Archive of SID

فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال چهارم/ شماره ۱۳/ زمستان ۱۳۹۷/ صفحات ۱۲۲-۸۹

تدوین نقشه‌راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت: رویکرد پویایی سیستمی

پگاه کیارسی حیدر
دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن
pegah.kiyarsi@gmail.com

محمود البرزی
دانشیار مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
mahmood_alborzi@yahoo.com

رضا رادفر
دانشیار مدیریت تکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات (نویسنده مسئول)
radfar@gmail.com

عباس طلوعی اشلقی
استاد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
toloie@gmail.com

در این تحقیق به بررسی رفتار پویای مدل تدوین نقشه‌راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت با هدف کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی با روش پویایی سیستم‌ها پرداخته شده است. براساس داه‌ها و نظرات خبرگان متغیرهای کلیدی شناسایی و روابط علی– حلقوی میان این متغیرها ترسیم شده و سپس روابط ریاضی میان این متغیرها براساس روابط موجود در پیشینه تعیین و براین اساس سیستم مورد نظر به صورت مدلی ریاضی با شبیه‌سازی کامپیوتری به وسیله نرم افزار ونسیم در دوره زمانی تقریباً دوساله اجرا شد. نتایج تحقیق دو نوع رفتار پویای نوسانی و هدف‌جو را برای متغیرهای مدل نشان داد. همچنین نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌های پویا بیان می‌دارد 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 به عنوان بهترین سناریو انتخاب شد چرا که این مجموعه پارامترها کم ترین هزینه را به دنبال داشتند.

واژگان کلیدی: نقشه‌راه فناوری، تحقیق و توسعه داخلی، پویایی سیستم ها

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۱/۰۶

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

۱. مقدمه

مطابق پیش‌بینی‌های به عمل آمده، افزایش تقاضای جهانی برای انرژی همچنان ادامه خواهد داشت و اگرچه استفاده از انرژی‌های جایگزین مانند انرژی‌های هسته‌ای و انرژی‌های تجدید پذیر در سال‌های آتی افزایش می‌یابد، ولی این افزایش در مقایسه با انرژی‌های فسیلی کم بوده و نقش اصلی منابع انرژی تجدیدپذیر حداقل تا دو دهه آینده نقش تکمیلی و حامی خواهد بود (زارعی و همکاران، ۱۳۹۳). به منظور پاسخگویی به روند رشد روزافزون تقاضای جهانی جهت تأمین منابع نفت و گاز، یا باید منابع جدید هیدروکربنی کشف شده و مورد بهره‌برداری قرارگیرند و یا با استفاده از فناوری‌های گوناگون، نفت و گاز درجا و بدون استفاده درون مخزن تحت فرایندهای ازدیاد برداشت قرار گیرند.در این حال و با توجه به شرایط سخت اکتشاف و نیز صیانت از منابع هیدروکربوری موجود، استفاده از روش دوم منطقی تر و اصولی تر می‌باشد (کریمی، ۱۳۹۲).

ازدیاد برداشت نفت[1]، به مجموعه تکنیک‌ها و فرایندهایی اطلاق می‌گردد، که طی آن سعی می‌شود با استفاده از انرژی یا مواد خارج از میدان نفتی، میزان نفت خامی را که استخراج آنها با روش معمولی امکان پذیر یا تولید آن اقتصادی و مقرون به صرفه نیست، استخراج و مورد بهره‌برداری قرار داد (محمدشاهی و مکارم، ۱۳۹۶).

براساس تئوری‌های اخیر رشد درون‌زا و مطالعات تجربی صورت گرفته، ابداع و نوآوری به عنوان موتور پیشرفت فناوری و عامل تعیین کننده بهره‌وری کل عوامل معرفی شده است، زیرا فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی موجب نوآوری و استفاده مؤثرتر از منابع موجود و جذب فناوری پیشرفته خارجی خواهد گردید (شاه آبادی و امیری، ۱۳۹۳).

1. Enhanced Oil Recovery(EOR)

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

در شرایط کنونی که اغلب صنایع نفتی کشور با تحریم‌های جدی روبرو شده انـد، انتقـال محـض فناوری، از یک سو دشوار است و از سوی دیگر، در صورت بروز هـر گونـه مشـکل در فنـاوری خریداری شده، موجب ادامه وابستگی کشور به خارج می‌گردد. از طرفی تحقیق و توسعه داخلی در برخی موارد می‌تواند یک ریسک تلقی شود، زیرا ممکن است که این فرایند علی رغم هزینـه بالایی که برای آن صرف می‌شود، نتیجه مطلوبی نداشته باشد (نایبی فرد و فیلسرایی، ۱۳۹۶). اگر این دیدگاه را بپذیریم که اکثر میادین نفتی در کشور در نیمه دوم عمر خود قرار دارند (قربـانی و همکاران، ۱۳۹۵)، شرکت‌های نفتی از روش‌های ازدیاد برداشت با استفاده از فنـاوری‌هـای نـوین برای بهره‌برداری بیشتر در برداشت از ذخایر نفتی استفاده مـی‌کننـد، لـذا داشـتن الگـوی نقشـه‌راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت که مسیر نمای آینده فناوری‌ها را نشـان دهـد بـا در نظـر گـرفتن محدودیت‌های منابع مالی بـرای سـرمایه‌گـذاری در تحقیـق و توسـعه داخلـی بـه عنـوان حلقـه‌ای مفقوده در این صنعت محسوب می‌شود.

برنامه ریزان و مدیران برای تحقق هدف‌ها، در بسـیاری مـوارد بـه صـورت خطـی بـا فراینـد تدوین نقشه‌راه فناوری برخورد کرده، پویایی آن را در نظر نگرفته‌انـد؛ برای نیل به این هدف، در این مقاله رویکرد پویایی سیستم‌ها با توجه به قابلیت آن در تجزیه‌وتحلیـل تصـمیمات مـدیریتی و سنجش بهره‌وری این تصمیمات با توجه به اثرات بلند مدت آنها در رفتار کل متغیرهـای سیسـتم، مورد استفاده قرار گرفتـه اسـت. در ادامـه در بخـش۲، مبـانی نظـری و پیشـینه تحقیـق شـرح داده می‌شود؛ در بخش۳، روش تحقیق و نحوه جمـع آوری داده‌هـا و تحلیـل آنهـا توضـیح داده شـده است ودر بخش۴، به نتیجه گیری و پیشنهادات می‌پردازیم.

www.SID.ir

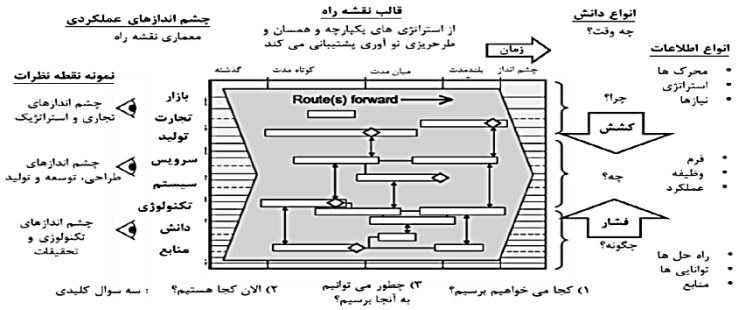
Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱. نقشه‌راه فناوری [1]

یکی از مهمترین رویکردها برای مدیریت و برنامه ریزی مؤثر فناوری استفاده از فرایند نگاشت نقشه‌راه فناوری است. تمرکز اصلی این رویکرد به‌کارگیری مؤثر فناوری‌های نوین و هم‌راستا نمودن فعالیت‌ها و راهبردهای سازمان براساس این فناوری هاست که نتایج آن عموماً به صورت گرافیکی و مدل‌های مفهومی به نمایش در می‌آید .نقشه‌راه یک نمای یکپارچه و هم نهشت را از برنامه‌های راهبردی یک سازمان در قالب گرافیکی یا جدول ارائه می‌دهد که اغلب بعد زمان هم در آن دیده می‌شود (محبی و حیدری، ۱۳۹۵).



شکل۱. مدل ژنریک (عمومی) ترسیم نقشه‌راه فناوری (مأخذ: فال و همکاران، ۲۰۱۶)

با توجه به شکل فوق می‌توان گفت، نقشه‌راه‌ها در بالاترین سطح، در بردارنده سه لایه وسیع هستند:

ـ *لایه‌های بالایی* مربوط به روندها و محرک‌هایی است که بر اهداف یا مقاصد کلی مرتبط با فرایند تدوین نقشه‌راه حکم فرما هستند، شامل بازار خارجی و روندها و محرک‌های

1. Technology Roadmap

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

صنعت(اجتماعی، فناورانه، زیست محیطی، اقتصادی، سیاسی و زیرساختی)، درکنار دیدگاه‌های مشتری و رقیب؛ روندها و محرک‌های داخلی، رویدادهای کلیدی، اهداف و محدودیت‌ها. در مجموع، نوع اطلاعات موجود در لایه بالایی را می‌توان زیر مجموعه چرایی دانش در نظر گرفت.

- *لایه میانی* معطوف به سامانه‌های محسوس(فیزیکی) هستند که لازم است برای پاسخ گفتن به لایه روندها (لایه بالا)توسعه داده شوند. در اکثر موارد این لایه به طور مستقیم به سیر تکامل محصولات مربوط می‌شود (کارکردها، ویژگی‌ها و عملکرد) ولی لایه میانی می‌تواند در برگیرنده توسعه خدمات، زیر ساخت یا سازوکارهایی برای یکپارچه سازی فناوری، دانش و منابع به طوری که برای مشتریان و سایر ذی نفعان منافعی ایجاد کند باشد.در مجموع، نوع اطلاعات موجود در لایه میانی را می‌توان نماینده چیستی دانش در نظر گرفت.
- *لایه پایینی* مربوط به منابع است (درونی و بیرونی) که لازم است برای توسعه محصولات، خدمات و سیستم‌های مورد نیاز به خدمت گرفته شوند، مانند سرمایه، تجهیزات و همکاری‌های در کنار منابع دانش بنیان مانند فناوری، مهارت‌ها و شایستگی‌ها. در مجموع نوع اطلاعات موجود در لایه میانی را می‌توان نماینده بعد چگونگی دانش در نظر گرفت (فال و همکاران، ۲۰۱۶).

۲-۲. هزینه‌های تحقیق و توسعه

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 به طور عمده در دو بعد تولیداتی با کارایی و کیفیت برتر و یا روش هایی با بازدهی بیشتر در نظر گرفته می‌شود. فناوری‌های انتقال یافته از رهگذر تحقیق و توسعه، تعدیل، اصلاح و منطبق بر شرایط موجود می‌شوند و می‌توانند رافع نیازهای کنونی صنعت باشند (ابراهیمی، ۱۳۹۴).

طبق نظر هیئت تدوین استانداردهای حسابداری مالی اگر فعالیت‌های مربوط به تحقیق و توسعه در راستای تولید محصولات جدید، بهبود محصولات قدیمی یا کاهش دادن هزینه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

عملیاتی آینده انجام شود، انتظار بر این است که از محل این نوع هزینه‌ها در دوره‌های آینده و نه فقط در دوره‌های جاری منافعی به دست آورد، بنابراین می‌توان این دانش را به عنوان یک قلم دارایی شرکت یا افزایش در ارزش کل دارایی‌های کنونی شرکت به حساب آورد. از این رو با توجه به اصل تطابق، باید هزینه‌های تحقیق و توسعه را به عنوان هزینه (دارایی) سرمایه‌ای منظور کرد. لذا با منظور کردن مخارج تحقیق و توسعه به عنوان هزینه سرمایه‌ای، مدیریت دارای نوعی انگیره می‌شود تامخارج تحقیق و توسعه را به عنوان یک قلم دارایی استراتژیک مورد توجه قرار دهد (نایبی فرد و فیلسرایی، ۱۳۹۶).

۳. پیشینه تحقیق

براساس مطالعات انجام شده، نمونه یا چارچوب مشخصی که تمرکز ویژه آن بر ماهیت موضوع و مسأله‌ای که در این تحقیق برای آن الگوی نقشه‌راه فناوری تدوین می‌شود؛وجود نداشته، همچنین در زمینه استفاده از روش پویایی سیستم‌ها به عنوان روشی در جهت تحلیل سیاست‌ها، در حوزه ازدیاد برداشت نفت، تحقیقات چندانی صورت نگرفته است. با مرور پژوهش‌های گذشته در زمینه نقشه‌راه فناوری، تاکنون نقشه‌راه‌های زیادی ترسیم شده‌اند که هر یک به تبع هدف ترسیم و نیز زمینه فعالیت سازمان و حوزه تأثیرگذاری نقشه‌راه رویکردهایی متفاوت داشته اند.از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره کرد.

نقی زاده و همکاران(۱۳۹۵)، بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته و راهبردی صنعت نفت و گاز را یکی از اولویت‌های کلیدی صنعت نفت کشور در طول یک دهه اخیر معرفی می‌کند. همچنین از آنجایی‌که هزینه توسعه فناوری در بخش تجهیزات صنعت نفت بسیار زیاد است، شناسایی انواع ریسک‌های موجود در این پروژه‌ها را بسیار ضروری می‌دانند. با این وجود آنها معتقد هستند که، در فرایند تدوین نقشه‌راه فناوری این تجهیزات کمتر به مقوله عدم قطعیت و ریسک توجه شده است.آنها در تحقیق خود به ارائه چارچوبی جهت ارزیابی ریسک براساس لایه‌های مختلف نقشه‌راه فناوری می‌پردازند؛ ۲۹ ریسک مهم را در چهار لایه نقشه‌راه شامل

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

لایه‌های دانش چرایی، دانش چیستی، دانش چگونگی و توانمندسازها را شناسایی و طبقه‌بندی نمودند.

ستاد توسعه فناوری و صنایع دانش بنیان دریایی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری(۱۳۹۶)، به منظور زمان‌بندی و اولویت‌بندی فناوری‌های مورد نیاز این حوزه، با همکاری همه ارگان‌های دریایی، خبرگان و متخصصین دریایی کشور از پاییز۹۳ اقدام به ترسیم نقشه‌راه فناوری‌های دریایی کشور نمود.در این راستا ستاد با انجام مطالعات مقدماتی، برگزاری سمینارها و جلسات متعدد با خبرگان و نمایندگان سازمان‌های دریایی و متخصصین حوزه نقشه‌راه فناوری، چارچوب کلی ترسیم نقشه‌راه فناوری‌های دریایی را تدوین و به تصویب مدیران پژوهشی سازمان‌های دریایی رساند.

فرحناکیان و همکاران(۱۳۹۵)، در سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه ربات‌های صنعت برق، به شناخت انواع ربات‌های به‌کار گرفته شده در صنعت برق، توانمندی‌ها و مزایای استفاده از آنها؛ شناخت فناوری‌های به‌کار رفته در این ربات‌ها و بررسی امکان پذیری ساخت و تعیین اولویت توسعه آنها و در نهایت تدوین برنامه جهت بومی‌سازی ربات‌های انتخاب شده در قالب سند راهبردی و نقشه‌راه می‌پردازد؛ همچنین ستاد راهبردی وزارت نیرو (۱۳۹۴)، به تدوین مبانی سند توسعه فناوری، ارزیابی هوشمندی فناوری، تدوین ارکان جهت ساز، تدوین برنامه اقدامات و سیاست‌ها، تدوین نقشه‌راه و برنامه عملیاتی ودر نهایت تدوین برنامه ارزیابی و به روزرسانی سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری سیستم انتقال برق با ظرفیت بالا پرداخته است.

نقشه‌راه فناوری بخش زیست فناوری ایران نیز توسط قاضی نوری و همکاران(۱۳۹۶)، با استفاده از مدل نقشه‌راه لایه‌ای در پنج لایه و با کمک مدل ساختار صنعت در قالب پنج نیروی پورتر و از طریق جلسات هم اندیشی گروهی و مصاحبه‌های فردی با خبرگان،طراحی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

کو و همکاران[1](۲۰۱۶)، در تحقیقی که توسط موسسه کره‌ای ارایه شده است، نقشه‌راه فناوری را یکی از ابزارهای مفید در مدیریت برنامه ریزی تحقیق و توسعه و نیز شناسایی آینده پیشرفت فناوری در شرکت‌ها، سطوح مختلف سازمان‌های دولتی و سایر سازمان‌ها، معرفی می‌کند.

ویشسکی و مایسنر[2](۲۰۱۵)، در مطالعه موردی انجام شده در شرکت‌های بزرگ روسی در بخش‌های نفت و گاز، انرژی و هواپیما، رویکردی ترکیبی از پیش‌بینی و نقشه‌راه را برای مدیریت نوآوری شرکت‌ها پیشنهاد می‌دهد.

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

فضل اله تبار و همکاران(۱۳۹۶)، با شبیه‌سازی تولید نفت شیل با رویکرد پویایی‌های سیستم، تحت سناریوهای مختلف، در این تحقیق با به کار بستن رویکرد پویایی‌های سیستم و در نظر گرفتن عوامل تکنولوژیکی، اقتصادی و زمین شناسی، 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 سال۲۰۳۵ تعیین می‌کند.

کاظمی و حسین زاده(۱۳۹۵)، 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 شبیه سازی 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 هدفمندی سازی یارانه‌ها بررسی شده‌اند.

1. Yonghee Cho & etal
2. KonstantinVishnevskiy and legKarasevDirkMeissner

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

قهرمانی و همکاران(۱۳۹۴)، به منظور بررسی تابع تقاضای نفت کشور ایران با رویکرد سیستم دینامیک و اقتصادسنجی، با استفاده از داده‌های تجربی طی دوره زمانی سال ۱۳۹۱-۱۳۶۷ به وسیله نرم افزارهای Eview و vensim به مدل‌سازی می‌پردازد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که میزان مصرف فرآورده‌های نفتی با گذشت زمان افزایش یافته است، همچنین مدل برای سال‌های آینده (تا سال ۱۴۰۰) مقدار تقاضا را پیش‌بینی کرده و در شرایط متغیر میزان مصرف را تخمین زده است.

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 بین المللی 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)، یک رویکرد یکپارچه برای نقشه‌راه فناوری و پویایی سیستم برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی سناریو فراهم می‌کنند. رویکرد پیشنهادی شامل سه بخش است: ساختن سناریو، نقشه‌برداری فناوری و شبیه‌سازی پویایی سیستم‌ها. در مطالعات بسیاری نقشه‌راه مبتنی بر سناریو به عنوان یک ابزار مؤثر برای مقابله با پویایی محیط‌های تجاری مورد توجه قرار گرفته است (لی و جوم[2]، ۲۰۱۷، حسین و همکاران[3]، ۲۰۱۷).

1. YoungjungGeum etal
2. ChangyongLee
3. Hussain et al.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

٤. روش تحقیق

تحقیق حاضر از منظر هدف، کاربردی-توسعه‌ای است. متدولوژی اصلی مورد استفاده در این تحقیق، پویایی سیستم‌ها [1] است. روش پویایی سیستم‌ها در اواسط سال ۱۹۵۰ توسط پروفسور فارستر [2] از دانشگاه ام.آی.تی [3] ابداع شد. او در واقع پارادایم مشتق گیری را در نظریه کنترل به انباشت(انتگرال گیری) در پویایی سیستم‌ها تبدیل کرد، زیرا وی عقیده داشت که طبیعت به جای مشتق شدن انباشته می‌شود (کاظمی و حسین زاده، ۱۳۹۵). پویایی‌شناسی سیستم‌ها، روشی برای مطالعه و مدیریت سیستم‌های پیچیده و دارای بازخورد است. این سیستم‌ها می‌توانند در حوزه‌های مختلفی مثل کسب و کار، اقتصاد، محیط زیست، مدیریت انرژی، مسایل شهری و سایر حوزه‌های اجتماعی و انسانی وجود داشته باشند. در این رویکرد، تصویری از سیستم براساس بازخوردها و تأخیرهای موجود ایجاد می‌شود تا رفتار دینامیکی سیستم‌های پیچیده فیزیکی، زیستی و اجتماعی بهتر فهمیده شود. به بیان دیگر، مهمترین اصل اساسی که پویایی سیستم‌ها بیان می‌دارند این است که بازخوردها و تأخیرها رفتار سیستم‌ها را می‌سازند و پویایی رفتاری سیستم نتیجه ساختار حاکم بر سیستم است (بهمردی کلانتری و همکاران، ۱۳۹۶).

تحقیق و توسعه داخلی در فرایند نقشه‌راه فناوری، به عنوان سیستمی با روابط درونی و بیرونی پیچیده، دارای عناصری است که در تعامل مداوم با یکدیگر هستند. برنامه ریزان و مدیران برای تحقق هدف‌ها، در بسیاری موارد به صورت خطی با این سیستم برخورد کرده، پویایی آن را در نظر نگرفته‌اند؛ از طرفی به منظور بررسی اثرهای مثبت یا منفی برنامه‌های حاصل از نقشه‌راه فناوری، نیاز به شبیه‌سازی برنامه در محیط مجازی پیش از اجرای برنامه در سیستم حقیقی است؛ برای نیل به این هدف، در این مقاله رویکرد پویایی سیستم‌ها با توجه به قابلیت آن در

1. System Dynamics
2. Jay.W. Forrester
3. MIT

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

تجزیه‌وتحلیل تصمیمات مدیریتی و سنجش بهره‌وری این تصمیمات با توجه به اثرات بلند مدت آنها در رفتار کل متغیرهای سیستم، مورد استفاده قرار گرفته است.

۵. فرایند مدل‌سازی پویا

فرایندی که در این تحقیق برای مدل سازی 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 مسأله(انتخاب مرز سیستم)

گام دوم: فرضیه پویا

گام سوم: فرموله کردن (پیاده سازی در نرم افزار)

گام چهارم: تست مدل(شبیه‌سازی)

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

به منظور گردآوری داده‌ها، علاوه بر مرور نظری تحقیقات پیشین، از رویکرد مدل‌سازی گروهی۲، که به استخراج مدل‌های ذهنی مشارکت کنندگان در جلسات مدل‌سازی می‌پردازد؛ استفاده شده است (حاجی و منطقی، ۱۳۹۷؛ ریچاردسون و اندرسون[3]، ۱۹۹۵؛ ونیکس و همکاران[4]، ۱۹۹۲). شرکت کنندگان براساس نوع ارتباط با مسأله، دانش، زمینه تحصیلی مرتبط، برخورداری از تجارب مفید، اشتغال در حوزه‌ای که با موضوع تحقیق مرتبط است، تمایل، زمان کافی برای شرکت از ۲ نهاد، صنعت (شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت۵، ۵ نفر) و دانشگاه(۳ نفر) انتخاب شدند. مدل‌سازی در پنج جلسه سه ساعته برگزار شد. در جلسات اولیه مدل‌سازی گروهی، سیستم، مسأله، متغیرهای کلیدی، حالت‌های مرجع آنها، افق زمانی و

1. Sterman
2. Group Model Building(GMB)
3. Richardson and Andersen
4. Vennix. etal
5. Oil Industries Engineering and Construction(OIEC)

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

فرضیه‌های پویا تعریف شده است. طی جلسات بعدی نمودارهای علی-حلقوی و حالت- جریان، رسم گردید، سپس مدل به منظور تحلیل مدل و پیشنهاد سیاست‌های اجرایی جهت کاهش مسأله هزینه‌های تحقیق و توسعه، در نرم افزار ونسیم شبیه سازی و اجرا شد. از طرفی، مبنای تهیه و ترسیم انواع نمودارهای اشاره شده در سیستم‌های پویا، اطلاعات ثبت شده در شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت می‌باشد، به منظور پیاده‌سازی مدل پویای طراحی شده در این تحقیق، یکی از فناوری‌ها در زمینه ازدیاد برداشت نفت مورد استفاده قرار گرفت.

۵-۱. گام اول: تعریف دقیق مسأله (انتخاب مرز سیستم)

منظور از سیستم، فرایند تحقیق و توسعه داخلی به منظور توسعه، اجرا، نگهداری، ارتقا و انفصال فناوری جدید، می‌باشد. توسعه فناوری جدید در فرایند تحقیق و توسعه داخلی، منجر به افزایش هزینه‌ها می‌شود. هزینه‌های توسعه فناوری در صنعت نفت بسیار زیاد است و می‌بایست برای توسعه هر یک از تجهیزات کلیدی یک نقشه‌راه فناوری دقیق ترسیم نمود. با این وجود تدوین و پیاده‌سازی این نقشه‌های راه با ریسک‌های مختلفی همراه است (نقی زاده و همکاران، ۱۳۹۵). خبرگان محدودیت‌های منابع مالی را برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی به عنوان مسأله تحقیق حاضر مطرح می‌کنند.

۵-۲. گام دوم: فرضیه پویا

پس از آنکه مسأله تعریف شد و روی یک افق زمانی۱۰۴ هفته‌ای مناسب تشریح گردید (فرض بر این است که فناوری دو سال طول می‌کشد تا تکمیل شود)، فرضیه‌های پویا، توسط گروه مدل‌سازی، که به بیان علل رفتار مشکل‌ساز می‌پردازد، ایجاد گردید. فرضیه‌های تحقیق شامل ۳مورد فرضیه زیر می‌باشد که از جلسات مدل‌سازی گروهی به‌دست آمد.

فرضیه اول: فقدان آموزش مناسب باعث ایجاد هزینه‌های اضافی درفرایند تدوین نقشه‌راه فناوری می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

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

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

۵-۳. گام سوم: فرموله کردن (پیاده سازی در نرم افزار)

ـ نمودار علّی – حلقوی[1](توصیف کیفی مدل)

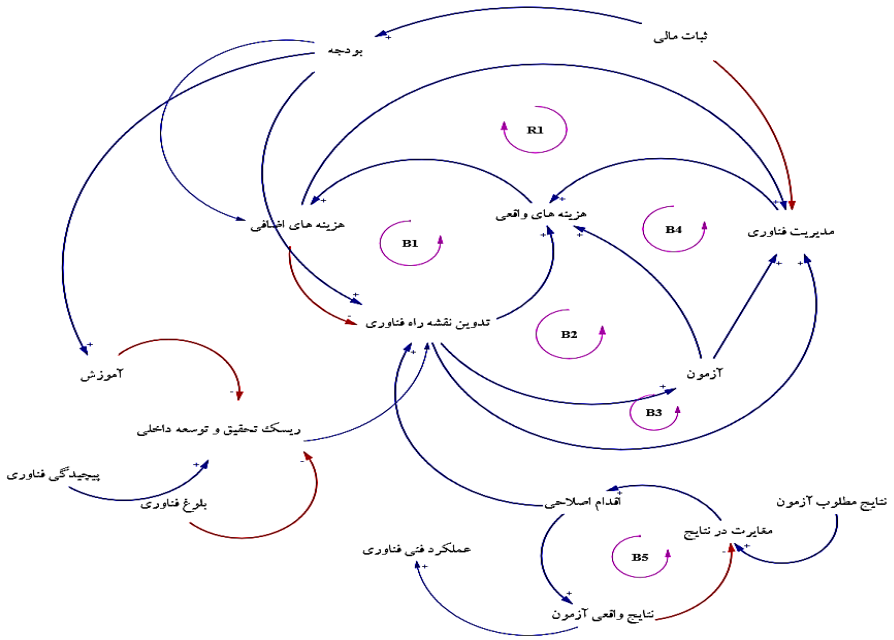
در طی جلسات اولیه مدل‌سازی، از هر شرکت کننده در فرایند مدل‌سازی گروهی خواسته شد که متغیرها و شاخص هایی را که مسأله را تحت تأثیر قرار می‌دهند، فهرست کند. بعد از ترکیب اطلاعات و دانش به‌دست آمده از گروه، توافقی به صورت لیستی از متغیرها برای سیستم ایجاد شد(پیوست یک). پس از شناسایی متغیرهای کلیدی، پیدا کردن علل این متغیرها، تعیین پیامدهای متغیرهای اصلی مسأله، شناسایی حلقه‌های بازخوردی شایع، جداسازی حلقه‌های رشد، و سپس شناسایی حلقه‌های متعادل کننده که آن را محدود می‌کند، نمودارهای علی- حلقوی تحقیق رسم گردید. ساختار بازخورد سیستم نقشه‌راه فناوری با استفاده از نمودارهای مقدماتی، به صورت کیفی ترسیم شد. آخرین ویرایش نمودار علی - حلقوی به‌دست آمده از جلسات مدل‌سازی گروهی، در شکل۱-۳ نمایش داده شده است. در ادامه برخی از مهم ترین حلقه‌های مدل تشریح شده است.

1. Causal Loop Diagram

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020



نمودار۱. نمودار علی–حلقوی مدل

حلقهR1: هزینه‌های اضافی– مدیریت فناوری

زمانی که هزینه‌های اضافی افزایش(کاهش) یابد، تلاش‌های مدیریت برای توسعه فناوری افزایش(کاهش) می‌یابد. در واقع با افزایش(کاهش) هزینه‌های اضافی تلاش‌های مدیریت مالی افزایش(کاهش)می یابد. این تلاش‌ها به صورت نفر– ساعت بیان می‌شود که با افزایش(کاهش) آن، هزینه‌های واقعی سازمان افزایش(کاهش) می‌یابد. بنابراین با افزایش(کاهش) تلاش‌های مدیریت، هزینه‌های واقعی افزایش(کاهش) می‌یابند و به دنبال آن هزینه‌های اضافی بیشتر(کمتر) می‌شود. بنابراین این حلقه به صورت یک حلقه تقویت کننده رفتار می‌کند.

حلقهB1: هزینه‌های اضافی– تدوین نقشه‌راه فناوری

زمانی که تلاش‌های تدوین نقشه‌راه فناوری افزایش(کاهش) یابد، نفر–ساعت مورد نیاز افزایش(کاهش) یافته، در نتیجه هزینه واقعی افزایش(کاهش) می‌یابد. با افزایش(کاهش)

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

هزینه‌ها، هزینه‌های اضافی افزایش(کاهش) می‌یابد. افزایش(کاهش) هزینه‌های اضافی، فعالیت‌های تدوین نقشه‌راه فناوری را کاهش(افزایش) می‌دهد. این حلقه به عنوان یک حلقه متعادل کننده رفتار می‌کند.

حلقه B2: هزینه‌های اضافی- آزمون

زمانی که تلاش برای تدوین نقشه‌راه فناوری افزایش(کاهش)می یابد، منجر به افزایش(کاهش) تلاش برای آزمون می‌شود.افزایش(کاهش) در آزمون باعث افزایش(کاهش) در نفر- ساعت می‌شود.که این خود منجر به بالا(پایین) رفتن هزینه‌های واقعی و به دنبال آن بالا (پایین) شدن هزینه‌های اضافی می‌شود.افزایش(کاهش) هزینه‌های اضافی منجر به کاهش (افزایش) فعالیت‌های تدوین نقشه‌راه فناوری می‌شود. این حلقه به عنوان یک حلقه متعادل کننده رفتار می‌کند.

حلقه B3: هزینه‌های اضافی – مدیریت فناوری - تدوین نقشه‌راه فناوری

زمانی که تلاش‌های تدوین نقشه‌راه فناوری افزایش(کاهش) می‌یابد، تلاش‌های مدیریت فناوری افزایش(کاهش) یافته، در نتیجه افزایش(کاهش) در نفر- ساعت رخ می‌دهد؛ که به دنبال آن افزایش(کاهش) در هزینه‌های واقعی را داریم؛ که سبب بالا(پایین) شدن هزینه‌های اضافی می‌شوند.افزایش(کاهش) هزینه‌های اضافی سبب کاهش(افزایش) فعالیت‌های تدوین نقشه‌راه فناوری شده و به عنوان یک مکانیسم کنترلی عمل می‌کند. این حلقه مانند یک حلقه متعادل کننده رفتار می‌کند.

حلقه B4: هزینه‌های اضافی – مدیریت فناوری - تدوین نقشه‌راه فناوری - آزمون

زمانی که تلاش برای تدوین نقشه‌راه فناوری افزایش(کاهش) می‌یابد، منجر به افزایش(کاهش) تلاش برای آزمون می‌شود که به دنبال آن افزایش(کاهش)را در فعالیت‌های مدیریت فناوری برای مدیریت کردن آزمون می‌باشد. افزایش(کاهش)در مدیریت فناوری، افزایش(کاهش) در نفر- ساعت را بدنبال دارد که باعث بالا(پایین)رفتن هزینه‌های واقعی و

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

بالا(پایین) شدن هزینه‌های اضافی می‌شود. افزایش(کاهش)در هزینه‌های اضافی، به عنوان یک مکانیسم بازخوردی کنترلی عمل می‌کند. این حلقه به عنوان یک حلقه متعادل کننده رفتار می‌کند.

حلقهB5: اقدامات اصلاح - نتایج آزمون ها- مغایرت در نتایج

افزایش(کاهش) در اقدامات اصلاحی منجر به افزایش(کاهش) درحالت واقعی سیستم می‌شود. به عبارتی دیگر منجر به نزدیکی نتایج واقعی به نتایج مطلوب می‌شود. افزایش(کاهش) در نتایج واقعی آزمون منجر به کاهش(افزایش) در مغایرت در نتایج مورد انتظار می‌شود. کاهش(افزایش) این مغایرت، نرخ توسعه را کاهش(افزایش) می‌دهد و به دنبال آن پایین(بالا) رفتن نرخ مورد نیاز برای بهبود توسعه به منظور رسیدن به اهداف مورد نظر می‌شود. این حلقه به عنوان یک حلقه متعادل کننده رفتار می‌کند.

ـ نمودار حالت- جریان[1](توصیف کمی مدل)

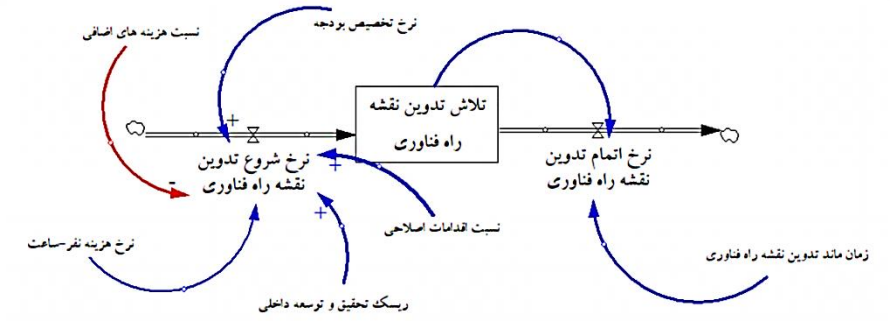
طی جلسات بعدی مدلسازی گروهی، به منظور رسم نمودارهای حالت - جریان، معادلاتی که توصیف کننده روابط بین متغیرهای مختلف بود، به‌دست آمد.(اطلاعات ثبت شده در شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت)از شرکت کنندگان خواسته شد واحدهای اندازه‌گیری متغیرهای مختلف، معادلات بین متغیرها، پارامترهای این معادلات و مقادیر اولیه متغیرهای حالت را مشخص سازند.

1. Stock-Flow Diagram

www.SID.ir

Archive of SID

ـ نمودار حالت- جریان تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری



نمودار۲. ساختار حالت- جریان تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری

متغیر حالت تلاش برای تدوین نقشه‌راه فناوری(نفر- ساعت) با متغیر نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری(نفر-ساعت/هفته) افزایش و با نرخ اتمام تدوین نقشه‌راه فناوری (نفر-ساعت/هفته) تقلیل می‌یابد. متغیر حالت تلاش برای تدوین نقشه‌راه فناوری انتگرال متغیر نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری منهای نرخ پایان تدوین نقشه‌راه فناوری می‌باشد.

تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری (t) = تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری (0) +

$$\int [\text{نرخ اتمام تدوین نقشه‌راه فناوری} - \text{نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری}]dt \qquad (۱)$$

تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری (0) = 0

متغیر نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری انباشت اولیه‌ای از متغیر نرخ تخصیص بودجه است. سه چهارم از بودجه برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی تخصیص داده می‌شود. متغیر نرخ هزینه نفر ساعت (ریال/نفر-ساعت) هزینه نیروی کار بوده و برای تبدیل واحد نرخ بودجه به واحد نرخ تدوین نقشه‌راه فناوری (نفر- ساعت) استفاده می‌شود. متغیر نسبت اقدامات اصلاحی برای تحقیق و توسعه داخلی، یک متغیر بدون بعد می‌باشد که به صورتی کسری از اقدامات

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

اصلاحی صورت گرفته به کل فعالیت‌های تحقیق و توسعه بیان می‌شود. متغیر نسبت هزینه‌های اضافی مقدار هزینه‌های اضافی را بر کل بودجه تخصیص داده شده بیان می‌کند. این متغیر با کاهش میزان متغیر نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری در دو برابر میزان هزینه‌های اضافی، اثرات فعالیت‌های تدوین نقشه‌راه فناوری را کاهش می‌دهد. افزایش(کاهش) در ریسک تحقیق و توسعه داخلی(مقیاس دهی ۱تا۱۰؛۱ ریسک خیلی کم۱۰ ریسک خیلی زیاد) منجر به افزایش(کاهش) در نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری می‌شود. (اطلاعات ثبت شده در شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت)

نسبت +1)*0.75*نرخ هزینه نفر- ساعت /نرخ تخصیص بودجه =نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری (اقدامات اصلاحی (۲)

(نسبت هزینه‌های اضافی*2-1)* (5-4*$\sqrt{1-(\text{ریسک تحقیق و توسعه})-1)^2}$*81)

متغیر جریان نرخ پایان تدوین نقشه‌راه فناوری از تقسیم متغیر حالت تلاش برای تدوین نقشه‌راه فناوری بر زمان ماند تلاش برای تدوین نقشه‌راه فناوری به‌دست می‌آید.

زمان ماند تلاش تدوین /تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری =نرخ اتمام تدوین نقشه‌راه فناوری نقشه‌راه فناوری (۳)

- 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. (نمودار۳)

هزینه‌های واقعی = (t) هزینه‌های واقعی (۴)

∫[نرخ تحقق هزینه ها]dt + (0)هزینه‌های واقعی

(0) = 0هزینه‌های واقعی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

نرخ تحقق هزینه‌ها حاصل انباشت نرخ نفر- ساعت و فعالیت‌های مدیریتی می‌باشد.نرخ نفر- هزینه(ریال/نفر-ساعت) هزینه نیروی کار است و به عنوان مبدل واحد فعالیت‌های مختلف (نفر- ساعت/هفته) به واحدهای نرخ تحقق هزینه ها(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 فرایند تدوین نقشه‌راه +نرخ پایان مدیریت فناوری (۵)
نرخ آموزش+نرخ هزینه نفر - ساعت*(نرخ پایان آزمون نمونه +فناوری

- نمودار نسبت هزینه‌های اضافی

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 دریافت شده را در هر لحظه از زمان نگه می‌دارد. (نمودار۴-۳)

بودجه تجمعی(t) = ∫[نرخ ورودی بودجه تجمعی]dt + بودجه تجمعی(0) (۶)
بودجه تجمعی(0) = 0

نرخ ورودی بودجه تجمعی برابر نرخ ورودی بودجه می‌باشد.

نرخ بودجه تجمعی = نرخ ورودی بودجه (۷)

نسبت هزینه‌های اضافی مقدار اضافی هزینه را بر کل بودجه اختصاص داده شده نشان می‌دهد، در واقع به عنوان 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. زمانی که هزینه‌های واقعی بیشتر از بودجه تجمعی باشد، هزینه‌های اضافی می‌باشد.

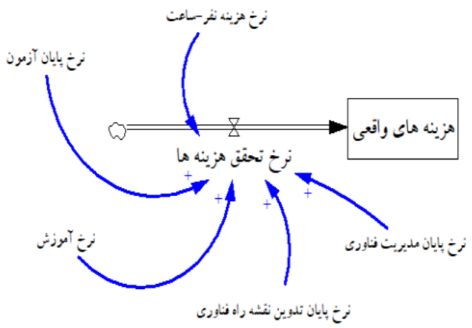
نسبت هزینه‌های اضافی(t) =MAX[(هزینه‌های واقعی- بودجه تجمعی)/بودجه تجمعی, 0] (۸)

مقدار ماکزیمم، نشان دهنده بیشترین حد تابع است.

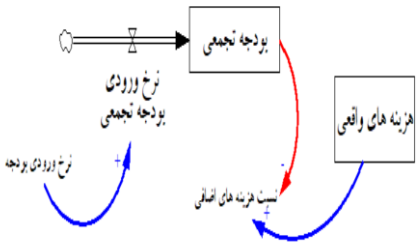
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020



نمودار۳. ساختار حالت- جریان هزینه‌های واقعی



نمودار۴. ساختار حالت- جریان هزینه‌های اضافی

۵-٤. گام چهارم: تست مدل (شبیه‌سازی)

- رفتارهای مدل

رفتار یک سیستم از ساختار آن ناشی می‌شود. این ساختار شامل حلقه‌های بازخوردی، متغیرهای حالت و جریان و غیرخطی بودن‌های ایجاد شده به وسیله تعاملات ساختار فیزیکی و سازمانی سیستم و فرایندهای تصمیم‌گیری عوامل فعال در آن است.محدوده‌های زمانی که شبیه‌سازی در طی این محدوده زمانی رخ داد و همچنین مقادیر پارامترهای مدل در پیوست ۲ ارایه شده است.

براساس مقادیر پارامترها، مدل در ونسیم شبیه‌سازی شد.شبیه‌سازی دو حالت اصلی از رفتار پویا را نشان می‌دهد. یکی از رفتارهای پویا که در این تحقیق شرح داده می‌شود، مربوط به **نوسان میرا** است که برای متغیرهای تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری و نرخ تحقق یافتن هزینه‌های واقعی مشاهده شده است. ساختار بازخوردی که این رفتار پویا را ایجاد می‌کند، در نمودار ۵-۳ نشان داده شده است.

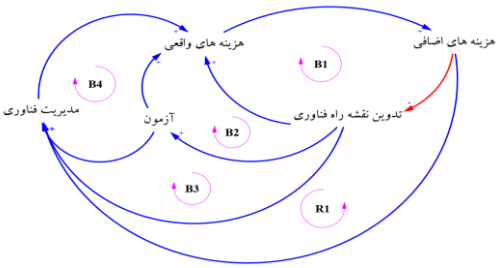
با توجه به نمودار۵-۳ زمانی که تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری بالا(پایین) می‌رود، نفر-ساعت مورد نیاز برای اجرای تلاش واقعی بالا(پایین) شده و همچنین تلاش نفر- ساعت برای فعالیت‌های مدیریت بالا(پایین) می‌رود، که باعث بالا(پایین) راندن هزینه‌های واقعی در فاز توسعه فناوری می‌شود. زمانی که هزینه‌ها افزایش(کاهش) یابد، هزینه‌های اضافی

www.SID.ir

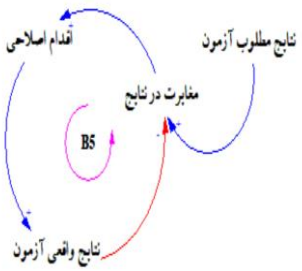
Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

افزایش(کاهش) می‌یابد. افزایش(کاهش) در هزینه‌های اضافی موجب اقدامات اصلاحی برای بازگرداندن تعادل بودجه می‌شود که باعث کاهش(افزایش) فعالیت تدوین نقشه‌راه فناوری(به عنوان مکانسیم بازخوردی کنترلی) می‌شود. اقدامات اصلاحی برای بازگرداندن تعادل بودجه همچنان ادامه دارد حتی پس از به دست آوردن تعادل به علت تأخیر زمانی در شناسایی اثرات اقدامات بر روی سیستم انجام می‌شود. بنابراین هدف از حد خارج می‌شود. اقدامات اصلاحی که مجددا انجام می‌شود منجر به پایین آوردن انحراف و در نتیجه نوسان می‌شود. در ادامه به توضیح رفتارهای نوسانی میرا پرداخته می‌شود.



نمودار۵. ساختار بازخوردی رفتار نوسان میرا مدل



نمودار۶. ساختار بازخوردی رفتار هدف جو مدل

- تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری

مقدار تلاشی که برای تدوین نقشه‌راه فناوری باید انجام شود، در طول زمان افزایش می‌یابد. اگر تلاش‌های تدوین نقشه‌راه فناوری مورد نیاز به خوبی انجام شوند، هزینه‌های مرتبط با فعالیت‌های تحقیق و توسعه تجمیع می‌یابند. هزینه‌ها، منابع مالی مورد نیاز را افزایش داده و به‌دنبال آن هزینه‌های اضافی با کاهش فعالیت‌های تدوین نقشه‌راه فناوری به کاهش هزینه‌ها کمک کرده تا محدودیت مالی باقی بماند. این کاهش در حدود هفته ۱۶ و محدود به هفته ۳۲ است. ارزش تعادلی نرخی که در آن تحقیق و توسعه انجام می‌شود۶۵۲ نفر- ساعت/هفته در شبیه‌سازی مشخص شد. نمودار۷-۳ رفتار نوسانی میرا مشاهده شده در هنگام شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. در هفته ۱۲ جهشی عمودی در متغیر نرخ شروع تدوین نقشه‌راه فناوری دیده می‌شود؛ که دلیل آن

www.SID.ir

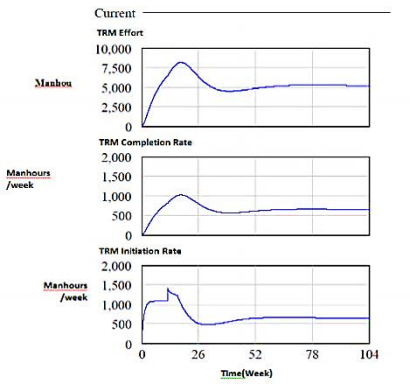
Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

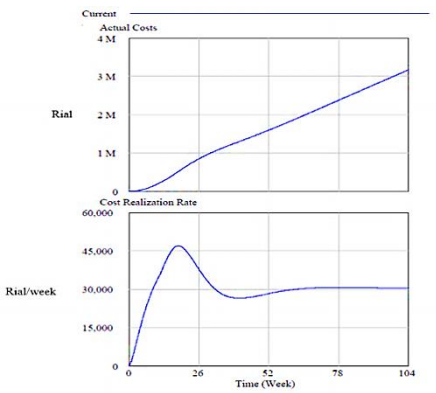
وقوع اولین فعالیت مربوط به اصلاح فناوری در طی فرایند تحقیق و توسعه و انجام آزمون تا آن زمان می‌باشد.

- هزینه‌های واقعی

نرخ هزینه‌ها در تدوین نقشه‌راه فناوری، آزمون نمونه و تلاش مدیریت، در طول زمان افزایش می‌یابد. با جهش هزینه‌ها براثر ورود بودجه، هزینه‌های اضافی با کم کردن تحقیق و توسعه و تلاش آزمون، باعث کاهش هزینه‌ها و باقی ماندن در محدودیت بودجه می‌شود. این امر منجر به کاهش نرخ محقق شدن هزینه‌ها می‌شود. این کاهش در حدود هفته ۲۰ دیده می‌شود و تا هفته ۴۰ ادامه می‌یابد. ارزش تعادلی نرخی که در آن هزینه‌ها متحمل می‌شود ۳۰.۱۰۰ ریال/هفته در شبیه‌سازی مشخص شد. نمودار۸-۳ رفتار نوسانی میرا مشاهده شده در هنگام شبیه‌سازی را نشان می‌دهد.



نمودار۷. رفتار نوسانی میرا متغیر "تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری"



نمودار۸. رفتار نوسانی میرا متغیر "هزینه‌های واقعی"

نوع دیگری از رفتار سیستم پویا که در مدل مشاهده شد، رفتار هدف جو بود که در خصوص متغیر نتایج واقعی آزمون مشاهده شد. ساختار بازخوردی که این رفتار پویا را ایجاد می‌کند در نمودار۶-۳نشان داده شده است. حلقه‌های بازخوردی مثبت سبب ایجاد رشد

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

می‌شوند، انحرافات را بزرگ می‌کنند و تغییر را تقویت می‌کنند. حلقه‌های منفی در جستجوی توازن، تعادل و سکون اند.حلقه‌های بازخوردی منفی برای رساندن وضعیت سیستم به هدف یا وضعیت مطلوب فعالیت می‌کنند. این حلقه‌ها هر گونه اختلالی را که وضعیت سیستم را از هدفش دور می‌کند خنثی می‌کنند. وضعیت سیستم با هدف مقایسه می‌شود. چنانچه اختلافی میان وضعیت مطلوب و واقعی وجود داشته باشد، اقدام اصلاحی صورت می‌گیرد تا وضعیت سیستم را به خط هدف برگرداند.

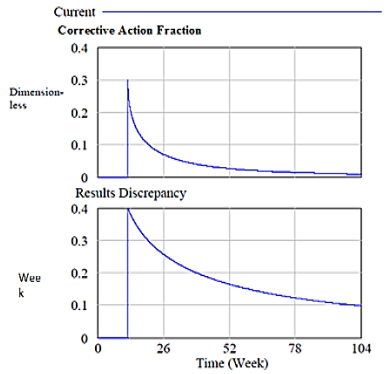
- اقدامات اصلاحی، مغایرت در نتایج و نتایج واقعی آزمون

برای فرمول بندی مدل فرض شده است که فعالیت تدوین نقشه‌راه فناوری، شصت درصد از نتایج مطلوب را به دست می‌آورد، زمانی که برای اولین بار قبل از هر فعالیت اقدام اصلاحی انجام شود. نتایج آزمون‌های اولیه یک اختلاف ۴۰ درصدی را به وجود می‌آورد که براساس آن یک تلاش اصلاحی برابر با ۳۰ درصد فعالیت تدوین نقشه‌راه فناوری آغاز می‌شود. یک تأخیر مشاهده شده مرتبط با فعالیت اصلاحی وجود دارد. این به فرمول‌بندی مدل مربوط می‌شود که درآن فرض شد که اولین فعالیت اصلاحی در هفته ۱۲، هنگامی که برخی از فعالیت‌های تدوین نقشه‌راه فناوری و آزمون نمونه صورت گرفته است. هنگامی که فعالیت اصلاحی آغاز شده است آزمایش بر روی آن انجام می‌شود، نتایج آزمون واقعی افزایش می‌یابد. بنابراین اختلاف نتایج آزمون کاهش می‌یابد، بنابراین کاهش میزان که در آن فعالیت اصلاحی بیشتر و افزایش نتایج آزمون اتفاق می‌افتد. ارقام بالا در شکل۹-۳ وشکل ۱۰-۳ نشان می‌دهد که هدف دنبال کردن رفتار مشاهده شده در اجرای شبیه‌سازی است.

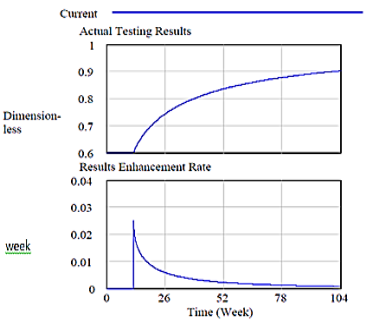
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020



نمودار۹. نسبت اقدامات اصلاحی و مغایرت در نتایج



نمودار۱۰. نرخ بهبود نتایج و نتایج واقعی آزمون

- آزمون‌های اعتبار مدل

برای کسب اطمینان از اعتبار نتایج بررسی‌ها و ارزیابی‌ها، اعتبارسنجی مدل، شرطی لازم و ضروری است. پس از ایجاد نمودار حالت – جریان و شبیه‌سازی سیستم می‌بایست با استفاده از یک یا چند روش، اعتبار مدل را مورد آزمون قرار داد. روش اعتبارسنجی در ادامه ذکر می‌شود:

- تجزیه‌وتحلیل حساسیت[1]

در این روش به بررسی این سوال می‌پردازیم که، آیا با تغییر در پارامترها، مرزها و بازه‌های زمانی، تغییرات قابل توجهی 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،

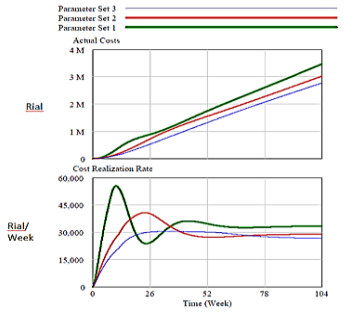
1. Sensitivity Analysis

www.SID.ir

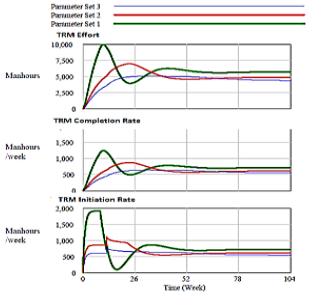
Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

بلوغ فناوری متوسط، آموزش متوسط؛ ۳. پیچیدگی فناوری خیلی پایین، بلوغ فناوری بالا، آموزش بالا. این مجموعه‌ها به صورت دو سناریوی قوی و یک سناریوی متوسط انتخاب شدند که با بررسی شرایط متفاوت از لحاظ میزان بلوغ، پیچیدگی فناوری و مقدار آموزش مورد آزمون قرار گرفتند. حاصل نتایج در نمودار۱۱-۳ و نمودار۱۲-۳ مشاهده می‌شود. 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 بسیارپایین (پیچیدگی فناوری جدید=۱)، بلوغ فناوری بالا(فناوری بالغ=۵)، آموزش بالا (درصد آموزش=۵٪).



نمودار۱۱. نتایج تست تجزیه‌وتحلیل حساسیت مدل



نمودار۱۲. نتایج تست تجزیه‌وتحلیل حساسیت مدل

نتایج شبیه‌سازی با خروجی‌های 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 نمی گیرد. این دسته از پارامترها به بالاترین هزینه‌های تجمعی و بالاترین مقدار برای نرخ‌های فرایند تدوین نقشه‌راه فناوری می‌شود.

پارامترهای مجموعه۲، نشان دهنده **سناریو متوسط** می‌باشند، جایی که بلوغ فناوری متوسط، پیچیدگی آن متوسط و سطح متوسط آموزش به کارگران، تکنسین‌ها و متخصصان

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

مربوطه در فرایند تحقیق و توسعه را دربر می‌گیرد.این دسته از پارامترها به هزینه‌های تجمعی پایین تر و مقادیر پایین تر برای نرخ‌های فرایند تدوین نقشه‌راه فناوری می‌شود.

پارامترهای مجموعه۳، نشان دهنده **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 نقشه‌راه فناوری می‌شود.

۵-۵. گام پنجم: تدوین و ارزیابی سیاست‌ها

- سیاست آموزش

فرضیه اول تحقیق بیان می‌کند که کمبود آموزش مناسب باعث به‌وجود آمدن هزینه‌های اضافی شده و افزایش هزینه‌ها را در طی فرایند تدوین نقشه‌راه فناوری به دنبال دارد. شبیه‌سازی در سه سطح از درصدهای آموزش انجام شد. اولین شبیه‌سازی با درصد۰/۵، دومین با درصد 2 و سومین با درصد۴/۵ از بودجه موجود انجام گرفت. نتایج در نمودار۱۳-۳ 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 تأیید است.

همان طور که مشاهده شد، آموزش تأثیر قابل توجهی در کاهش هزینه‌ها دارد. این امر می‌تواند به عنوان یک تغییر سیاست برای اختصاص منابع و توجه بیشتر به آموزش در پروژه‌های بزرگ تدوین نقشه‌راه فناوری باشد. اهمیت این موضوع در خصوص فناوری‌های جدید بسیار حایز اهمیت است.

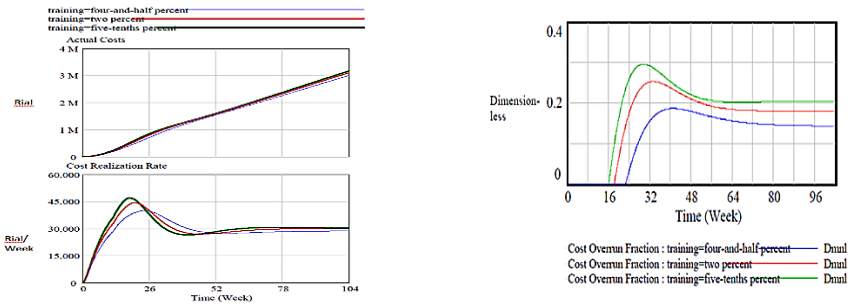
بی شک نیروی انسانی ماهر مهم ترین شاخص برای پیشرفت یک فناوری خواهد بود. نیروی ماهر تنها با آموزش‌های معمول دانشگاهی به دست نخواهد آمد و افزون بر آموزش‌های انجام شده در دانشگاه‌ها و پژوهشکده‌ها باید جهت دهی به سمت تولید نیز سرلوحه برنامه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

آموزشی قرار گرفته و به موازات آن به مسایلی چون بررسی بازدرنده‌های تولید، بازاریابی و برنامه ریزی برای آن نیز توجه داشت. آموزش در راستای خلق فناوری که معیار پیشرفت و توسعه کشورها در سده آینده است، با یک حرکت موازی در زمینه آموزش و تحقیق و تولید در درون سازمان و ایجاد شبکه همکاری برون سزمانی با جهت گیری تولیدی امکان پذیر است.ایجاد فضای اقتصادی و رفاهی مناسب برای پژوهشگران و سرمایه گذاران به طوری که استعدادهای درخشان علمی و اقتصادی به سمت این فناوری ترغیب شوند (نعیمی، ۱۳۹۴).



نمودار۱۳. نتایج شبیه‌سازی سیاست ۱ در خصوص آموزش

- سیاست 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 نمودار۱۴-۳ نمایش داده شده است).

سطح۱:پیچیدگی خیلی کم=۱، سطح۲:پیچیدگی متوسط=۳، سطح۳:پیچیدگی خیلی زیاد=۵؛ مشاهده می‌شود که با افزایش میزان پیچیدگی فناوری، هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق هزینه‌ها افزایش می‌یابد. شبیه‌سازی فرضیه بالارا تأیید می کند. نتایج افزایش هزینه‌های کل با افزایش پیچیدگی فناوری را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که وقتی که پیچیدگی فناوری از ۱تا۵ افزایش می‌یابد هزینه ۱۰٪ افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

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 تأثیر پیچیدگی فناوری بر هزینه‌ها و برآورد هزینه‌ها دیده می‌شود که یک فناوری ساده هزینه‌های کمتری را نسبت به یک فناوری پیچیده دارد. لذا می‌توان اینگونه پیشنهاد داد که دادن مشوق بیشتر به منظور 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.

- سیاست بلوغ فناوری

فرضیه سوم تحقیق بیان می‌کند که افزایش بلوغ فناوری منجر به کاهش هزینه‌های کل می‌شود. بدین منظور شبیه‌سازی در سه سطح صورت پذیرفت(نتایج در نمودار۱۵-۳ نمایش داده شده است).

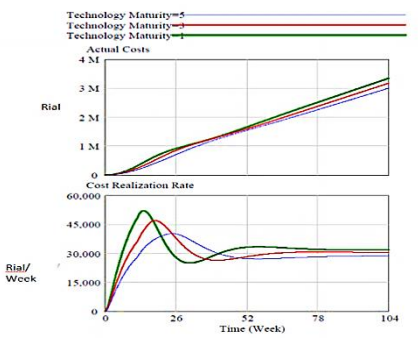
سطح اول: فناوری نابالغ=۱، سطح دوم:فناوری با بلوغ متوسط=۳، سطح سوم:فناوری خیلی بالغ=۵؛ مشاهده می‌شود که با افزایش میزان بلوغ فناوری، هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق یافتن هزینه‌ها کاهش می‌یابد. نتایج تأیید فزضیه ۳ را بدنبال دارد. کاهش ۱۲٪ در هزینه‌ها زمانی که بلوغ فناوری از ۱ (بلوغ حداقل) تا۵ (بلوغ بالا) افزایش می‌یابد، مشاهده می‌شود.

یک فناوری نابالغ سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود. مسأله مهم دیگر این است که برخی فناوری‌ها بسیار سریع منسوخ می‌شوند، بنابراین پیشنهاد می‌شود که اگر پیاده سازی فناوری به زمان دقیق انجام آن بسیار حساس نباشد، عاقلانه است که روند را به تعویق اندازیم. این به عنوان یک مزیت عمل می‌کند چرا که افزایش بلوغ فناوری باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود. از سوی دیگر نقی زاده و همکاران (۱۳۹۵)، در تحقیقی تحت عنوان، ارزیابی ریسک‌ها توسعه فناوری تجهیزات صنعت نفت و گاز، ریسک چرخه عمر فناوری و تغییر اساسی فناوری را به عنوان یکی از ریسک‌های پراهمیت در این صنعت معرفی می‌کند. لذا پیشنهاد می‌شود نیازمندی‌هایی چون

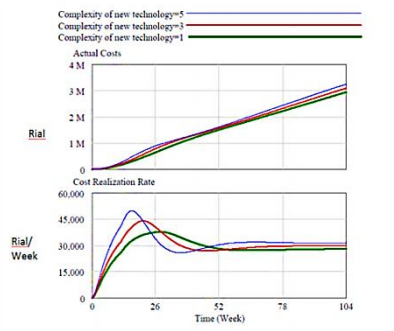
www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی سطح فناوری، رصد فناوری، رصد بازار، بازاریابی بین المللی، انتقال فناوری، ضمانت فناوری، تسهیلات، طرح تجاری، مستندسازی و... در سازمان دیده شود. این نیازمندی‌ها در چارچوب خدمات توسعه فناوری می‌تواند تعریف شوند.



نمودار۱۵. نتایج شبیه‌سازی سیاست ۳ در خصوص بلوغ فناوری



نمودار۱۴. نتایج شبیه‌سازی سیاست ۲ در خصوص پیچیدگی فناوری

٦. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مدل پویایی سیستم تدوین نقشه‌راه فناوری‌های ازدیاد برداشت نفت به وسیله پارامترهایی که توسط خبرگان در خصوص فناوری مشخص شده بود، شبیه‌سازی شد. برای فناوری‌های مختلف باید پارامترهای مختلفی تنظیم شود. جزییات نتایج به‌دست آمده از اجرای شبیه‌سازی در آخرین قسمت توضیح داد شده است. شبیه‌سازی در دوره زمانی تقریبا دوساله (۱۰۴ هفته) اجرا شد که نشان دهنده افق زمانی برای توسعه فناوری بود. شبیه‌سازی دو نوع حالت اصلی از رفتار دینامیکی را نشان داد. یکی رفتار دینامیکی نوسانی برای متغیرهای تلاش تدوین نقشه‌راه فناوری، تلاش آزمون، تلاش مدیریت فناوری و نرخ تحقق هزینه‌های واقعی و رفتار دینامیکی هدف جو، برای متغیر نتایج واقعی آزمون. ساختار بازخوردی علت این نوع رفتار دینامیکی می‌باشد. فرضیه‌های پویایی سیستم در بخش ۵-۳ مورد بحث قرار گرفتند و در نرم افزار ونسیم نسخه۶/۴ به وسیله پارامترهای مختلف شبیه‌سازی شده و در طی شبیه‌سازی تغییرات مشاهده شد.

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

اولین فرضیه این تحقیق این بود که، کمبود آموزش مناسب باعث تحمیل هزینه‌های اضافی در فرایند توسعه فناوری در فرایند تدوین نقشه‌راه فناوری می‌شود، نتایج آزمون فرضیه نشان داد که هزینه‌های واقعی، نرخ تحقق هزینه‌ها و نسبت هزینه‌های اضافی با افزایش در مقدار آموزش (که به صورتی درصدی از بودجه بیان می‌شود) کاهش می‌یابند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش در آموزش، هزینه‌های کل و هزینه‌های اضافی را کاهش می‌دهد. دومین فرضیه بیان می‌کند که افزایش در پیچیدگی فناوری جدید سبب افزایش در هزینه‌های کل می‌شود. با توجه به نتایج شبیه‌سازی فرضیه مشاهده شد زمانی که هزینه‌های واقعی و نرخ تحقق یافتن هزینه‌های افزایش یافته است زمانی است که پیچیدگی فناوری افزایش داشته است. افزایش پیچیدگی فناوری، افزایش در هزینه‌های کل را در مدل نمایش داد. 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.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.

یکی از مشکلات اصلی در مدل سازی سیستم‌های پویا وجود سطوح انتزاع در مدل می‌باشد. فرضیه‌های ساخته شده 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 نقشه‌راه فناوری در سطح بسیار بالای فعالیت، مدیریت فناوری، آزمون، هزینه‌ها و ... صورت گرفته است. لذا یکی از مسائل اصلی برای تحقیق بیشتر این‌گونه پیشنهاد می‌شود که سطح دقیق‌تری از انتزاع برای متغیرهای تدوین نقشه‌راه فناوری در نظر گرفته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

مسأله دیگر برای تحقیق در آینده، استفاده از جدول زمان‌بندی هزینه‌های اضافی است. ساختار مدل فعلی این مسأله 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 تأثیر می‌گذارند. این یک منطقه تحقیق قطعی است که باید مورد بررسی قرار گیرد.

ساختار فعلی فرمول بندی مدل، جریان سرمایه‌گذاری را در هر هفته برای فعالیت هایی که در تدوین نقشه‌راه 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 تجزیه‌وتحلیل پویایی‌های بعدی رفتار سیستم براساس آن مورد بررسی قرار گیرد.

مورد دیگر در خصوص متغیرهای تلاش است که به صورت 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.

منابع

ابراهیمی، سید نصراله و فاطمه خوش چهره (۱۳۹۴)، "استفاده، انتقال و توسعه تکنولوژی در صنایع بالادستی نفت و گاز ایران"، *فصلنامه حقوق پزشکی*، ویژه نامه حقوق مالکیت فکری، صص۱۰۲-۶۵.

بهمردی کلانتری، رستم؛ توفیق، علی‌اصغر و محمد علی شفیعا (۱۳۹۶)، "قیمت‌گذاری فناوری بیوگاز درایران با رویکردپویایی سیستم"، *فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، سال سوم، شماره۸، صص۹۹-۱۱۸.

حاجی غلام سریزدی، علی و منوچهر منطقی (۱۳۹۷)، "تست و اعتبارسنجی روش مدلسازی گروهی با مدل مرجع"، *فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی*، سال سیزدهم، شماره ۴۴، صص ۴۶-۳۰.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

حسینی، سیدحسین؛ شکوری گنجوی، حامد و عالیه کاظمی (۱۳۹۷)،" مدلی برای افزایش منافع ملی حاصل از سیستم عرضه نفت ایران در بازار جهانی(رویکرد سیستمی)"، *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، دوره۲۲؛ شماره۳، صص۱۵۸-۱۳۳.

زارعی، اکبر؛ نجیبی، سیدحسام و بیژن هنرور (۱۳۹۳)، "مقایسه اثر پارامترهای مؤثر بر فرایندSAGE در مخازن Conventionalو Fracture با توجه به نتایج شبیه سازی نرم افزارCMG در یکی از مخازن نفت سنگین ایران"، *مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن، هیدروکربوری و صنایع بالادستی*، تهران، ۲۹ خردادماه.

ستاد توسعه فناوری و صنایع دانش بنیان دریایی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری (۱۳۹۵). نقشه‌راه فناوری‌های دریایی ایران (۱۳۹۵-۱۴۰۴)، چاپ اول.صص ۸-۹.

شاه آبادی، ابوالفضل و مصطفی امیری (۱۳۹۳)،"تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی ایران"، *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، سال سوم، شماره۹، صص۹۳-۱۱۴.

فرحناکیان، محمدعلی؛ موسی خانی، مرتضی؛ طالبی، حیدرعلی؛ صمدی، مهرداد؛ جمشیدی، بهمن؛ سرپاک، مسعود؛ نریمانی، امیر و علیرضا نوروززاده (۱۳۹۵)،"سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری ربات‌های صنعت برق".

فضل اله تبار، محمد؛ شیرازی، بابک و احمد جعفری صمیمی (۱۳۹۶)، "شبیه‌سازی تولید نفت شیل با رویکرد پویایی سیستم، تحت سناریوهای مختلف"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال سیزدهم، شماره۵۵، صص۳۸-۱.

قاضی نوری، سیدسروش؛ امین لو، میترا؛ خلیل زاده، نیلوفر؛ ردانی، نیلوفر و محبعلی زاده، سمانه (۱۳۹۶)، "به کارگیری تحلیل نیروی رقابتی در تدوین نقشه‌راه فناوری (مورد مطالعه: تدوین نقشه‌راه زیست فناوری کشور)"، *نشریه بهبود مدیریت*، سال یازدهم، شماره۱،پیاپی۳۵، صص۱۱۶-۹۳.

قربانی، هادی و جمشید مقدسی (۱۳۹۵)، "ارزیابی عملکرد روش‌های ازدیاد برداشت نفت وارائه راهکار متناسب با مخازن نفتی ایران"، *مجموعه مقالات ششمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی*، ایران: تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

قهرمانی، فاطمه؛ مولایی، محمدعلی و حسین رضایی (۱۳۹۵)، "بررسی تابع تقاضای نفت کشور ایران با رویکرد سیستم دینامیک و اقتصادسنجی طی دوره۱۳۶۷ تا۱۳۹۱"، *دومین کنفرانس تحقیقات مدرن در مدیریت*، اقتصاد و حسابداری، مالزی.

کاظمی، عالیه و مهناز حسین زاده (۱۳۹۵)، "طراحی مدل تخصیص نفت و گاز به بخش‌های مختلف مصرف با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از رویکرد پویایی سیستم"، *فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، سال دوم، شماره۲، صص۱۴۱-۱۱۱.

کریمی، مجتبی (۱۳۹۲)، " نقشه‌راه فناوری حوزه بالادستی نفت و گاز در کشورهای پیشرو (مطالعه موردی: نروژ- ژاپن)"، *ماهنامه علمی- ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز*، شماره۱۰۴، صص۱۴-۹.

محبی، آزاده و امیر حیدری (۱۳۹۵)، "نگاشت نقشه‌راه فناوری اطلاعات:رویکردی برای همراستایی راهبردهای فناوری اطلاعات با راهبردهای کسب و کار"، *فصلنامه مدیریت اطلاعات*، دوره۱، شماره۱و۲، زمستان۹۴ بهار۹۵، صص۳۷-۱۶.

محمدشاهی، امبد و محمد امین مکارم (۱۳۹۶)، "نقش آکریل آمید در مخازن نفتی برای ازدیاد برداشت نفت"، *دومین همایش بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و HSE*، همدان.

مشایخی، علی نقی؛ آذر، عادل و ابوذر زنگویی نژاد (۱۳۹۳)، "ارائه مدل دینامیکی برای کاهش متوسط زمان پرداخت خسارت شرکت‌های بیمه"، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، شماره۷۱، صص ۱۱۷-۹۵.

نایبی فرد، مسعود و مهدی فیلسرایی (۱۳۹۶)، "اثر تعدیلی مخارج تحقیق و توسعه و اندازه شرکت بر رابطه بین نقدینگی و ارزش شرکت‌ها"، *فصلنامه پژوهش‌های جدید در مدیریت و حسابداری*، شماره نوزدهم، صص۱۰۹-۹۵.

نعیمی، امیر؛ نجفلو، پریسا و سید محمد جواد سبحانی (۱۳۹۴)، "نقش آموزش/ترویج و اطلاع‌رسانی در توسعه فناوری زیستی کشاورزی از دیدگاه متخصصان"، *فصلنامه پژوهش مدیریت آموزش کشاورزی*، شماره۳۳، صص ۱۱۰-۹۷.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

نقی زاده، محمد؛ ابراهیمی، بتول و سعید پاک سرشت (۱۳۹۵)، "ارزیابی ریسک‌های توسعه فناوری در لایه‌های مختلف نقشه‌راه فناوری (مورد مطالعه: مته‌های حفاری)"، *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*، دوره چهارم، شماره۲، صص۱۷۵-۱۵۱.

وزارت نیرو (۱۳۹۴)، "سند راهبردی و نقشه‌راه توسعه فناوری سیستم‌های انتقال برق با ظرفیت بالا".

Konstantin Vishnevskiy, legKarasev Dirk Meissner (2015) "Integrated Roadmaps and Corporate Foresight as Tools of Innovation Management: The Case of Russian Companies", *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 90, Part B, pp.433-443.

Hussaina M., Tapinosb E. and L. Knighta,(2017), "Scenario-driven Roadmapping for Technology Foresight", *Technological Orecasting and Social Change*, No.124, pp.160-177.

Phaal R., Kerr C., levbare I., Farrukh C., Routley M. and N. Athanassopoulou (2016). "On 'self-facilitating' Templates for Technology and Innovation Strategy Workshops". *Centre for Technology Management*, working paper series ISSN 2058-8887, No. 8.

Richardson G.P. and D.F. Andersen (1995). "Teamwork in Group Model Building". *System Dynamics Review*, 11(2), pp. 113-137.

Vennix J.A.M., Andersen D.F., G.P. Richardson and J. Rohrbaugh (1992). "Model Building for Group Decision Support: Issues and Alternatives in Knowledge Elicitation". *European Journal of Operational Research*, No. 59, pp 28-41.

Yonghee Cho, Seong-Pil Yoon, Karp-SooKimc (2016),"An Industrial Technology Roadmap for Supporting Public R&D Planning", T*echnological Forecasting and Social Chang*e, No. 107, pp 1-12.

Youngjung Geum, Sora Lee, Yongtae Park (2014),"Combining Technology Roadmap and System Dynamics Simulation to Support Scenario-planning: A Case of Car-sharing Service", *Computers & Industrial Engineering*, No.71, pp 37-49.

www.SID.ir