز در کشور می‌شود و نیز زمانی تزریق گاز به میادین نفتی برای کشور ایجاد ارزش می‌کند که سهم ایران در اوپک افزایش یابد.

حسینی و همکاران (۱۳۹۷)، با شبیه‌سازی مدلی برای افزایش منافع ملی حاصل از سیستم عرضه نفت ایران در بازار جهانی با رویکرد سیستمی، به این نتیجه دست یافت که افزایش قیمت‌های داخلی حامل‌های انرژی به سمت قیمت‌های بین‌المللی و همچنین افزایش سهم بودجه برای سرمایه‌گذاری درحوزه‌های با ارزش افزوده بیشتر در صنعت نفت برای افزایش منافع ملی اقتصادی توصیه می‌شود.

جیوم و همکاران[1] (۲۰۱۴، ۱۲) یک رویکرد یکپارچه برای نقشه راه فناوری و پویایی سیستم برای پشتیبانی از برنامه ریزی سناریو فراهم می کنند. رویکرد پیشنهادی شامل سه بخش است:

1. Geum & et al

www.SID.ir

Archive of SID

ساختن سناریو، نقشه برداری فناوری و شبیه‌سازی پویایی سیستم‌ها. در مطالعات بسیاری نقشه راه مبتنی بر سناریو به عنوان یک ابزار موثر برای مقابله با پویایی محیط‌های تجاری مورد توجه قرار گرفته است (Hussain & etal, 2017, 160).

براساس مطالعات انجام‌شده، نمونه یا چارچوب مشخصی که تمرکز ویژه آن بر ماهیت موضوع و مسئله‌ای که در این تحقیق برای آن الگوی نقشه راه فناوری تدوین می‌شود، وجود نداشته، همچنین در زمینه استفاده از روش پویاشناسی سیستم به عنوان روشی در جهت تحلیل سیاست‌ها، در حوزه ازدیاد برداشت نفت، تحقیقات چندانی صورت نگرفته است (نو بودن از لحاظ محتوای موضوعی و روش تحقیق). در ادامه ادبیات نظری تحقیق شرح داده می‌شود.

۱-۲. ادبیات نظری

۱-۲-۱. نقشه راه فناوری[1]

مفهوم نقشه راه فناوری، که محور این تحقیق است، می‌توان به دو روش مختلف مشخص کرد:

۱. تعریف انعطاف‌ناپذیر، که فقط آن دسته از فعالیت‌های ترسیم نقشه راه را شامل می‌شود که بر فناوری‌های مربوط به محصول یا مربوط به فرایند تمرکز می‌کند. طبق این تعریف، نقشه راه محصول، نقشه راه پروژه و نقشه راه عملکرد، نیز هم عرض با نقشه راه فناوری قرار می‌گیرند.

۲. از سوی دیگر این مفهوم را می‌توان به روشی تفسیر کرد که با انعطاف بیشتر، تمامی فعالیت‌های نقشه راه مرتبط با فناوری‌ها، محصولات، فرایندها، عملکردها، عاملان بازار، قابلیت‌ها، پروژه‌ها و سایر جنبه‌ها را در بربگیرد. این دیدگاه را می‌توان در مدل چند سطحی ترسیم نقشه راه فناوری، که توسط انجمن مدیریت تحقیقات صنعتی اروپا ارایه شده است، مشاهده کرد. بعضی از نویسندگان ترجیح می‌دهند این مفهوم فراگیر را با استفاده از اصطلاح خنثی‌تر«نقشه راه» (بدون واژه‌ی فناوری) مورد اشاره قرار دهند (Phaal & et al, 2016, 1).

1. Technology Roadmapping

www.SID.ir

Archive of SID

۱-۲-۲. تحقیق و توسعه

تحقیق و توسعه داخلی اشاره به توسعه فناوری به معنای ارتقای کمی و کیفی سطح فناوری از طریق خلق و ایجاد فناوری های جدید و بهبود و اصلاح فناوری‌های موجود است. توسعه فناوری به‌طور عمده در دو بعد تولیداتی با کارایی و کیفیت برتر و یا روش‌هایی با بازدهی بیشتر در نظر گرفته می‌شود. فناوری‌های انتقال‌یافته از رهگذر تحقیق و توسعه، تعدیل، اصلاح و منطبق بر شرایط موجود می‌شوند و می‌توانند رافع نیازهای کنونی صنعت باشند (سید نصراله ابراهیمی و فاطمه خوش چهره، ۱۳۹۴، ۷۴).

طبق نظر هیئت تدوین استانداردهای حسابداری مالی اگر فعالیت‌های مربوط به تحقیق و توسعه در راستای تولید محصولات جدید، بهبود محصولات قدیمی یا کاهش‌دادن هزینه‌های عملیاتی آینده انجام شود، انتظار بر این است که از محل این نوع هزینه‌ها در دوره‌های آینده و نه فقط در دوره‌های جاری منافعی به‌دست آورد، از این‌رو با توجه به اصل تطابق، باید هزینه‌های تحقیق و توسعه را به‌عنوان هزینه‌ی (دارایی) سرمایه‌ای منظور کرد. لذا با منظور کردن مخارج تحقیق و توسعه به‌عنوان هزینه‌ی سرمایه‌ای، مدیریت دارای نوعی انگیره می‌شود تا مخارج تحقیق و توسعه را به‌عنوان یک قلم دارایی استراتژیک مورد توجه قرار دهد (مسعود نایبی فرد و مهدی فیلسرایی، ۱۳۹۶، ۱۰۰).

۲. روش تحقیق

تحقیق حاضر از منظر هدف، کاربردی- توسعه ای است. در این تحقیق از روش پویاشناسی سیستم استفاده شده است. مفهوم پویاشناسی سیستم برای اولین‌بار توسط فارستر[1] مطرح شده و به سرعت طی پنجاه سال اخیر رشد کرده است. این علم، رویکردی جهت کشف رفتار دینامیکی غیرخطی و مطالعه چگونگی تاثیر ساختارها و پارامترهای سیستم بر الگوهای رفتاری سیستم است. خروجی شبیه‌سازی گسسته سیستم‌ها با رویکرد پویاشناسی سیستم، طراحی سیاست‌های موثر بر عملکرد برای دستیابی به سطوح بالای کارایی است. همچنین در این رویکرد تصویری از سیستم براساس بازخوردها و تاخیرهای موجود ایجاد می‌شود تا رفتار

1. Forrester

www.SID.ir

Archive of SID

پویای سیستم‌های پیچیده فیزیکی، زیستی و اجتماعی بهتر درک شود (مشایخی و همکاران، ۱۳۹۳، ۱۰۰). با توجه به آن که رویکرد پویاشناسی سیستم یکی از ابزارهای موثر در شرایط پویا و واقعی است، در این تحقیق از این رویکرد برای تحلیل پویای توسعه فناوری فرایند تحقیق و توسعه داخلی در طی تدوین نقشه راه فناوری در شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت استفاده شده است.

۲-۱. فرایند مدل‌سازی پویا

فرایندی که در این تحقیق برای مدل‌سازی پویا استفاده شده است توسط استرمن[1] در دانشگاه ام آی تی ارایه شده و مراحل آن به قرار زیر است:

گام اول: تعریف دقیق مساله (انتخاب مرز سیستم)

گام دوم: فرضیه دینامیکی

گام سوم: فرموله‌کردن (پیاده سازی در نرم افزار)

گام چهارم: تست مدل (شبیه سازی)

گام پنجم: تدوین و ارزیابی سیاست‌ها (مشایخی و همکاران، ۱۳۹۳، ۱۰۰).

۲-۱-۱. گام اول: تعریف دقیق مساله (انتخاب مرز سیستم)

همان‌طور که در ادبیات تحقیق پیش‌تر بیان گردید؛ تحقیق و توسعه داخلی اشاره به توسعه فناوری به معنای ارتقای کمی و کیفی سطح فناوری از طریق خلق و ایجاد فناوری‌های جدید و بهبود و اصلاح فناوری‌های موجود است. توسعه فناوری اساسا فرایندی راهبردی است که شامل تصمیم‌گیری در مورد توسعه یا عدم‌توسعه فناوری‌های مختلف می‌شود. وقتی سازمانی بر توسعه فناوری خاصی متمرکز می‌شود، باید تصمیم بگیرد که آن را چگونه، از کجا و با چه هزینه‌ای به‌دست آورد (رضا بندریان و مهدی بندریان، ۱۳۹۱، ۲۷). فرایند توسعه یک فناوری متشکل از فعالیت‌های گوناگون از جمله: تحقیق و توسعه، توسعه نمونه اولیه، آزمون نمونه اولیه، مطالعات انطباق‌پذیر بودن، توسعه مشخصات طراحی، توسعه طرح‌های مونتاژ، قراردادن انعطاف‌پذیری در ارتباط با چرخه عمر فناوری و غیره می‌باشد؛ که طبق نظرخواهی از خبرگان

1 .Sterman

www.SID.ir

Archive of SID

مقرر گردید که تمام فعالیت‌های نام برده به جز آزمون نمونه تحت‌عنوان یک فعالیت به نام تحقیق و توسعه داخلی فناوری در مدل قرار گیرند. در این تحقیق ویژگی‌های اولیه مسئله از طریق مباحثه با گروه خبرگان، گردآوری تحقیقات بایگانی‌شده، گردآوری داده‌ها، مصاحبه‌ها و مشاهده یا مشارکت مستقیم تعیین گردید؛ سپس به ایجاد رفتارهای مرجع و تعیین صریح افق زمانی پرداخته شد. خبرگان محدودیت‌های منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی در طی فرایند تدوین نقشه راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت را به عنوان مساله تحقیق حاضر مطرح کرده‌اند.

رفتارهای مرجع:

با مصاحبه با خبرگان الگوی رفتاری برخی متغیرهای کلیدی شناسایی گردید. رفتار مرجع در واقع مجموعه‌ای از نمودارها و داده‌های تشریحی است که پیشرفت مشکل را در طول زمان نشان می‌دهد. به این منظور افق زمانی را مشخص کرده و متغیرها و مفاهیمی را که برای فهم مسئله و طراحی سیاست‌ها جهت رفع آن مهم است، تعریف شد. این متغیرها عبارت‌اند از:

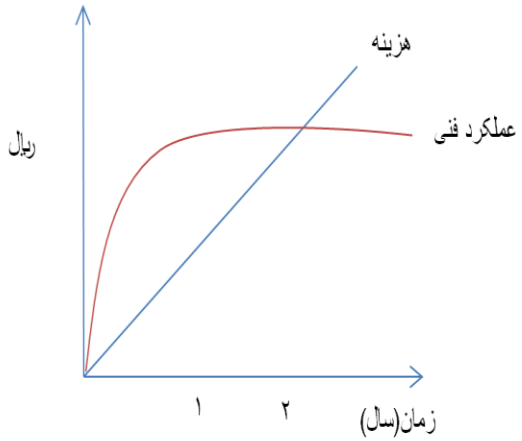
ریسک: احتمال خرابی فناوری جدید تعریف شده است. ریسک مشکلات و مسائل مرتبط با جنبه‌های فنی، هزینه و برنامه‌ریزی در فرایندهای طراحی، آزمایش، تولید، عملیات و پشتیبانی، فرآیندها، سیستم‌ها و تجهیزات را پوشش می‌دهد. ریسک‌ها بر توانایی موفقیت در رسیدن به مقیاس هزینه و اهداف عملکرد فنی تأثیر می‌گذارد .

هزینه: کل هزینه چرخه عمر فناوری را در برمی‌گیرد. شامل کل هزینه‌هایی است که از فاز تحقیق و توسعه فناوری آغاز و تا در معرض قرار داده شدن فناوری را شامل می‌شود. هزینه مبلغی است که برای دریافت مواد، اموال و خدمات صرف می‌شود. که در قراردادها آن را با ریال و یا مقادیری به عنوان هزینه و یا سود بیان می‌کنند.

عملکرد فنی: درجه‌ای که سیستم ویژگی‌های عملیاتی مورد انتظار را بازتاب می‌کند. عملکرد یک بیانیه‌ای از معیارهای مربوط به نتایج مورد نیاز با معیارهای تایید انطباق است، بدون بیان روش‌ها برای دستیابی به نتایج مورد نیاز. حالت مرجع برای این متغیرها در شکل (۱) نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: حالت مرجع برای متغیرهای کلیدی مدل (منبع: محقق ساخته)

افق زمانی

فرض بر این است که روند تکمیل فناوری دو سال طول می‌کشد تا تکمیل شود. بنابراین، افق زمانی فرآیند تحقیق و توسعه داخلی فناوری را تقریبا دو ساله در نظر می‌گیریم (۱۰۴ هفته).

۲-۱-۲. گام دوم: فرضیه دینامیکی

پس از آنکه مساله تعریف شد و روی یک افق زمانی مناسب تشریح گردید، فرضیه‌های پویا که به بیان علل رفتار مشکل‌ساز می‌پردازد، ایجاد گردید. فرضیه‌های تحقیق شامل ۳ مورد فرضیه زیر می‌باشد که توسط شبیه‌سازی مورد آزمون قرار می‌گیرند.

فرضیه اول: فقدان آموزش مناسب باعث ایجاد هزینه‌های اضافی در فرایند تدوین نقشه راه فناوری می‌شود.

فرضیه دوم: افزایش پیچیدگی فناوری جدید باعث افزایش هزینه‌های کل می‌شود.

فرضیه سوم: افزایش بلوغ فناوری هزینه‌های کل را کاهش می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. تحلیل تجربی

۳-۱. گام سوم: فرموله‌کردن (پیاده‌سازی در نرم‌افزار)

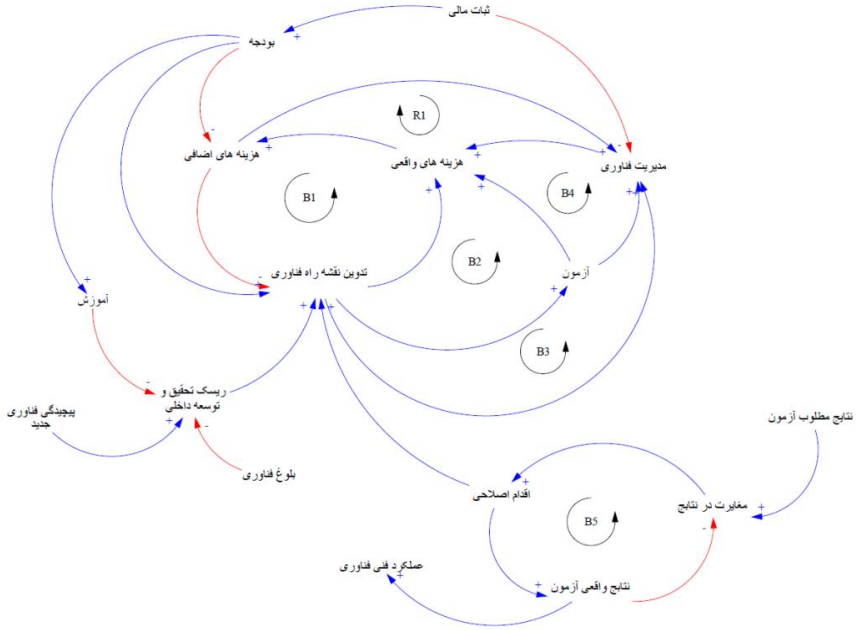
نمودار علی - حلقوی[1]

نمودارهای علی ابزارهای انعطاف‌پذیر و مفیدی برای ترسیم ساختار بازخوردی سیستم‌ها با هر قلمروی هستند. مطابق نمودار علی- حلقوی تحقیق، هر رابطه علی علامت مثبت (+) یا منفی (-) داده می‌شود که نشان‌دهنده نحوه تغییر متغیر وابسته، در هنگام تغییر متغیر مستقل، است. یک رابطه مثبت به این معنا است که اگر علت افزایش یابد، معلول به میزانی بیش از آنچه در غیر این صورت باشد، افزایش می‌یابد و اگر علت کاهش یابد، معلول نیز به میزانی کمتر از آنچه در غیر این صورت باشد، کاهش خواهد یافت. معنی یک رابطه منفی این است که اگر علت افزایش یابد، معلول به میزانی کمتر از آنچه در غیر این صورت باشد، کاهش می یابد و اگر علت کاهش یابد، معلول به میزانی بیش از آنچه در غیر این صورت باشد، افزایش یابد. حلقه‌های مهم نیز به‌وسیله نمادهای مشخص‌کننده حلقه نشان داده می‌شوند که گویای نوع حلقه بازخوردی- مثبت (تقویت‌کننده، با علامت + یا R مشخص می‌شوند) یا منفی(متعادل‌کننده، با علامت- یا B مشخص می‌شوند)- هستند. نماد حلقه در جهت تاثیر حلقه مربوطه (ساعتگرد یا پادساعتگرد) ترسیم می‌شود.

1. Causal Loop Diagram

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱: نمودار علی - حلقوی تحقیق (منبع: محقق ساخته)

نمودار حالت- جریان[1]

نمودارهای علی بر ساختار بازخوردی یک سیستم تاکید می‌کنند. نمودارهای حالت - جریان بر ساختار فیزیکی به‌وجود آورنده‌ی آن بازخوردها تاکید می‌کنند. در ادامه نمودارهای حالت- جریان تحقیق در خصوص هزینه‌ها شرح داده شده است.

نمودار حالت - جریان هزینه‌های واقعی

متغیر حالت هزینه‌های واقعی (ریال) با متغیر جریان نرخ تحقق هزینه‌ها (ریال / هفته) تغذیه می‌شود. متغیر حالت هزینه‌های واقعی انتگرال متغیر جریان نرخ تحقق هزینه‌ها می‌باشد (نمودار۲).

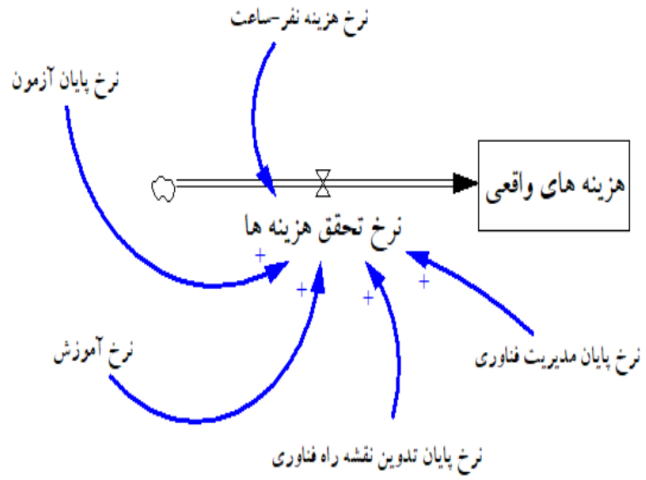
هزینه‌های واقعی (t) = هزینه‌های واقعی (0) + ∫[نرخ تحقق هزینه‌ها]dt

هزینه‌های واقعی(0) = 0 رابطه (۱)

1. Stock-Flow Diagram

www.SID.ir

Archive of SID



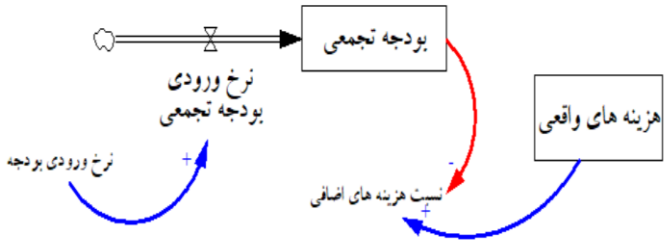
نمودار۲: ساختار حالت- جریان هزینه‌های واقعی (منبع: محقق ساخته)

نرخ تحقق هزینه‌ها حاصل انباشت نرخ نفر- ساعت و فعالیت‌های مدیریتی می‌باشد. نرخ نفر- هزینه (ریال / نفر- ساعت) هزینه نیروی کار است و به‌عنوان مبدل واحد فعالیت‌های مختلف (نفر-ساعت / هفته) به واحدهای نرخ تحقق هزینه‌ها (ریال / هفته) می‌باشد. نرخ آموزش (ریال/هفته) به هزینه‌های تحقق در هفته اضافه می‌شود. معادلات کلی به قرار زیر می‌باشد:

نرخ تحقق هزینه‌ها = (نرخ پایان مدیریت فناوری +
نرخ پایان فرایند تدوین نقشه راه فناوری +
نرخ آموزش+نرخ هزینه نفر – ساعت*(نرخ پایان آزمون نمونه

رابطه (۲)

نمودار حالت - جریان نسبت هزینه‌های اضافی



نمودار ۳: ساختار حالت- جریان هزینه‌های اضافی (منبع: محقق ساخته)

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر حالت بودجه تجمعی (ریال) با متغیر جریان نرخ ورودی بودجه تجمعی (ریال/هفته) تغذیه می‌شود. متغیر حالت بودجه تجمعی انتگرال نرخ ورودی بودجه تجمعی می‌باشد. این متغیر کل بودجه دریافت‌شده را در هر لحظه از زمان نگه می‌دارد (نمودار ۳).

بودجه تجمعی (t) = ∫[نرخ ورودی بودجه تجمعی]dt + بودجه تجمعی (0)

رابطه (۳) بودجه تجمعی (0) = 0

نرخ ورودی بودجه تجمعی برابر نرخ ورودی بودجه می‌باشد.

رابطه (٤) نرخ ورودی بودجه = نرخ بودجه تجمعی

نسبت هزینه های اضافی مقدار اضافی هزینه را بر کل بودجه اختصاص داده شده نشان می‌دهد، در واقع به‌عنوان کسری از کل بودجه اختصاص داده شده می‌باشد. این مقدار زمانی که هزینه‌های واقعی کمتر از بودجه تجمعی در یک لحظه از زمان باشد برابر صفر می‌باشد. زمانی‌که هزینه‌های واقعی بیشتر از بودجه تجمعی باشد، هزینه‌های اضافی می‌باشد.

نسبت هزینه های اضافی (t) = MAX [(هزینه های واقعی- بودجه تجمعی) , 0]

رابطه (۵) / بودجه تجمعی

مقدار ماکزیمم، نشان‌دهنده‌ی بیشترین حد تابع است.

۳-۲. گام چهارم: تست مدل (شبیه‌سازی)

آزمون‌های اعتبار مدل

پس از ایجاد نمودار حالت – جریان و شبیه‌سازی سیستم می‌بایست با استفاده از یک یا چند روش، اعتبار مدل را مورد آزمون قرار داد. برخی از روش‌های اعتبارسنجی تحقیق حاضر در ادامه ذکر می‌شود:

روایی صوری

در این روش کیفیت مناسب بین ساختار حالت – جریان، حلقه‌های بازخوردی و ویژگی‌های اساسی سیستم واقعی توسط خبرگان طی جلسات مباحثه مورد بررسی قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی ساختار

در این آزمون به این سوال پاسخ داده می‌شود که آیا ساختار مدل با قوانین و روند تصمیم‌گیری موجود در سیستم سازگاری دارد؟

دراین تحقیق با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان و استادان مرتبط با حوزه تحقیق، مرز و ساختار مدل بررسی شد و با تکیه بر ادبیات و دانش موجود و مدل‌های به‌کار گرفته شده در پژوهش‌های پیشین، مرز و ساختار مدل مورد تایید قرار گرفت.

سازگاری ابعاد

در این آزمون به این سوال پاسخ داده می‌شود که آیا ابعاد معادلات مورد استفاده در مدل با یکدیگر سازگار می‌باشند؟

در این تست با استفاده از گزینه Unit Check موجود در نرم‌افزار شبیه‌سازی ونسیم به تست واحدها پرداخته شد که همه‌ی واحدهای دو طرف معادلات ریاضی مدل یکسان و صحیح بودند. همچنین با استفاده از گزینه Check Model از لحاظ ساختاری مدل توسط نرم‌افزار تایید گردید.

تجزیه و تحلیل حساسیت[1]

در این روش به بررسی این سوال می‌پردازیم، آیا با تغییر در پارامترها، مرزها و بازه‌های زمانی، تغییرات قابل‌توجهی در مقادیر عددی، رفتار و سیاست‌های حاصله مشاهده می‌شود؟

در این تست با استفاده از مقادیر حدی بعضی از متغیرها به تعیین اینکه آیا معادلات و مدل به‌صورت منطقی و مطابق با قوانین فیزیکی رفتار می‌کنند پرداخته می‌شود. به عنوان مثال در این تست مدل با سه مجموعه از پارامترهای کلیدی شبیه‌سازی شد. این مجموعه‌ها شامل: ۱. پیچیدگی فناوری بسیار بالا، بلوغ فناوری پایین، فاقد آموزش؛ ۲. پیچیدگی فناوری متوسط، بلوغ فناوری متوسط، آموزش متوسط؛ ۳. پیچیدگی فناوری خیلی پایین، بلوغ فناوری بالا، آموزش بالا. این مجموعه ها به‌صورت دو سناریوی قوی و یک سناریوی متوسط انتخاب شدند، با بررسی شرایط متفاوت از لحاظ میزان بلوغ، پیچیدگی فناوری و مقدار آموزش مورد آزمون قرار گرفتند. حاصل نتایج در نمودار (۴) و (۵) مشاهده می‌شود.

1. Sensitivity Analysis

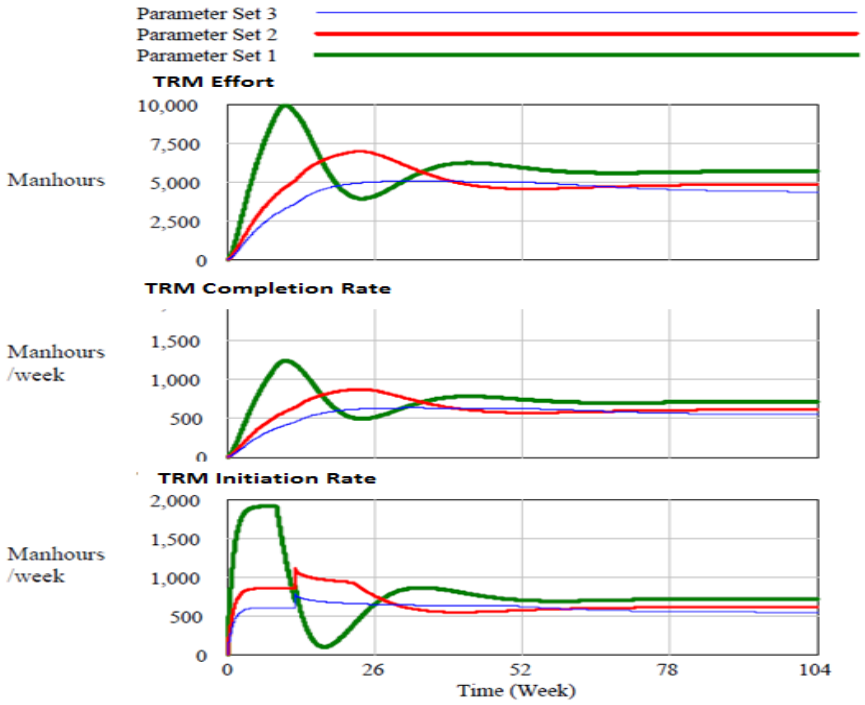
www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای مجموعه ۱: پیچیدگی بسیار بالا (پیچیدگی فناوری جدید=۵)، فناوری نابالغ (فناوری بالغ=۱)، فاقد آموزش (درصد آموزش=۰٪)؛

پارامترهای مجموعه ۲: پیچیدگی متوسط (پیچیدگی فناوری جدید=۳)، بلوغ فناوری متوسط (فناوری بالغ=۳)، آموزش متوسط (درصد آموزش=۲/۵٪)؛

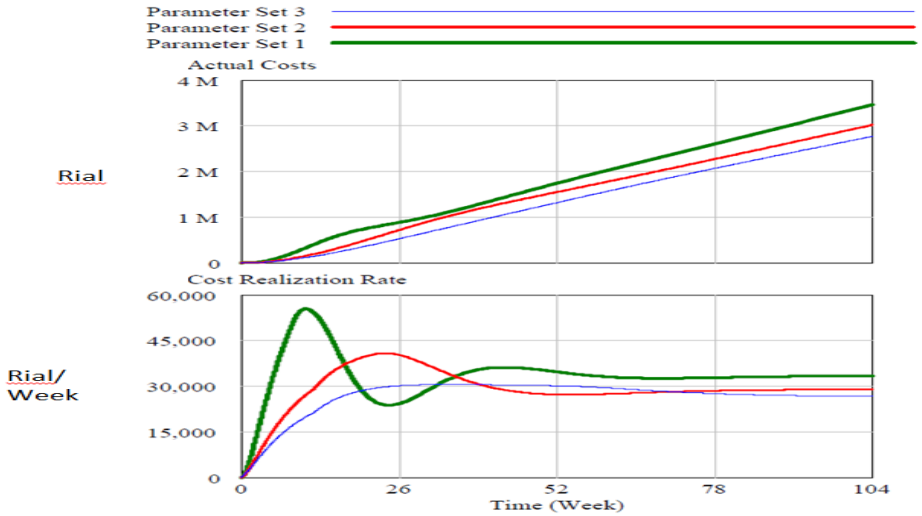
پارامترهای مجموعه ۳: پیچیدگی بسیار پایین (پیچیدگی فناوری جدید=۱)، بلوغ فناوری بالا (فناوری بالغ=۵)، آموزش بالا (درصد آموزش=۵٪).



نمودار٤: نتایج تست تجزیه و تحلیل حساسیت مدل (منبع: محقق یافته)

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۵: نتایج تست تجزیه و تحلیل حساسیت مدل (منبع: محقق یافته)

نتایج شبیه سازی با خروجی های مورد انتظار تطابق داشت.

پارامترهای مجموعه ۱، نشان دهنده بدترین سناریو می‌باشند، جایی که فناوری نابالغ، پیچیدگی آن زیاد و آموزشی در این خصوص صورت نمی‌گیرد. این دسته از پارامترها به بالاترین هزینه‌های تجمعی و بالاترین مقدار برای نرخ‌های فرایند تدوین نقشه راه فناوری می‌شود.

پارامترهای مجموعه ۲، نشان‌دهنده سناریو متوسط می‌باشند، جایی که بلوغ فناوری متوسط، پیچیدگی آن متوسط و سطح متوسط آموزش به کارگران، تکنسین‌ها و متخصصان مربوطه در فرایند تحقیق و توسعه را دربرمی‌گیرد. این دسته از پارامترها به هزینه‌های تجمعی پایین‌تر و مقادیر پایین‌تر برای نرخ‌های فرایند تدوین نقشه راه فناوری می‌شود.

پارامترهای مجموعه ۳، نشان‌دهنده بهترین سناریو می‌باشد. فناوری بسیار بالغ، پیچیدگی بالا و سطح بالایی از آموزش برای کارگران، تکنسین‌ها و متخصصان که در فرایند تحقیق و توسعه حضور داشتند، انجام گرفت. این مجموعه پارامترها کم‌ترین هزینه‌های تجمعی و کمترین مقدار برای نرخ‌های فرایند تدوین نقشه راه فناوری می‌شود.

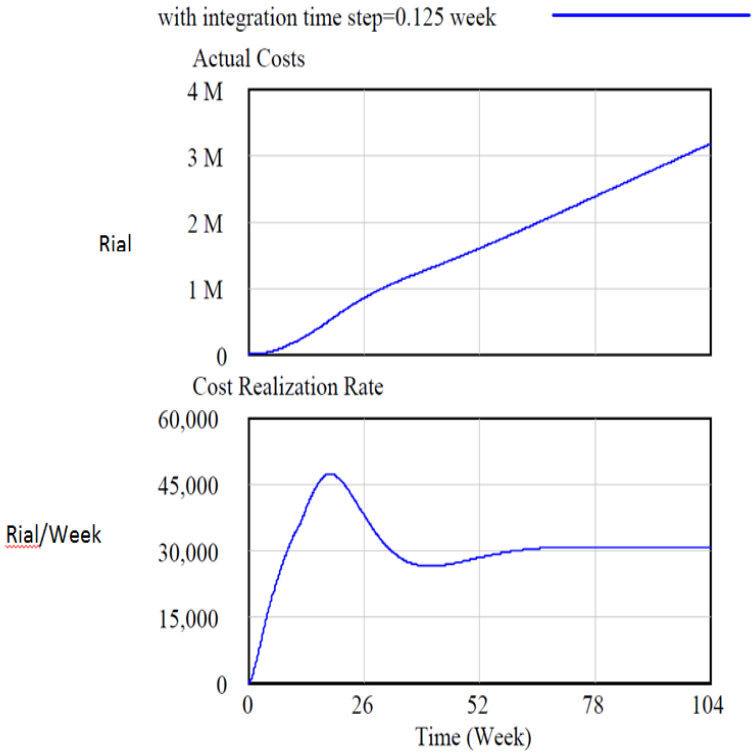
www.SID.ir

Archive of SID

خطای انتگرال[1]

در این روش به بررسی این سوال می‌پردازیم، آیا بازه‌های زمانی به‌طور مناسبی در نظر گرفته شده‌اند و با تغییر آن‌ها تغییری در نتایج مدل حاصل می‌شود؟

شبیه‌سازی در سه گام زمانی مختلف به اجرا درآمد، اولین گام زمانی ۰/۱۲۵ هفته؛ دومین ۰/۰۳۱۲۵ هفته و سومین ۰/۰۰۷۸۱۲۵ هفته در نظر گرفته شد. نتایج در خصوص هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق یافتن هزینه‌ها در نمودارهای(۶)، (۷) و (۸) نمایش داده شده است.



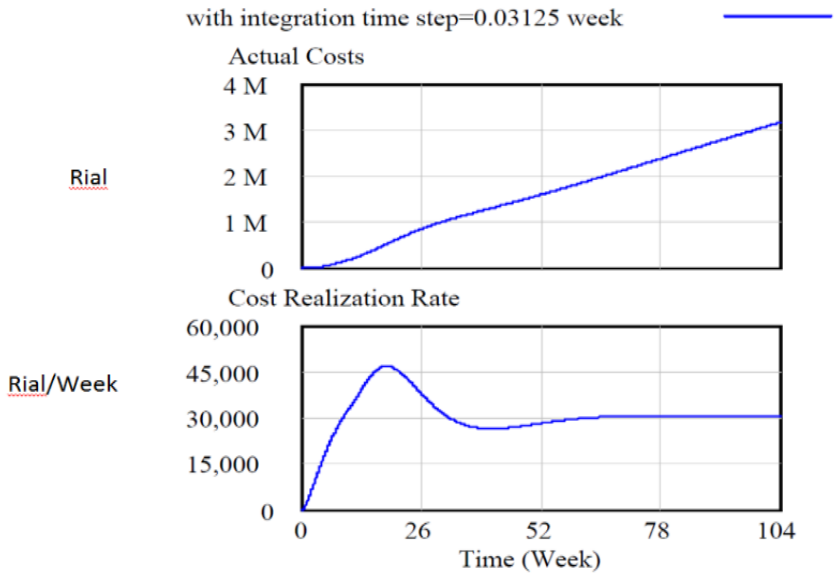
نمودار ٦: نتایج تست خطای انتگرال برای متغیر هزینه‌های واقعی-**TIME STEP: 0.125**

(منبع: محقق یافته)

1. Integration Error Test

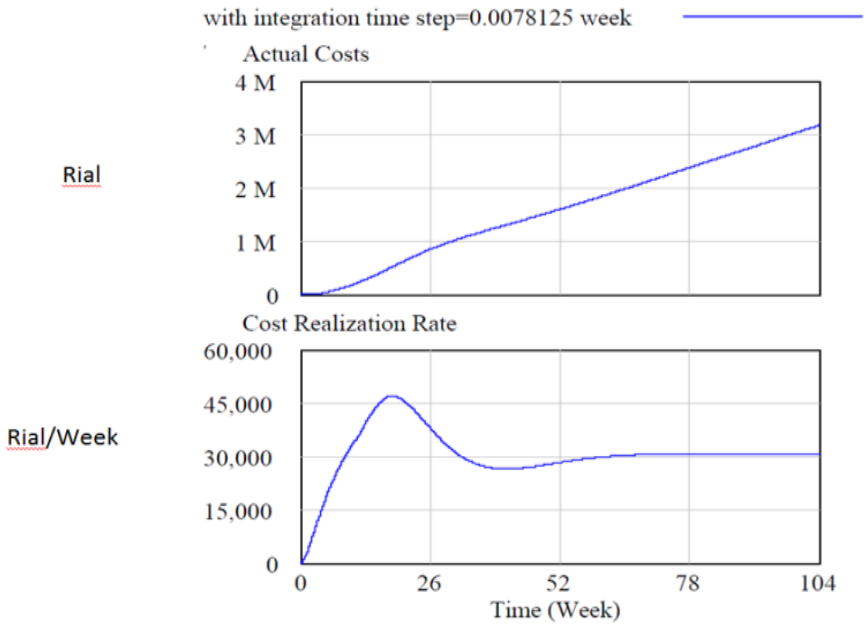
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۷: نتایج تست خطای انتگرال برای متغیر هزینه‌های واقعی-**TIME STEP: 0.03125**

(منبع: محقق یافته)



نمودار۸: نتایج تست خطای انتگرال برای متغیر هزینه‌های واقعی-**TIME STEP: 0.0078125**

(منبع:محقق یافته)

www.SID.ir

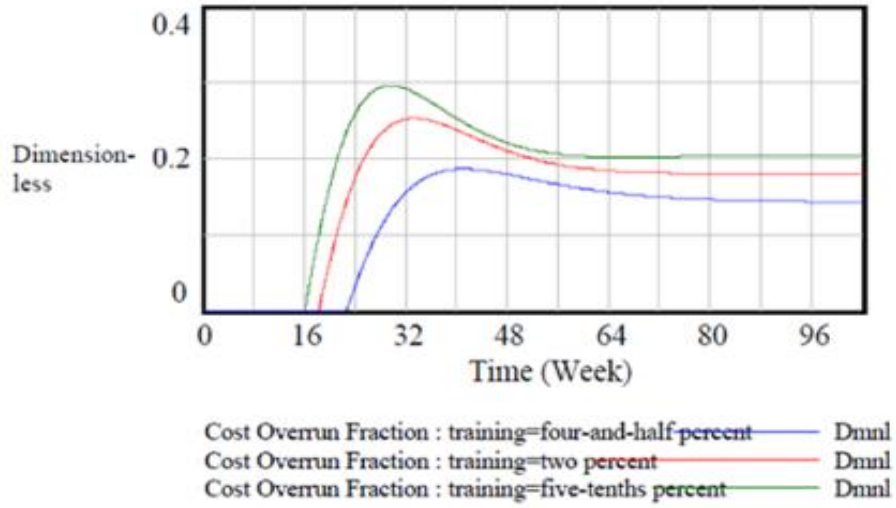
Archive of SID

نتایج بالا نشان می‌دهد که مدل حساسیتی به تغییر در گام زمانی نشان نمی‌دهد.

۳-۳. گام پنجم:تدوین و ارزیابی سیاست‌ها

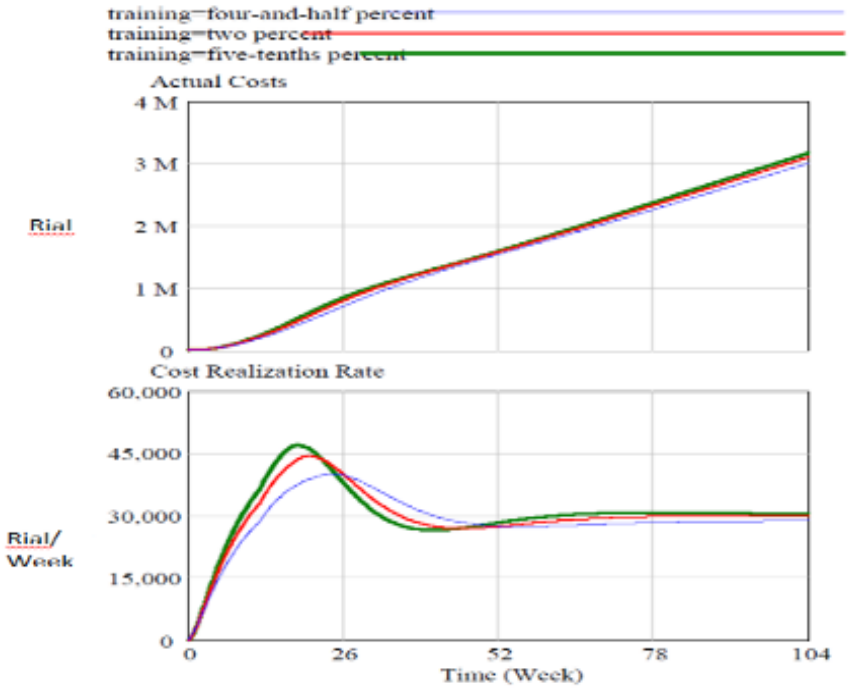
سیاست ۱ در خصوص آموزش

فرضیه اول تحقیق بیان می‌کند ، کمبود آموزش مناسب باعث به‌وجود آمدن هزینه‌های اضافی شده و افزایش هزینه‌ها را در طی فرایند تدوین نقشه راه فناوری به‌دنبال دارد. شبیه‌سازی در سه سطح از درصدهای آموزش انجام شد. اولین شبیه‌سازی با درصد ۰/۵، دومین با درصد ۲ و سومین با درصد ۴/۵ از بودجه موجود انجام گرفت. نتایج در نمودار (۹) قابل مشاهده می‌باشند. مشاهده می‌شود که با افزایش مقدار آموزش(درصدی از بودجه) هزینه‌های واقعی، نرخ تحقق یافتن هزینه‌ها و نسبت هزینه‌های اضافی کاهش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهد که سیاست «افزایش آموزش» منجر به کاهش هزینه‌های کل و هزینه‌های اضافی می‌شود مورد تایید است.



www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۹: نتایج شبیه‌سازی سیاست ۱ در خصوص آموزش (محقق یافته)

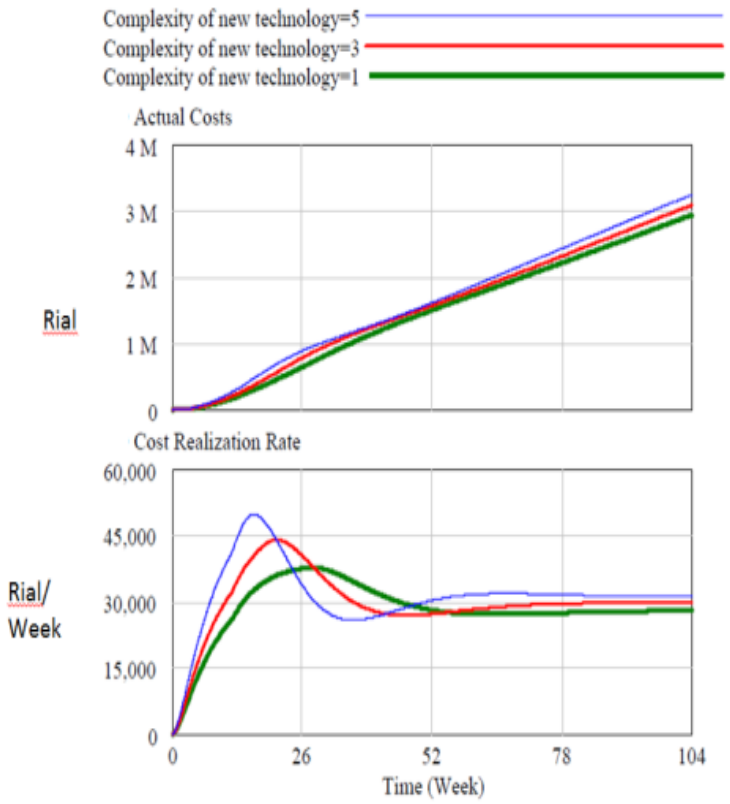
سیاست ۲ در خصوص پیچیدگی فناوری

فرضیه دوم تحقیق بیان می کند که، افزایش در میزان پیچیدگی فناوری جدید سبب افزایش در هزینه‌های کل می‌شود. بدین منظور شبیه‌سازی در سه سطح از میزان پیچیدگی فناوری صورت گرفت (نتایج در نمودار ۱۰ نمایش داده شده است).

سطح ۱: پیچیدگی خیلی کم=۱، سطح ۲: پیچیدگی متوسط=۳، سطح ۳: پیچیدگی خیلی زیاد=۵؛ مشاهده می‌شود که با افزایش میزان پیچیدگی فناوری، هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق هزینه‌ها افزایش می‌یابد. شبیه‌سازی فرضیه بالارا تایید می کند. نتایج افزایش هزینه‌های کل با افزایش پیچیدگی فناوری را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که وقتی که پیچیدگی فناوری از ۱ تا ۵ افزایش می‌یابد هزینه ۱۰٪ افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱۰: نتایج شبیه سازی سیاست ۲ در خصوص پیچیدگی فناوری (منبع: محقق یافته)

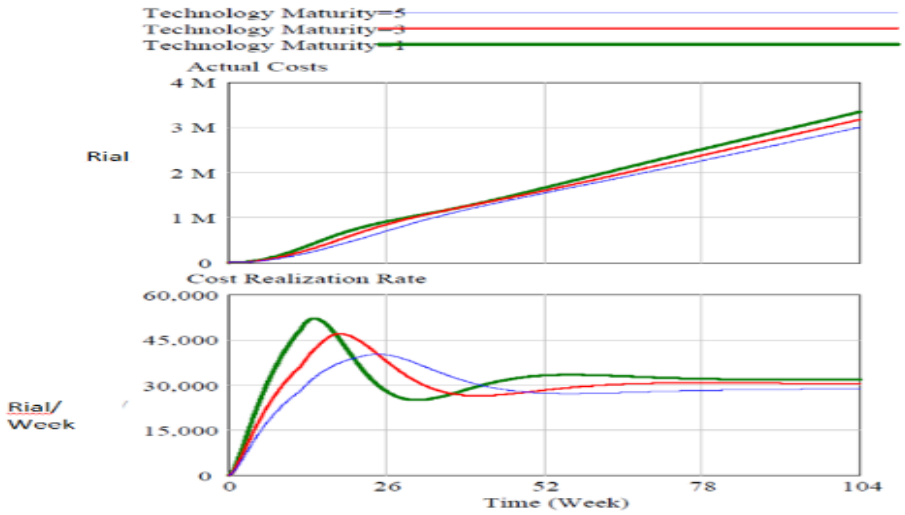
سیاست ۳ در خصوص بلوغ فناوری

فرضیه سوم تحقیق بیان می‌کند، افزایش بلوغ فناوری منجر به کاهش هزینه‌های کل می‌شود. بدین‌منظور شبیه‌سازی در سه سطح صورت پذیرفت (نتایج در نمودار ۱۱ نمایش داده شده است).

سطح اول: فناوری نابالغ= ۱، سطح دوم: فناوری با بلوغ متوسط= ۳، سطح سوم: فناوری خیلی بالغ= ۵؛ مشاهده می‌شود که با افزایش میزان بلوغ فناوری، هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق یافتن هزینه‌ها کاهش می‌یابد. نتایج تایید فرضیه ۳ را به‌دنبال دارد. کاهش ۱۲٪ در هزینه‌ها زمانی‌که بلوغ فناوری از ۱ (بلوغ حداقل) تا ۵ (بلوغ بالا) افزایش می‌یابد، مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱۱: نتایج شبیه‌سازی سیاست ۳ در خصوص بلوغ فناوری (منبع: محقق یافته)

٤. نتیجه‌گیری

مدل پویای سیستم تدوین نقشه راه فناوری های ازدیاد برداشت نفت به‌وسیله پارامترهایی که توسط خبرگان در خصوص فناوری مشخص شده بود، شبیه‌سازی شد. شبیه‌سازی در دوره زمانی تقریبا دوساله (۱۰۴ هفته) اجرا شد که نشان‌دهنده افق زمانی برای توسعه فناوری بود. فرضیه‌های پویایی سیستم مورد بحث قرار گرفتند و در نرم‌افزار ونسیم نسخه ۶/۴ به‌وسیله پارامترهای مختلف شبیه‌سازی شدند. شبیه‌سازی با استفاده از سه مرحله تحت عنوان: ۱) پیچیدگی فناوری بسیار بالا- بلوغ فناوری خیلی کم- بدون آموزش؛ ۲) پیچیدگی فناوری متوسط- بلوغ فناوری متوسط- آموزش متوسط و ۳) پیچیدگی فناوری خیلی کم- بلوغ فناوری بالا- آموزش بالا؛ انجام شد.

اولین فرضیه این تحقیق این بود که، کمبود آموزش مناسب باعث تحمیل هزینه‌های اضافی در فرایند توسعه فناوری در فرایند تدوین نقشه راه فناوری می‌شود، نتایج آزمون فرضیه نشان داد که هزینه‌های واقعی، نرخ تحقق هزینه‌ها و نسبت هزینه‌های اضافی با افزایش در مقدار آموزش (که به‌صورتی درصدی از بودجه بیان می‌شود) کاهش می‌یابند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش در آموزش، هزینه‌های کل و هزینه‌های اضافی را کاهش می‌دهد. همان‌طور که

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده شد، آموزش تاثیر قابل‌توجهی در کاهش هزینه‌ها دارد. این امر می‌تواند به‌عنوان یک تغییر سیاست برای اختصاص منابع و توجه بیشتر به آموزش در پروژه‌های بزرگ تدوین نقشه راه فناوری باشد. اهمیت این موضوع در خصوص فناوری‌های جدید بسیار حایز اهمیت است.

بی شک نیروی انسانی ماهر مهم‌ترین شاخص برای پیشرفت یک فناوری خواهد بود. نیروی ماهر تنها با آموزش‌های معمول دانشگاهی به‌دست نخواهد آمد و افزون بر آموزش‌های انجام‌شده در دانشگاه‌ها و پژوهشکده‌ها باید جهت‌دهی به‌سمت تولید نیز سرلوحه برنامه‌های آموزشی قرار گرفته و به موازات آن به مسایلی چون بررسی بازدارنده‌های تولید، بازاریابی و برنامه‌ریزی برای آن نیز توجه داشت.آموزش در راستای خلق فناوری که معیار پیشرفت و توسعه کشورها در آینده است، با یک حرکت موازی در زمینه آموزش و تحقیق و تولید در درون سازمان و ایجاد شبکه همکاری برون سازمانی با جهت‌گیری تولیدی امکان‌پذیر است. ایجاد فضای اقتصادی و رفاهی مناسب برای پژوهشگران و سرمایه‌گذاران به‌طوری‌که استعدادهای درخشان علمی و اقتصادی به سمت این فناوری ترغیب شوند. (نعیمی و همکاران، ۱۳۹۴، ۹۹)

دومین فرضیه بیان می‌کند که افزایش در پیچیدگی فناوری جدید سبب افزایش در هزینه‌های کل می شود. با توجه به نتایج شبیه‌سازی فرضیه مشاهده شد زمانی‌که هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق یافتن هزینه‌های افزایش یافته است زمانی است که پیچیدگی فناوری افزایش داشته است. از آنجا که نه تنها سطح، بلکه ترکیب مخارج تحقیق و توسعه نیز بر رشد اقتصادی و بهره‌وری تأثیرگذار است، برای مثال R&D بخش‌های با تکنولوژی بالا بازدهی اقتصادی بیشتری نسبت به R&D سایر بخش‌ها ایجاد می‌کنند علاوه بر این ترکیب R&D از فضاهای با تکنولوژی پایین، به تکنولوژی بالا انتقال پیدا می‌کند (انوشه، ۱۳۹۰، ۶۳). افزایش پیچیدگی فناوری، افزایش در هزینه‌های کل را در مدل نمایش می‌دهد. برای این منظور تداوم اجرای فناوری‌های جدید باید در راستای صرف هزینه‌های بیشتر برای تحقیقات دانشگاهی باشد تا بتواند قبل از اقدام به اجرای آن در فرایند ازدیاد برداشت نفت، بهتر و بهتر از فناوری استفاده کند. از آزمون فرضیه در خصوص تاثیر پیچیدگی فناوری بر هزینه‌ها و برآورد هزینه‌ها دیده می‌شود که یک فناوری ساده هزینه‌های کمتری را نسبت به یک فناوری پیچیده دارد. لذا

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان اینگونه پیشنهاد داد که دادن مشوق بیشتر به‌منظور انجام تحقیقات دانشگاهی بر روی فناوری جدید می‌تواند درک ما را نسبت به آن فناوری بالا برده و در نتیجه پیچیدگی فناوری را کاهش دهد، که این خود می‌تواند سبب کاهش در هزینه‌ها در فرایند ازدیاد برداشت نفت شود.

سومین فرضیه تحقیق بیان می‌دارد که افزایش در میزان بلوغ فناوری سبب کاهش در هزینه‌های کل می‌شود. با توجه به نتایج شبیه‌سازی فرضیه مشاهده شد که هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق یافتن هزینه‌ها با افزایش در بلوغ فناوری کاهش می‌یابند. که این نشان می‌دهد با افزایش بلوغ فناوری، هزینه‌های کل کاهش می‌یابند. فرضیه‌های پویای سیستم مورد آزمون قرار گرفته و اثر تغییرات مختلف در پارامترهای مدل بر روی زیر سیستم‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. یک فناوری نابالغ سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود. مسئله مهم دیگر این است که برخی فناوری‌ها بسیار سریع منسوخ می‌شوند، بنابراین پیشنهاد می‌شود که اگر پیاده‌سازی فناوری به زمان دقیق انجام آن بسیار حساس نباشد، عاقلانه است که روند را به تعویق اندازیم. این به عنوان یک مزیت عمل می‌کند چراکه افزایش بلوغ فناوری باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود. در فعالیت روزمره و عملیاتی، فناوری بلوغ یافته (اعم از دانش‌ها، فرایندها، خدمات، کالاها و تجهیزات و سیستم‌ها) استفاده می‌شوند. اما بخش تحقیق و توسعه در مراحل ابتدایی چرخه عمر فناوری است؛ در حالی‌که مدیران عملیاتی در شرایط تحریم به‌دنبال تهیه کالاها و تجهیزات جاری مورد نیاز هستند، تحقیق و توسعه در کوتاه‌مدت عملا مشکلات روزمره و جاری بخش عملیات را حل نمی‌کند (محمدی پور، ۱۳۹۲، ۹). از سوی دیگر در تحقیقی تحت‌عنوان، ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری تجهیزات صنعت نفت و گاز، ریسک چرخه عمر فناوری و تغییر اساسی فناوری را به‌عنوان یکی از ریسک‌های پراهمیت در این صنعت معرفی می کند. لذا پیشنهاد می‌شود نیازمندی‌هایی چون ارزیابی سطح فناوری، رصد فناوری، رصد بازار، بازاریابی بین‌المللی، انتقال فناوری، ضمانت فناوری، تسهیلات، طرح تجاری، مستندسازی و غیره در سازمان دیده شود. این نیازمندی‌ها در چارچوب خدمات توسعه فناوری می‌تواند تعریف شوند (نقی زاده و همکاران، ۱۳۹۵، ۱۶۱).

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از مشکلات اصلی در مدل‌سازی سیستم‌های پویا وجود سطوح انتزاع در مدل می‌باشد. فرضیه‌های ساخته‌شده در مدل سیستم‌های پویا مشخص می‌کنند که چه متغیرهایی در مدل قرار گیرند، چه متغیرهایی در نظر گرفته نشوند و علاوه بر آن سطح جزییاتی که مفاهیم در مدل مورد بررسی قرار می‌گیرند را مشخص می‌کنند. در شکل فعلی این تحقیق، فرمول‌بندی تدوین نقشه راه فناوری در سطح بسیار بالای فعالیت، مدیریت فناوری، آزمون، هزینه‌ها و غیره صورت گرفته است. لذا یکی از مسائل اصلی برای تحقیق بیشتر اینگونه پیشنهاد می‌شود که سطح دقیق‌تری از انتزاع برای متغیرهای تدوین نقشه راه فناوری در نظر گرفته شود.

مسئله دیگر برای تحقیق در آینده، استفاده از جدول زمان‌بندی هزینه‌های اضافی است. ساختار مدل فعلی این مسئله را نادیده می‌گیرد. شبیه هزینه‌های اضافی، جدول زمان‌بندی هزینه‌های اضافی می‌تواند بخشی از یک مکانیزم بازخورد قابل توجه در مدل باشد که بر سایر متغیرهای کلیدی تاثیر می‌گذارند. این یک منطقه تحقیق قطعی است که باید مورد بررسی قرار گیرد.

ساختار فعلی فرمول‌بندی مدل، جریان سرمایه‌گذاری را در هر هفته برای فعالیت‌هایی که در تدوین نقشه راه فناوری قرار دارد، در نظر می‌گیرد. در زندگی واقعی، بودجه می‌تواند در زمان‌های مختلف، می‌تواند متفاوت باشد. جالب است که مشخصات بودجه جدیدی را به مدل اضافه کنیم و مشاهده و تجزیه و تحلیل پویایی‌های بعدی رفتار سیستم براساس آن مورد بررسی قرار گیرد.

مورد دیگر در خصوص متغیرهای تلاش است که به‌صورت نفر- ساعت در مدل آمده است. این متغیرها در سطح کلان می‌باشند لذا تجزیه این متغیر به متغیرهای خردتر مانند جریان‌های کاری، مواد می‌تواند برای مطالعات بعدی پیشنهاد شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

ابراهیمی، سید نصراله، خوش چهره، فاطمه (۱۳۹۴). استفاده، انتقال و توسعه تکنولوژی در صنایع بالادستی نفت و گاز ایران، فصلنامه حقوق پزشکی، ویژه نامه حقوق مالکیت فکری، ۹(۳۵)، ۱۰۲-۶۵.

انوشه، شهرزاد (۱۳۹۰). اثر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی به تفکیک بخش‌های سرمایه‌گذار (مطالعه موردی کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی(OIC))، فصلنامه اقتصاد کاربردی، ۲(۷)، ۷۸-۵۹.

بندریان، رضا، بندریان، مهدی (۱۳۹۱). الگوی اثربخش توسعه فناوری در سازمان‌های پژوهش و فناوری، نشریه صنعت و دانشگاه، ۵(۱۷و۱۸)، ۳۸-۲۷.

حسینی، سیدحسین، شکوری گنجوی، حامد، کاظمی، عالیه (۱۳۹۷). مدلی برای افزایش منافع ملی حاصل از سیستم عرضه نفت ایران در بازار جهانی (رویکرد سیستمی)، پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۲۲(۳)، ۱۵۸-۱۳۳.

شکری، پوریا، فریدزاده، علی، تکلیف، عاطفه، دهقانی، تورج (۱۳۹۶). برآورد مسیر بهینه تولید میدان نفتی آزادگان جنوبی با تاکید بر تولید صیانتی براساس الگوریتم تکاملی بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO)، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۶(۳۳)، ۱۰۸-۷۵.

عزیزی، مجتبی، مقدم، عادله (۱۳۹۵). ارایه الگویی برای مدیریت پروژه‌های توسعه فناوری در صنعت نفت و گاز ایران، مدیریت نوآوری، ۵(۱)، ۱۲۸-۱۰۳.

فضل اله تبار، محمد، شیرازی، بابک، جعفری صمیمی، احمد (۱۳۹۶). شبیه‌سازی تولید نفت شیل با رویکرد پویایی سیستم، تحت سناریوهای مختلف، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۳(۵۵)، ۳۸-۱.

کاظمی، عالیه، حسین زاده، مهناز (۱۳۹۵). طراحی مدل تخصیص نفت و گاز به بخش های مختلف مصرف با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از رویکرد پویایی سیستم، فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی، ۲(۲)، ۱۴۱-۱۱۱.

گزارش صنعتی (۱۳۹۴). کاربرد فناوری نانو در فرایندها ازیاد برداشت نفت خام، ماهنامه فناوری نانو، ۱۴(۴)، ۲۲-۱۸.

www.SID.ir

Archive of SID

محقر، علی، شریفی سلیم، علیرضا، زارع میرک آباد، علی(۱۳۹۱). طراحی مدل سیاستگذاری انرژی در صنعت نفت و گاز (گزینه‌های مبتنی بر طرح هدفمندسازی یارانه‌ها)، فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، (۲۷و۲۸)، ۴۳-۲۳.

محمدی پور، محمد (۱۳۹۲). ضرورت توجه به الزامات بخش تحقیقات و چرخه عمر فناوری در مدیریت پژوهش و فناوری، ماهنامه اکتشاف و تولید، (۹۹)، ۹-۸.

مشایخی، علی نقی، آذر، عادل، و زنگویی نژاد، ابوذر (۱۳۹۳). ارائه مدل دینامیکی برای کاهش متوسط زمان پرداخت خسارت شرکت‌های بیمه، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۱۸(۷۱)، ۱۱۷-۹۵.

نایبی فرد، مسعود، فیلسرایی، مهدی (۱۳۹۶). اثر تعدیلی مخارج تحقیق و توسعه و اندازه شرکت بر رابطه بین نقدینگی و ارزش شرکت‌ها، فصلنامه پژوهش‌های جدید در مدیریت و حسابداری، ۳(۱۹)، ۱۰۹-۹۵.

نعیمی، امیر، نجفلو، پریسا، سبحانی، سید محمد جواد (۱۳۹۴). نقش آموزش، ترویج و اطلاع‌رسانی در توسعه فناوری زیستی کشاورزی از دیدگاه متخصصان، فصلنامه پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی، ۷(۳۳)، ۱۱۰-۹۷.

نقی زاده، محمد، ابراهیمی، بتول، پاک سرشت، سعید (۱۳۹۵). ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری در لایه‌های مختلف نقشه راه فناوری (مورد مطالعه: مته‌های حفاری)، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، ۴(۲)، ۱۷۵-۱۵۱.

Geschka, H & Hahnenwald, H (2013). Scenario-Based Exploratory Technology Roadmaps - A Method for the Exploration of Technical Trends, Technology Roadmapping for Strategy and Innovation, Springer, Berlin, Heidelberg, 123-136

Kanama, D (2013). Development of Technology Foresight: Integration of Technology Roadmapping and the Delphi Method, Technology Roadmapping for Strategy and Innovation, 151-171.

Moehrle, M (2004). TRIZ-based technology-roadmapping, International Journal of Technology Intelligence and Planning, 1(1), 87 – 99

Phaal, R, Kerr, C, levbare, I, Farrukh, C, Routley, M & Athanassopoulou, N (2016). On ‘self-facilitating’ templates for technology and innovation strategy workshops. World Scientific Series in R&D Management, (8), 1-12

Phaal, R, Farrukh, C & Probert, D (2013). Fast-Start Roadmapping Workshop Approaches, Technology Roadmapping for Strategy and Innovation, 91-106

Geum, Y, Lee, S & Park, Y (2014). Combining technology roadmap and system dynamics simulation to support scenario-planning: A case of car-sharing service”, Computers & Industrial,71, 37-49.

www.SID.ir

Archive of SID

Hussaina, M, Tapinosb, E & Knighta, L (2017). Scenario-driven for technology foresight", Technological forecasting and social Change, 124, 160-177.

www.SID.ir