

تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۴

تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۲۰

ارائه مدل سیستمی اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران

علی نقی مصلح شیرازی^۱

علی محمدی^۲

مسلم علی محمدلو^۳

بهزاد صفائی*^۴

چکیده

پژوهش حاضر با رویکردی ابتکاری و تلفیق پویایی‌شناسی سیستم با نظریه زمینه‌ای به ارائه مدلی سیستمی برای اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران پرداخته و در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول از نظریه زمینه‌ای استفاده، با ۱۹ نفر از خبرگان مسلط به فرایندهای اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران مصاحبه عمیق انجام و با انجام کدگذاری‌های لازم در مجموع ۷۸۵ کد نهائی، ۱۸۴ مفهوم و ۷۱ مقوله فرعی استخراج شد. در مرحله دوم برای تدوین مدل سیستمی از پویایی‌شناسی سیستم استفاده شد. متغیرهای کلیدی مدل سیستمی از کدگذاری مرحله اول استخراج و این مدل در قالب ۱۸ حلقه تقویت‌کننده و ۴ حلقه تعادلی تدوین شد. در ادامه مدل نرخ حالت تدوین، فرمول نویسی لازم انجام و پس از اعتبارسنجی مدل از طریق آزمون رفتار مجدد و تحلیل حساسیت، سناریوها تعریف و شبیه‌سازی‌های لازم انجام شد. داده‌های مدل از طریق تجمیع نظرات خبرگان به دست آمد و مدل برای یک دوره زمانی ۵۰ ساله از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۴۰ شبیه‌سازی شد. نتایج شبیه‌سازی سناریوهای پژوهش حاکی از آن است که بهترین اولویت‌ها برای بهبود فرآیند اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران به ترتیب آموزش، ایجاد ساختار سازمانی مرتبط، برون‌سپاری و در نهایت تحقیق و توسعه است.

واژه‌های کلیدی:

مدل سیستمی، اشاعه فناوری نرم تجاری، نظریه زمینه‌ای، پویایی‌شناسی سیستم، صنعت نفت، ایران.

۱. عضو هیئت، علمی گروه مدیریت، دانشگاه شیراز.

۲. عضو هیئت، علمی گروه مدیریت، دانشگاه شیراز.

۳. عضو هیئت، علمی گروه مدیریت، دانشگاه شیراز.

۴. دانشجوی دکتری، مدیریت سیستم‌ها، گروه مدیریت، دانشگاه شیراز.

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: behzad.safaei@gmail.com

مقدمه

با عنایت به سرعت جهانی شدن و نیاز شرکت‌ها و کشورها به رقابت تنگاتنگ در عرضه بازار جهانی، فناوری‌های جدید به‌عنوان یک مزیت رقابتی جهت حضور در بازار جهانی مطرح شده‌اند (آرچیوگی^۱، ۲۰۰۳: ۸۶۵). فناوری به‌طور کلی به دو دسته نرم و سخت تقسیم می‌شود. فناوری سخت عمدتاً در قالب‌های مادی تجسم می‌یابد، درحالی‌که فناوری نرم اغلب در رفتار و روانشناسی نمایان می‌شود. فناوری نرم برحسب حوزه کاربرد به هشت حوزه اصلی شامل: فناوری تجاری، اجتماعی، فرهنگی، یادگیری از طریق تجربه، فناوری نرم زیستی، مهندسی نرم، فناوری نظامی نرم و فناوری سیاسی تقسیم‌بندی می‌شود (جین^۲، ۲۰۰۵: ۱۱۳). عمده‌ترین کارکردهای سازمان‌ها، شرکت‌های تولیدی و صنایع از قبیل صنعت نفت، شامل مدیریت تولید و عملیات، بازاریابی و فروش، مالی، حسابداری، نیروی انسانی، سیستم‌های اطلاعاتی، تحقیق و توسعه و مهندسی است (کاظمی و کسائی، ۱۳۸۰: ۴). این کارکردها نیازمند نیروهای انسانی ماهر، فناوری مناسب تولید، مهارت‌های بازاریابی و تبلیغات هستند، لذا کارکردها و عملکردهای سازمان‌های تولیدی می‌تواند در ارتباط با فناوری نرم تجاری مورد تحلیل قرار گیرد. بهره‌گیری مؤثر از همه فناوری‌ها، از جمله فناوری نرم تجاری، وابستگی زیادی به اشاعه صحیح فناوری دارد. اشاعه فناوری که راجرز^۳ (۲۰۱۰) آن را فرایندی تعریف می‌کند که طی آن یک فناوری از طریق مسیرهای مشخصی در طی زمان در میان یک نظام اجتماعی سرایت می‌کند. اشاعه فناوری گاهی در کنار خلق و بهره‌برداری، جزء اهداف اصلی نظام نوآوری (لاندول^۴، ۲۰۱۰)، گاهی به‌عنوان یکی از کارکردهای نظام نوآوری (هکرت^۵ و همکاران، ۲۰۰۷)، گاهی پس از اختراع و نوآوری، فاز سوم تغییر فناورانه (شومپیتر^۶، ۱۹۳۹؛ سوریاچ و همکاران^۷، ۲۰۰۹) و گاهی نیز به‌عنوان یکی از مراحل انتقال فناوری (رادفر و خمسه، ۱۳۹۵: ۲۹۸) قلمداد می‌شود. اشاعه فناوری چه به‌عنوان یک هدف، یک کارکرد، یک فاز تغییر فناورانه یا یک فاز انتقال فناوری موضوعی غیر قابل اجتناب است (الهی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۵). از آنجاکه صنایع با اشاعه صحیح فناوری نرم تجاری می‌توانند با صرف هزینه کمتر به عملکرد بهتری دست یابند، عملکرد صنایع مختلف می‌تواند از طریق فناوری نرم تجاری

- 1 . Archibugi
- 2 . Jin
- 3 . Rogers
- 4 . Lundvall
- 5 . Hekkert
- 6 . Schumpeter
- 7 . Suriaach et al.

و فرایند اشاعه آن مورد تحلیل قرار گیرد. یکی از صنایع ایران و جهان که در آن مسئله فناوری (سخت و نرم) و اشاعه آن همواره مورد توجه جدی مقامات عالی آن بوده است، صنعت نفت است. صنعت نفت به‌عنوان یک صنعت پیشرو در ایران، برخی از مصادیق فناوری نرم تجاری از جمله مدیریت عملکرد، ایزو و بهبود مستمر را به‌خوبی اشاعه داده است؛ اما حتی در این صنعت پیشرو نیز بخش‌های مختلف از سایر مصادیق فناوری نرم تجاری بهره‌مندی یکسانی ندارند. درحالی‌که صنعت نفت به‌عنوان یک سیستم بزرگ مقیاس برای داشتن هم‌افزایی مناسب، لازم است که توازن بهتری در این زمینه داشته باشد. لذا با توجه به حساسیت موضوع برای صنعت نفت و شرایط موصوف لازم است سازوکارهای اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت به‌عنوان یک کلیت شناسایی و مدلی تهیه شود که نمایانگر واقعیت باشد و با ایجاد بصیرت و ادراک عمیق‌تر، رهنمود مطمئنی برای عمل باشد؛ بنابراین تحقیق حاضر جنبه مسئله محور خواهد داشت.

از سوی دیگر سال‌های زیادی فناوری مترادف با فناوری سخت در نظر گرفته شده و فناوری‌های نرم مخصوصاً برای کشورهای در حال توسعه کمتر مورد توجه قرار گرفته است (بوچی و همکاران^۱، ۲۰۱۸: ۲۱۷). موضوع فناوری نرم تجاری و مسائل مبتلابه آن کمتر مورد توجه محققان بوده است (مصلح و نظری، ۱۳۹۵). هر چند مصادیق آن به‌صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفته، اما پژوهش‌های پیشین نتوانسته مجموعه فناوری‌های نرم تجاری را به‌صورت یکجا مورد بررسی قرار داده و سازوکار اشاعه آن را به‌عنوان یک کلیت استخراج نماید. لذا با توجه به خلأ پژوهشی موجود، مطالعه حاضر دارای نوآوری موضوعی نیز خواهد بود.

از طرفی پویایی‌شناسی سیستم یک روش‌شناسی مناسب برای ارزیابی اشاعه فناوری است و از آن به‌عنوان یک نقشه راه برای اشاعه فناوری یاد شده است (راجرز، ۱۹۸۳؛ استرمن^۲، ۲۰۰؛ والنت^۳، ۱۹۹۳). پویایی‌شناسی سیستم از جمله تکنیک‌های ریاضی است که بر پایه ساختار مدار کنترلی بنا شده و امکان مطالعه ساختار و رفتار سیستم‌های پیچیده اقتصادی، اجتماعی و ... را که در دنیای واقعی خطی نیستند، فراهم می‌نماید. این رویکرد با نگاهی پویا در برخورد با زمان، توجه به عدم قطعیت در پارامترها و ملاحظه روابط بین متغیرها، بررسی تأخیرهای زمانی، انجام ذخیره‌سازی‌های لازم و از همه مهم‌تر نشان دادن اثرات بازخوردی متغیرها در طول زمان و نیز به‌کارگیری معادلات دیفرانسیل، تلاش

1 . Botchie et al.

2 . Sterman

3 . Valente

می‌کند تا بر اساس متغیرهای الگو، رفتارها در سیستم مورد نظر به خوبی درک و پیش‌بینی شوند. لذا با توجه به پویا بودن و عدم قطعیت عوامل مرتبط با فرآیند اشاعه فناوری نرم تجاری و نیز ارتباطات متقابل متغیرها با یکدیگر، ضرورت بررسی فرآیند اشاعه فناوری نرم تجاری به صورت سیستمی پویا و با در نظر گرفتن روابط علی و معلولی بسیار احساس می‌شود. البته این روش‌شناسی نیز دارای محدودیت‌هایی است که با ترکیب با روش‌های کیفی این نواقص پوشش داده می‌شوند؛ بنابراین در این مطالعه از روش‌شناسی نظریه زمینه‌ای و پویایی‌شناسی سیستم استفاده می‌شود. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، برخی از مصادیق فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران اشاعه پیدا کرده‌اند و نظریه زمینه‌ای برای مواقعی مناسب تشخیص داده می‌شود که فرایند روی دادن یک امر و موجبات و آثار آن مهم است. بنابراین با استفاده از روش‌شناسی نظریه زمینه‌ای (نسخه استراوس^۱ و کوربین^۲) به تبیین عوامل علی اشاعه فناوری نرم تجاری، مقوله محوری، شرایط زمینه‌ای، راهبردها و اقدامات، عوامل مداخله‌گر و پیامدها در مدل اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران پرداخته می‌شود. همچنین از آنجایی که در برخی از موارد اشاعه متوازی در بخش‌های مختلف صورت نگرفته است و پویایی‌شناسی سیستم ابزاری متداول برای اشاعه فناوری بوده است، از این روش‌شناسی برای ارائه مدل سیستمی و بهبود وضعیت اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران استفاده خواهد شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در میان اقتصادهای صنعتی توسعه‌یافته (و حتی به‌طور فزاینده‌ای، کشورهای صنعتی در حال توسعه) افزایش قابل توجهی در سیاست‌ها، برنامه‌ها و پیشگامی‌های اشاعه فناوری به چشم می‌خورد. گسترش مؤثر فناوری در ارتباط با رقابت‌پذیری صنعتی، بهره‌وری و کارایی، توسعه اقتصادی، رشد کسب‌وکار، انعطاف‌پذیری در تجارت، کیفیت و حفظ مشاغل با دستمزد بالا و پشتیبانی از جریان‌های نوآوری است. در این میان نه تنها به سیاست‌های مشخصی که می‌تواند اشاعه فناوری را تسریع کرده و ارتباطات میان کاربران و توسعه‌دهندگان را تقویت کند توجه ویژه‌ای شده، بلکه خلق و پرورش سیستم‌های پشتیبانی و زیرساخت‌های اشاعه نیز مورد عنایت واقع شده‌اند (نوروزی و شاه‌میری، ۱۳۸۷: ۴۷). به‌طور کلی اشاعه فناوری فرایندی است که در آن یک فناوری / نوآوری از طریق کانال‌های معتبر بین اعضای یک سیستم اجتماعی در یک دوره زمانی انتقال می‌یابد (راجرز، ۲۰۰۳). موضوع اشاعه فناوری

به مفهوم عام و سخت آن در بسیاری از مقالات مورد بررسی قرار و مدل‌های زیادی برای اشاعه فناوری سخت ارائه شده است. ولی اشاعه فناوری نرم و فناوری نرم تجاری به‌عنوان یک کلیت کمتر مورد توجه محققان بوده است. فناوری نرم، فناوری فکری خلق و نوآوری با محوریت انسان و از طریق ایدئولوژی، احساس، ارزش‌ها، جهان‌بینی، رفتار فردی، رفتار سازمانی و رفتار جامعه انسانی است (جین، ۲۰۰۵: ۱۷-۲۸). فناوری نرم تجاری (فناوری نرم کسب‌وکار)، به‌عنوان یکی از حوزه‌های کاربردی فناوری نرم، فناوری بهبود اثربخشی فعالیت‌های اقتصادی و شکوفاسازی ارزش اقتصادی سایر فناوری‌ها (نرم و سخت) است (مصلح و همکاران، ۲۰۱۶: ۱۹۶). مصادیق فناوری‌های نرم تجاری در حوزه سیستم‌های تولیدی و مدیریت مدرن شامل: استقرار مدیریت کیفیت جامع، استقرار کاپزن، استقرار کانبان، استقرار مدیریت عملکرد، استقرار تولید ناب، استقرار تولید به‌موقع، استقرار سیستم بهبود مستمر، استقرار ایزو، استقرار کنترل فرآیند آماری، استقرار زنجیره تأمین، استقرار سیستم بازاریابی کارآمد، استقرار سیستم مدیریت مالی کارآمد با رویکرد استراتژیک و استقرار سایر سیستم‌های کیفیتی است (مصلح و نظری، ۱۳۹۵: ۹۷؛ بورگز و گولز^۱، ۱۹۹۸: ۱۳۱). در این مطالعه نیز منظور از فناوری نرم تجاری مصادیقی از این قبیل خواهد بود.

روند مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج کشور در خصوص اشاعه فناوری نشان‌دهنده تمرکز مطالعات در چهار دسته کلی: توسعه الگو و مدلی برای اشاعه فناوری (آملیا و همکاران^۲، ۲۰۱۴؛ دتا و همکاران^۳، ۲۰۱۷؛ لئوسین و همکاران^۴، ۲۰۱۷)، طبقه‌بندی مدل‌های اشاعه فناوری (گروسکی^۵، ۲۰۰۰؛ میلر و گانسی^۶، ۲۰۰۰؛ دایکز^۷، ۲۰۱۰)، بررسی وضعیت موجود اشاعه فناوری (کومار و همکاران^۸، ۲۰۱۱؛ هوانگ و شین^۹، ۲۰۱۴) و در نهایت عوامل مؤثر بر اشاعه فناوری (اجیاکو و آلکه^{۱۰}، ۲۰۱۱؛ لتسووارا و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۴)، قرار گرفته است. جدول شماره یک به‌طور خلاصه، برخی از تحقیقات

-
- 1 . Burgess& Gules
 - 2 . Amelia et al.
 - 3 . Dutta et al.
 - 4 . Leusin et al.
 - 5 . Geroski
 - 6 . Miller & Garnsey
 - 7 . Dykes
 - 8 . Kumar
 - 9 . Huang & Shih
 - 10 . Ojiako & Aleke
 - 11 . Lehtovaara et al.

مرتبط با اشاعه فناوری و اشاعه فناوری نرم تجاری را که از پویایی‌شناسی سیستم استفاده کرده‌اند، آورده است. پویایی‌شناسی سیستم یک روش‌شناسی است که به‌صورت ویژه برای تحلیل سیستم‌های پیچیده، بزرگ، غیرخطی و سیستم‌های کیفی اقتصادی اجتماعی به کار می‌رود (بهرامی و همکاران، ۱۳۸۶: ۵۱). این روش‌شناسی با دید کل‌نگر، مسائل دنیای واقعی را مورد مطالعه قرار می‌دهد (استرمن، ۲۰۰۰: ۱۵۴).

جدول ۱. خلاصه تحقیقات صورت گرفته در خصوص اشاعه فناوری (یافته‌های تحقیق)

ردیف	محقق (محققان)	سال	خلاصه تحقیق
۱	حیدریه و همکاران	۱۳۹۲	در این مقاله با استفاده از رویکرد مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم و ترسیم نمودارهای علی حلقوی، یک مدل پذیرش فناوری پویا ارائه کردند و در نهایت شبیه‌سازی انجام دادند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که برای افزایش پذیرش بانکداری الکترونیک، اولین قدم اطلاع‌رسانی و آگاه کردن مردم نسبت به بانکداری الکترونیک و مزایای آن و کاهش مقاومت (عادت به سیستم سنتی) است.
۲	موسوی حقیقی و تاجیک	۱۳۹۳	پژوهشی با هدف ایجاد یک مدل توسعه‌یافته و پویا از فرآیند اشاعه محصولات مبتنی بر نوآوری با استفاده از روش پویایی‌های سیستم انجام دادند. نتایج بیانگر آن هستند که عامل «خرید توصیه‌ای» نسبت به متغیر «خرید از طریق تبلیغات رسانه‌ای» تأثیر بیشتری بر تسریع فرآیند اشاعه نوآوری دارد. از این‌رو، عواملی همچون رضایت مشتریان اولیه که بر فرآیند خرید توصیه‌ای تأثیر گذارند، نقش مهمی در نرخ اشاعه نوآوری خواهند داشت.
۳	میلر و گانسی	۲۰۰۰	نوع‌شناسی اشاعه فناوری در چهار دسته کلی. دسته اول: توضیح پدیده‌های اشاعه و پذیرش را از دیدگاه ارتباطات؛ دسته دوم مدل‌ها و تئوری‌ها، پدیده اشاعه فناوری به‌عنوان نتیجه‌ای از ملاحظات اقتصادی-منطقی؛ دسته سوم: فرایند اشاعه به‌عنوان یک نتیجه از توزیع نابرابر منابع در جامعه و تنوع در هزینه‌پذیری پذیرندگان و دسته چهارم: فرایند اشاعه فناوری به‌عنوان یک نتیجه از فرصت‌های نابرابر برای پذیرش
۴	استرمن	۲۰۰۰	با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم مدل ساده‌ای را برای مدل اشاعه فناوری باس ارائه داد. در این مدل حلقه‌های تبلیغات بازاریابی و دهان‌به‌دهان و اشباع آن‌ها مدنظر و فرایند اشاعه فناوری به‌عنوان یک فرایند رشد لجستیک (منحنی اس شکل) فرموله شده است.

ردیف	محقق (محققان)	سال	خلاصه تحقیق
۵	میر و وینبریک	۲۰۰۹	یک مدل سیستم دینامیک برای بررسی زیرساخت‌های مورد نیاز سیستم‌های حمل‌ونقل هیدروژنی توسعه داده شد. چهار سناریو بر اساس انطباق این خودروها، زیرساخت‌ها، نرخ‌های توسعه و شرایط بازار خودروی هیدروژنی برای تجزیه‌وتحلیل این پدیده مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس یافته‌های این تحقیق رویکردی که به صورت هم‌زمان خرید خودروهای هیدروژنی و ایجاد زیرساخت‌های آن را تشویق می‌کند، در انطباق و پذیرش سریع این خودروها تأثیر بیشتری دارد.
۶	واندرویچ و گروبلر	۲۰۱۲	با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم مدلی برای اشاعه فناوری درون‌سازمانی ارائه کردند. بر اساس نتایج این تحقیق ارتباطات و تبلیغات دهان‌به‌دهان هم می‌تواند اثر مثبت و هم اثر منفی داشته باشد. نتایج شبیه‌سازی حاکی از آن است که گروه پذیرندگان باید به یکدیگر ارتباط داشته باشند و گروه‌های غیر پذیرندگان باید حتی‌الامکان از یکدیگر جدا باشند تا احتمال و سرعت اشاعه فناوری افزایش یابد.
۷	تسای و هونگ	۲۰۱۴	بر اساس نتایج این تحقیق که از پویایی‌شناسی سیستم بهره برده بود، مهم‌ترین عواملی که بر اشاعه فناوری محاسبات ابری تأثیرگذار هستند، شامل مواردی از قبیل: کیفیت خدمات، درجه رشد و بلوغ زیرساخت‌ها، قیمت و درجه بلوغ فناوری هستند.
۸	آملیا، کیانیسکی و نیانا	۲۰۱۴	بر اساس روش پویایی‌شناسی سیستم مدلی را برای اشاعه فناوری کشاورزی تضمین‌شده در زامبیا ارائه کردند. ساختار مدل مبتنی بر تعیین‌کننده‌های اقتصادی-اجتماعی حاصل از مطالعات پیشین اشاعه و پذیرش فناوری بود.
	پائولا، دتا و رویب	۲۰۱۴	مدلی برای اشاعه فناوری سیستم‌عامل آندروید با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم ارائه نمودند. حلقه‌های اصلی این مدل اشباع بازار، تبلیغات دهان‌به‌دهان، شبکه خارجی، رشد بازار و واکنش تأمین‌کنندگان بودند.
۹	کومار، شانکار و مومایا	۲۰۱۵	به‌زعم ایشان منحنی تولیدشده در مدل باس، همیشه فرایند اشاعه و پذیرش فناوری را به‌درستی توصیف نمی‌کند، اما معمولاً قادر به توصیف آن خواهد بود. لذا آن‌ها با تغییراتی در مدل باس، یک مدل با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم برای اشاعه فناوری ارتباطات موبایل ارائه کردند.

خلاصه تحقیق	سال	محقق (محققان)	ردیف
با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم مدلی برای اشاعه فناوری خدمات هوشمند خانگی ارائه کردند. در این مطالعه فرایند اشاعه این فناوری و عوامل تأثیرگذار بر آن شناسایی شدند. این عوامل در قالب یک مدل پویایی‌شناسی سیستم سه سرویس هوشمند خانگی را شامل می‌شوند (گرمایش، مانیتورینگ منزل و مددجویان: سالمندان و معلولان نیازمند کمک برای زندگی).	۲۰۱۶	جیووانی	۱۰
یکی از مدل‌های توسعه داده شده از مدل باس است که در آن محدودیت عرضه، جمعیت و نارضایتی پذیرندگان بالقوه را در نظر گرفته و یک مدل پویایی‌شناسی سیستم را توسعه داده‌اند.	۲۰۱۶	جایندران و سیدهارتا	۱۱
مدلی برای اشاعه فناوری هندست سیستم‌های عامل آندروید و ای او اس، بر اساس مدل‌هایی که در مقاطع مختلف به بازار عرضه می‌شوند و با اقتباس از مدل راجرز، ارائه کردند و برای ارائه این مدل از پویایی‌شناسی سیستمی استفاده کردند.	۲۰۱۷	داتا و همکاران	۱۲

همان‌گونه که ملاحظه شد اکثر تحقیقات انجام‌شده از مدل‌های مرجع اشاعه فناوری همچون باس و راجرز استفاده کرده و توسعه‌ای بر آن‌ها بوده‌اند. در صورتی که موضوع تحقیق حاضر هرچند از جنس فناوری است، اما اشاعه فناوری نرم تجاری با فناوری سخت تفاوت‌هایی دارد که صرف استفاده از مدل‌های مرجع برای این مهم پاسخگو نخواهد بود. از سوی دیگر هرچند در تحقیقات گذشته به‌طور گسترده از پویایی‌شناسی سیستم در بررسی اشاعه فناوری استفاده شده است؛ اما نگاه انزوا طلبانه نسبت به کاربرد پویایی‌شناسی سیستم به‌عنوان نسخه‌ای شفاف‌بخش برای تمامی مسائل مدیریتی، ممکن است نابخردانه و غیر عقلانی باشد. ویژگی‌ها و موضوعات زیادی در مسائل مدیریتی وجود دارد که می‌توانند نیاز به واسط قرار دادن پویایی‌شناسی سیستم با دیگر متدلوژی‌های مدل‌سازی به‌منظور انطباق قوت و محدودیت‌های انواع متدلوژی‌ها با الزامات و نیازمندی‌های مربوط به مسئله مورد مطالعه را آشکار سازند. اگر وضعیت مسئله همانند بسیاری از مسائل مدیریت ارشد بیش از حد بدون ساختار و دربرگیرنده دیدگاه‌های متعددی باشد تا زمانی که ساختار سیستم شروع به شکل‌گیری کند می‌توان به‌منظور یادگیری بیشتر، از متدلوژی سیستمی نرم بهره گرفت و پس از آن متدلوژی پویایی‌شناسی سیستم را به کار گرفت (سوشیل^۱، ۱۹۹۳: ۱۰۲-۱۰۳). یکی از این متدلوژی‌های نرم نظریه زمینه‌ای است. نظریه زمینه‌ای نوعی استراتژی کیفی برای تدوین تئوری در مورد یک پدیده

از راه مشخص کردن عناصر کلیدی آن پدیده و سپس طبقه‌بندی روابط این عناصر درون بستر و فرآیند است (کرسول، ۲۰۰۷: ۶۳). به‌زعم استرمن برای گردآوری و تحلیل داده‌های کیفی می‌توان از روش‌های مختلفی نظیر روش گلیزر و استراوس (نظریه زمینه‌ای) استفاده نمود (استرمن، ۲۰۰۰: ۲۴۵). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ترکیب این دو روش از سوی اندیشمندان تفکر سیستمی نیز پیشنهاد شده است. با استفاده از روش‌شناسی نظریه زمینه‌ای ضمن شناسایی عوامل مؤثر بر فرآیند اشاعه فناوری نرم تجاری، متغیرهای علی، شرایط مداخله‌گر و استراتژی‌های کنش/تعامل در این فرآیند مشخص و همچنین روابط بین متغیرها و تأثیرگذاری متغیرها بر یکدیگر تبیین می‌شوند که این خود به توسعه مدل مفهومی اشاعه فناوری نرم تجاری فناوری و حلقه‌های بازخورد در نمودارهای علی کمک می‌کند. بنابراین این مطالعه با نگاهی ابتکاری و نوآورانه می‌تواند در خصوص مطالعه فرآیند اشاعه فناوری نرم تجاری و ترکیب پویایی‌شناسی سیستم با نظریه زمینه‌ای مثمر ثمر باشد.

روش‌شناسی تحقیق

رویکرد حاکم بر این مطالعه، رویکرد ترکیبی است. در مرحله اول از داده‌های کیفی و در مرحله دوم از داده‌های کمی و کمی بهره‌برداری و جهت ترکیب داده‌های کیفی و کمی، استراتژی ترتیبی لحاظ شده است. همچنین با توجه به تقدم وجه کیفی بر کمی نوع استراتژی اکتشافی متوالی است. از این رو، پارادایم حاکم بر این تحقیق، پراگماتیسم است. هدف اصلی این تحقیق، کاوش ادراکی و سیستمی سازوکارهای اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران است. در همین راستا اهداف دیگر این پژوهش عبارت‌اند از:

هدف فرعی ۱: استخراج مفاهیم، مقوله‌های فرعی و اصلی مدل اشاعه فناوری نرم تجاری؛

هدف فرعی ۲: تبیین عوامل علی اشاعه فناوری نرم تجاری، مقوله محوری، شرایط زمینه‌ای، راهبردها و اقدامات، عوامل مداخله‌گر و پیامدها در مدل اشاعه فناوری نرم تجاری.

هدف فرعی ۳: ارائه مدل سیستمی اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت.

این تحقیق به دنبال آن است تا یافته‌های نظریه زمینه‌ای در مرحله اول را با پویایی‌شناسی سیستم در مرحله دوم توسعه دهد. جامعه آماری این پژوهش خبرگان مسلط به فرایندهای اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران بودند. در انتخاب این خبرگان پنج معیار (کلیدی بودن،

شناسایی شده توسط سایرین، فهم نظری موضوع، تنوع و موافقت با مشارکت) لحاظ شد. بر این اساس مشارکت کنندگان این تحقیق در بخش‌هایی نظیر مهندسی سیستم‌ها و بهره‌وری، مدیریت کیفیت، مدیریت استراتژیک، مدیریت عملکرد، مدیریت منابع انسانی و پژوهش صنعت نفت مشغول بودند. در این مطالعه با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند، مشخص شد که با چه کسی باید گفتگو کرد و با استفاده از نمونه‌گیری گلوله برفی مشخص شد که محقق برای تکمیل اطلاعات و رفع موارد مفقود شده باید به کجا رجوع کند. در این تحقیق از مصاحبه‌ی عمیق به‌عنوان اصلی‌ترین ابزار جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. در این خصوص، محقق به هدایت تمامی مصاحبه‌ها اقدام کرد. سؤالات مصاحبه بر اساس مدل پارادایمی استراوس و کوربین تدوین شده بود. مصاحبه و اخذ نظر خبرگان تا زمان دستیابی به اشباع نظری ادامه داشت. در مصاحبه با کسب اجازه از مصاحبه‌شوندگان، صدای آنان ضبط شد. در مواردی بنا به برخی ملاحظات خاص، از ضبط صدا ممانعت به عمل آمد. ۱۹ نفر از خبرگان شرکت‌های اصلی وزارت نفت در این تحقیق مشارکت کردند تا اشباع نظری حاصل شد. به بیان واضح‌تر تا جایی که امکان دستیابی به داده‌های جدید دیگر فراهم نبود، مصاحبه‌ها ادامه پیدا کردند. روایی در مرحله اول از طریق بررسی همکار، مشارکتی بودن پژوهش و کثرت‌گرایی و پایایی از طریق کنترل قابلیت اطمینان از طریق بازرسی و ممیزی طی فرآیند تحقیق حاصل شد. در مرحله دوم از پویایی‌شناسی سیستم برای توسعه مدل سیستمی و بهبود فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری استفاده شد. اعتبار سنجی این مرحله نیز از طریق آزمون رفتار مجدد، آزمون محاسبه میزان خطا و تحلیل حساسیت انجام شد.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

نتایج نظریه زمینه‌ای

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در مرحله اول از نظریه زمینه‌ای (نسخه استراوس و کوربین) استفاده شد. جهت تحلیل داده‌ها در این شیوه یعنی نظریه زمینه‌ای از سه شیوه کدگذاری استفاده می‌شود:

- ۱- کدگذاری باز (مفهوم بندی داده‌ها) ۲- کدگذاری محوری (مقوله‌بندی و ارتباط دادن بین مقولات)
- ۳- کدگذاری انتخابی (ساخت حکایت‌گونه که مقولات را به هم مرتبط می‌سازد و ارائه مدل) (کوهن و همکاران^۱، ۲۰۰۷: ۴۳۹). نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها در مرحله اول به‌قرار جدول شماره (۲) است.

جدول ۲. نتایج مستخرج از نظریه زمینه‌ای (یافته‌های تحقیق)

مقوله‌های فرعی مرتبط با مقوله کلی شرایط علی	۴. عدم وجود ساختار مناسب و مرتبط با فناوری‌های نرم تجاری در صنعت نفت
۱. نیاز صنعت	۵. مدل ذهنی سخت‌افزاری مرتبط با تولید در بدنه‌ی صنعت
۲. الزامات داخلی صنعت	۶. تب دریافت گواهی در صنعت و تبعات ناشی از آن
۳. الزامات ملی	۷. نادیده گرفتن الزامات اولیه و پشتیبان و ارتباط نامناسب با پایین‌دست
۴. الزامات بین‌المللی	۸. فردمحوری و عدم وجود رویکرد یکپارچه و برنامه محور
۵. الزامات جغرافیایی	۹. ناآشنایی کارکنان با مصادیق فناوری نرم تجاری و مقاومت در برابر برنامه‌های اشاعه
۶. محدودیت منابع و تجهیزات	مقوله‌های فرعی مرتبط با مقوله کلی فرایندها
۷. سهولت دسترسی	۱. آموزش
۸. رقابت	۲. بسترسازی
۹. الزامات اقتصاد مقاومتی	۳. الگوبرداری
۱۰. الزامات مدیریتی	۴. فرایندهای پشتیبانی و تسهیلگری
مقوله‌های فرعی مرتبط با مقوله کلی شرایط زمینه‌ای	۵. فرایندهای مرتبط با منابع انسانی
۱. بستر فرهنگی	۶. فرایندهای سیاست‌گذاری و تسهیل قوانین
۲. وضعیت سیاسی و راهبردهای رقبای منطقه‌ای	۷. برون‌سپاری
۳. مناسبات و شرایط رقابت بین‌المللی	مقوله‌های فرعی مرتبط با مقوله کلی راهبردها و اقدامات
۴. تحریم‌ها و لزوم تاب‌آوری صنعت	۱. بسترسازی

۵. تغییرات فناوری و محیط کسب و کار	۲. اقدامات و راهبردهای آموزشی
۶. ماهیت صنعت و فناوری‌های نرم تجاری مرتبط	۳. جلب رضایت و حمایت مدیریت ارشد
۷. بستر زیرساختی	۴. جلب رضایت و همراهی کارکنان
۸. بستر شبکه‌های مجازی	۵. اقدامات مرتبط با برون‌سپاری و استفاده از خدمات مشاوره
۹. بستر نوآوری	۶. اقدامات الگوبرداری
۱۰. بستر سیاسی و اقتصادی	۷. نیازسنجی و امکان‌سنجی
۱۱. بستر مدیریت داخلی صنعت	۸. اقدامات پشتیبانی
۱۲. بستر محیطی	۹. تحقیق و توسعه
۱۳. بستر زیست‌محیطی	۱۰. اقدامات فرایندی
مقوله‌های فرعی مرتبط با مقوله کلی شرایط مداخله‌گر: عاملیت تسهیل‌کننده	۱۱. تسهیم بودجه
۱. شناخت، تعهد و حمایت مدیریت ارشد صنعت از اشاعه فناوری نرم تجاری	مقوله‌های فرعی مرتبط با مقوله کلی نتایج و پیامدها
۲. وجود مدیران و سبک مدیریتی مناسب	۱. سرآمدی نیروی انسانی صنعت
۳. نیروی انسانی منطبق با کارکنان سازمان‌های یادگیرنده	۲. بهبود بهره‌وری فرایندهای صنعت
۴. وجود مکانیسم‌های مناسب در مورد مدیریت سازمان	۳. بهبود وضعیت رقابتی صنعت
مقوله‌های فرعی مرتبط با مقوله کلی شرایط مداخله‌گر: عاملیت محدودکننده	۴. بهبود وضعیت کلان کشور
۱. مدیریت نامناسب مالی	۵. بهبود وضعیت الزامات اقتصاد دانش‌بنیان
۲. مدیران غیر حرفه‌ای ناآشنا و غیر متعهد به فناوری‌های نرم تجاری	
۳. تصمیم‌های ناصواب مدیران ارشد و عدم پاسخگویی بابت تصمیمات گرفته نشده	

نتایج پویایی‌شناسی سیستم

هدف تحقیق در این بخش، شناسایی پویایی‌های موجود در فرآیند اشاعه فناوری نرم تجاری و بهبود آن در صنعت نفت ایران است. برای رسیدن به این مهم از پویایی‌شناسی سیستم استفاده شده است. افق زمانی در نظر گرفته شده برای تحقیق یک دوره ۵۰ ساله است که از سال ۱۳۹۰ شروع و در سال ۱۴۴۰ پایان می‌پذیرد. مرز جغرافیایی صنعت نفت ایران است و ارائه سیاست‌ها و پیشنهادهایی در زمینه بهبود اشاعه فناوری نرم تجاری در این تحقیق برای دوره زمانی اشاره شده، پیش‌بینی می‌شود. در این قسمت با توجه به هدف تحقیق و محدودیت‌های جمع‌آوری داده‌ها جهت فرمول نویسی، مدل بر اساس توانمند سازهای اشاعه فناوری نرم تجاری تعریف شده است.

تعریف متغیرهای کلیدی و روابط علی و معلولی پژوهش

با توجه به خروجی مرحله اول تحقیق و ملاحظات ذکر شده در خصوص تعدیل متغیرها و نیز الگوی پویایی‌شناسی سیستم، متغیرهای این الگو به تفکیک متغیرهای درون‌زا و برون‌زا به شرح جدول شماره سه می‌باشند.

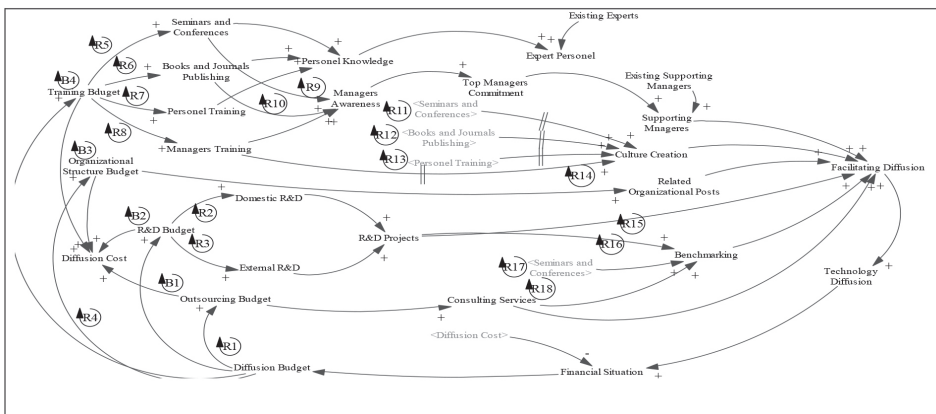
جدول ۳. متغیرهای مدل علی - معلولی (یافته‌های تحقیق)

نوع	متغیر		نوع	نوع	متغیر		نوع
	فارسی	لاتین			فارسی	لاتین	
برون‌زا	Existing Experts	خبرگان موجود	۱۹	درون‌زا	Financial Situation	موقعیت مالی	۱
درون‌زا	Top Managers Commitment	تعهد مدیران عالی	۲۰	درون‌زا	Diffusion Budget	بودجه اشاعه	۲
برون‌زا	Existing Supporting Managers	مدیران پشتیبان موجود	۲۱	درون‌زا	Outsourcing Budget	بودجه برون‌سپاری	۳
	Supporting Managers	مدیران حامی فناوری نرم	۲۲	درون‌زا	D Budget&R	بودجه تحقیق و توسعه	۴

نوع	متغیر		ردیف	نوع	متغیر		ردیف
	لاتین	فارسی			لاتین	فارسی	
درونزا	Culture Creation	فرهنگ‌سازی	۲۳	درونزا	Organizational Structure Budget	بودجه ساختار سازمانی	۵
درونزا	O - Related ganizational Posts	پست سازمانی مرتبط	۲۴	درونزا	Training Budget	بودجه آموزش	۶
برونزا	Benchmarking	الگوبرداری	۲۵	درونزا	Cost Diffusion	هزینه اشاعه	۷
درونزا	Personnel Participation	مشارکت کارکنان	۲۶	درونزا	Consulting Services	خدمات مشاور	۸
درونزا	Facilitating Diffusion	تسهیل اشاعه	۲۷	درونزا	External R&D	تحقیق و توسعه خارج از صنعت	۹
درونزا	Technology Diffusion	اشاعه فناوری	۲۸	درونزا	Domestic R&D	تحقیق و توسعه داخل صنعت	۱۰
برونزا	Share of Training	سهم بودجه آموزش	۲۹	درونزا	R&D Projects	پروژه‌های تحقیق و توسعه	۱۱
برونزا	Share of Organizational Structure	سهم بودجه ساختار	۳۰	درونزا	Managers Training	آموزش مدیران	۱۲
برونزا	D&Share of R	سهم بودجه تحقیق و توسعه	۳۱	درونزا	Personnel Training	آموزش کارکنان	۱۳
برونزا	Share of Outsourcing	سهم بودجه برون‌سپاری	۳۲	درونزا	Books and Journals Publishing	انتشار کتب و مجلات	۱۴
برونزا	Share of Personnel Training	سهم بودجه آموزش کارکنان	۳۳	درونزا	Seminars and Conferences	سمینارها و همایش‌ها	۱۵
برونزا	Share of Managers Training	سهم بودجه آموزش مدیران	۳۴	درونزا	Managers Awareness	آگاهی مدیران	۱۶

نوع	متغیر		نوع	نوع	متغیر	
	فارسی	لاتین			فارسی	لاتین
برونزا	سهم بودجه کتب و مقالات	Share of Books and Journals	۳۵	درونزا	دانش کارکنان	Personnel Knowledge
برونزا	سهم بودجه سمینارها	Share of Seminars	۳۶	درونزا	کارکنان خبره	Expert Personnel

در روش پویایی‌شناسی سیستمی ابتدا ارتباط متغیرها بر اساس روابط علت و معلولی نشان داده می‌شود. سپس برای انجام عملیات شبیه‌سازی، متغیرها در قالب متغیرهای نرخ و حالت گروه‌بندی می‌شوند. نمودار شماره یک الگوی علت و معلولی را در یک نگاه نشان داده است



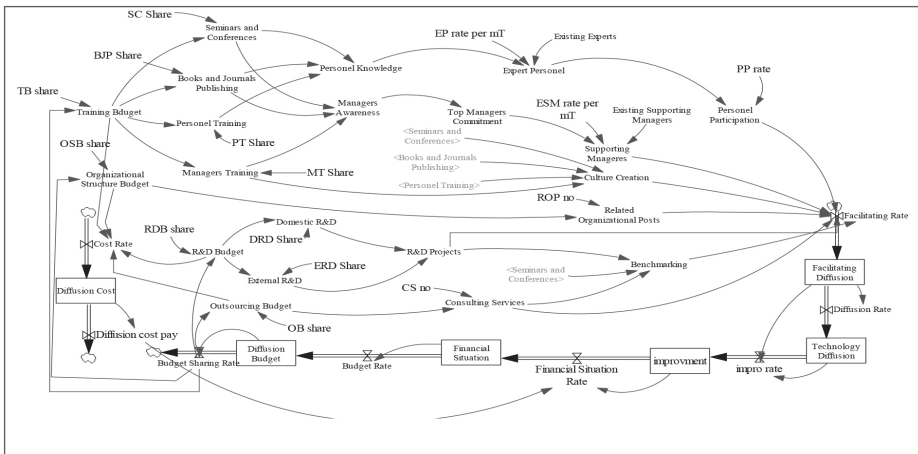
نمودار ۱. الگوی علت و معلولی پژوهش

بر اساس تحلیل مصاحبه‌های انجام‌شده در نظریه زمینه‌ای و استخراج متغیرهای لازم، مدل سیستمی بر این اساس بنا شد که: بودجه تخصیص داده شده برای اشاعه فناوری نرم تجاری چهار محل عمده دارد. آموزش (آموزش کارکنان، آموزش مدیران، انتشار کتب و مقالات و سمینارها و کنفرانس‌ها)، ساختار سازمانی مرتبط با فناوری نرم تجاری، تحقیق و توسعه (داخلی و خارجی) و برون‌سپاری. آموزش باعث افزایش شناخت و آگاهی کارکنان و مدیران شده و میزان حمایت و مشارکت آنان را افزایش داده و نقش مهمی در فرهنگ‌سازی لازم خواهد داشت. از طرفی دیگر بودجه ساختار

سازمانی با ایجاد سمت‌های لازم در ساختار نفت می‌تواند مثرم ثمر واقع شود. جمیع موارد ذکر شده در کنار پروژه‌های تحقیق و توسعه، برون‌سپاری و الگوبرداری باعث افزایش تسهیل اشاعه فناوری نرم تجاری می‌شوند. البته همه موارد ذکر شده هزینه‌هایی را در بر خواهند داشت که تخصیص بودجه آن‌ها را تعدیل خواهد کرد.

طراحی نمودار پویایی‌های سیستم و تعیین وضعیت متغیرهای نرخ و حالت

وضعیت هر متغیر در نمودار پویایی‌های سیستم (نمودار شماره دو) مشخص می‌شود. متغیرهای مورد استفاده در این الگو به سه گروه تقسیم می‌شوند: الف. متغیرهای حالت: این متغیرها نشان‌دهنده انباشت در یک دوره زمانی هستند و در طول زمان بر اساس متغیر نرخ، افزایش و یا کاهش می‌یابند؛ مانند متغیر اشاعه فناوری نرم تجاری، وضعیت مالی صنعت، ب. متغیرهای نرخ: این متغیرها تعیین‌کننده متغیرهای حالت در سیستم هستند؛ مانند متغیرهای نرخ بودجه آموزش، نرخ بودجه برون‌سپاری و ج. متغیرهای کمکی: این متغیرها حاوی متغیرهای دیگر بوده و مقدار آن‌ها مستقل از مقدار متغیرها در دوره‌های زمانی قبل است؛ مانند متغیر مشارکت کارکنان.



نمودار ۲. الگوی سیستمی جریان و حالت پژوهش

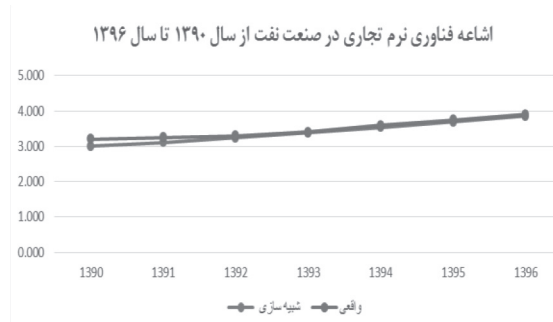
شبیه‌سازی و اعتبارسنجی الگوی پژوهش

برای اطمینان از اعتبار عملکرد الگو و روابط تعریف شده، با توجه به ارتباط بین متغیرها که در قالب

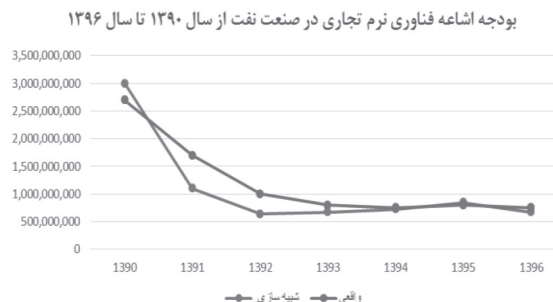
روابط ریاضی و منطقی برقرار شده، آزمون‌های متعددی توسط نرم‌افزار Vensim DSS انجام یافته که نتایج آن‌ها به شرح زیر است:

آزمون رفتار مجدد

هدف از این آزمون مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی جهت اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو است. همان‌طور که در نمودارهای شماره سه و چهار ملاحظه می‌شود، اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی متغیرهای اشاعه فناوری نرم تجاری و بودجه اشاعه فناوری نرم تجاری طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۶ حاکی از آن است که رفتار متغیرهای مورد بررسی به‌خوبی شبیه‌سازی شده است.



نمودار ۳. آزمون رفتار الگو بر اساس اشاعه تجاری فناوری نرم



نمودار ۴. آزمون رفتار الگو بر اساس بودجه اشاعه فناوری نرم تجاری

آزمون محاسبه میزان خطا

علاوه بر بازتولید رفتار الگو برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی شده، خطای متغیرهای کلیدی نیز بر اساس روش‌های زیر محاسبه شد.

الف. حداقل خطای مجذورات (RMSPE): بر اساس این شاخص هر چه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، به نتایج شبیه‌سازی بیشتر می‌توان اعتماد کرد. هر چه میزان حداقل خطای مجذورات به صفر نزدیک‌تر باشد به مفهوم خطای کمتر و نزدیک بودن به ۱۰۰ درصد نیز نشان‌دهنده خطای بالا است (استرمن، ۲۰۰۰).

ب. شناسایی ریشه‌های خطا: روش دیگر برای سنجش انحراف مقادیر شبیه‌سازی شده از داده‌های واقعی، محاسبه UT است. مقدار UT همواره بین صفر و یک خواهد بود، هر چه این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد، مقادیر شبیه‌سازی شده و واقعی انحراف کمتری از یکدیگر دارند.

ج. محاسبه ریشه‌های خطا: در این آزمون، خطای سیستماتیک (U^m)، خطای مربوط به اختلاف معیار داده‌ها (U^s) و خطای غیر سیستماتیک (U^c) محاسبه می‌شوند. در حالت ایده آل $U^c = 1$ و $U^s = U^m = 0$ خواهد شد. جدول شماره چهار نشان می‌دهد که میزان خطا در کلیه متغیرهای مورد بررسی در سطح قابل قبولی است.

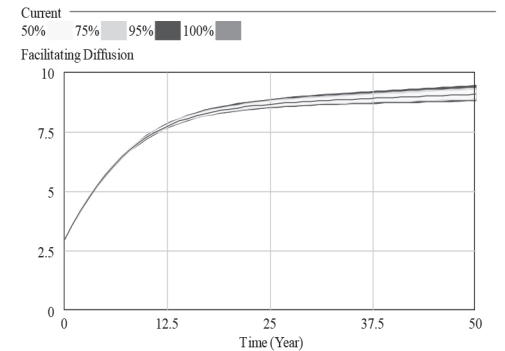
جدول ۴. نتایج آزمون‌های آماری مربوط به اعتبار سنجی الگو

نام آزمون	RMSPE	UT	U^m	U^s	U^c	$U^c + U^s + U^m$
هزینه اشاعه فناوری نرم تجاری	۰/۰۲۱۸	۰/۰۱۴۴	۰/۱	۰/۳	۰/۶	۱
اشاعه فناوری نرم تجاری	۰/۰۴۶۹	۰/۰۳۰۱	۰/۳	۰/۱	۰/۶	۱
بودجه اشاعه فناوری نرم تجاری	۰/۲۱۰۴	۰/۱۵۱۸	۰/۱	۰/۱	۰/۸	۱

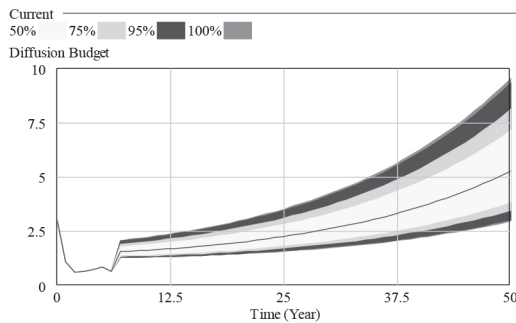
تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت یکی از بخش‌های مهم در الگوهای پویایی‌شناسی سیستم محسوب می‌شود و نشان‌دهنده میزان حساسیت متغیرهای کلیدی پژوهش، نسبت به پارامترهای پژوهش است. بنابراین پارامترهای پژوهش را به یک اندازه تغییر داده و اثر آن بر متغیرهای کلیدی بررسی می‌شود. در این بخش حساسیت متغیرهای تسهیل اشاعه فناوری نرم تجاری، بودجه اشاعه فناوری نرم تجاری،

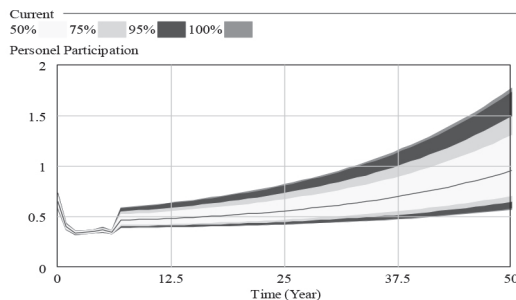
فرهنگ‌سازی و مشارکت کارکنان مورد بررسی قرار گرفت. به‌عنوان مثال سهم بودجه آموزش که در حالت پایه ۰/۵ بوده است به میزان ۰/۱ افزایش و کاهش داده شد و اثر آن بر روی متغیرهای مدنظر مورد بررسی قرار گرفته است.



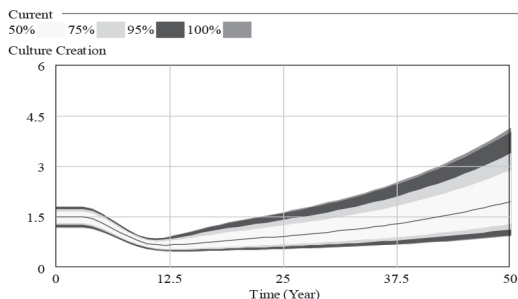
نمودار ۵. تغییرات اشاعه فناوری نرم تجاری نسبت به تغییرات بودجه آموزش



نمودار ۶. تغییرات بودجه اشاعه نسبت به تغییرات بودجه آموزش



نمودار ۷. تغییرات مشارکت کارکنان نسبت به تغییرات بودجه آموزش



نمودار ۸. تغییرات فرهنگ‌سازی نسبت به تغییرات بودجه آموزش

سیاست‌گذاری جهت بهینه‌سازی متغیرهای کلیدی الگو

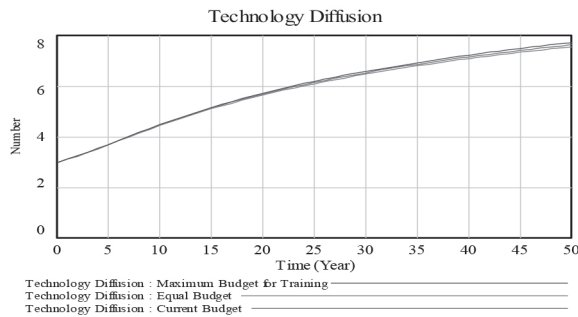
یکی از اهداف مدل‌سازی سیستم‌های پویا بررسی سیاست‌های بالقوه مختلف برای بهبود عملکرد سیستم است. بدین منظور در پژوهش حاضر پس از تأیید اعتبار مدل، از آن برای اجرای آزمایشی شبیه‌سازی استفاده و نتایج به شرح زیر ارائه می‌شود. در این مرحله سهم بودجه آموزش، ساختار، تحقیق و توسعه و برون‌سپاری در سناریوهای مختلف تغییر و نتایج بهترین سناریو که افزایش سهم بودجه آموزش بود در زیر آورده شده است. لازم به ذکر است این سناریو در نمودارهای شبیه‌سازی با وضعیت بودجه متوازن و حالت پایه مقایسه شده است؛ اما در نتیجه‌گیری نهایی میانگین متغیرهای کلیدی در سناریوهای مختلف با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در این قسمت تسهیم بودجه اشاعه فناوری نرم تجاری مطابق جدول شماره پنج تغییر داده شده است.

جدول ۵. تغییرات سناریوهای مورد مقایسه

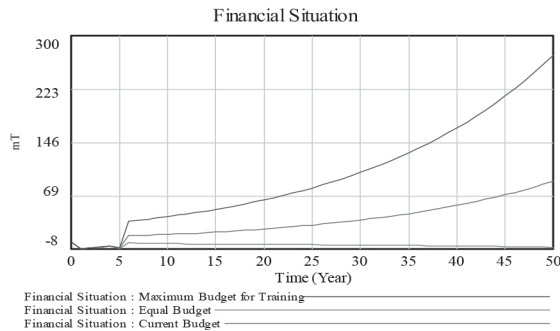
سهم برون‌سپاری	سهم تحقیق و توسعه	سهم ساختار	سهم آموزش	سناریو
۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۵	وضعیت جاری بودجه
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	تسهیم بودجه برابر
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱	۰/۶	بودجه حداکثری برای آموزش

شبیه‌سازی مدل در مورد اشاعه فناوری نرم تجاری حاکی از آن است که در حالت بودجه حداکثری

برای آموزش این فرایند بهتر از حالت جاری و حالت جاری نیز بهتر از بودجه برابر خواهد بود. نمودار شماره ۹ شبیه‌سازی این سناریوها را برای متغیر اشاعه فناوری نرم تجاری نمایش می‌دهد. شبیه‌سازی مدل در مورد وضعیت مالی صنعت منتج از اشاعه نیز حاکی از آن است که در حالت بودجه حداکثری برای آموزش این وضعیت بهتر از حالت جاری و حالت جاری نیز بهتر از بودجه برابر خواهد بود. نمودار شماره ۱۰ شبیه‌سازی این سناریوها را برای متغیر وضعیت مالی صنعت نمایش می‌دهد.



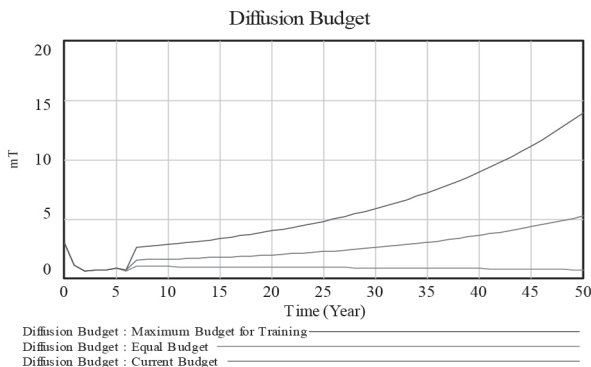
نمودار ۹. تغییرات اشاعه فناوری نرم تجاری نسبت به تغییرات بودجه آموزش



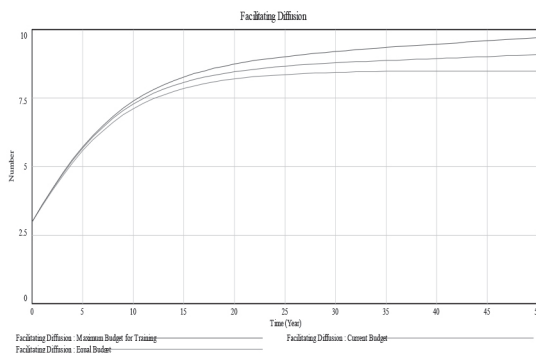
نمودار ۱۰. تغییرات وضعیت مالی صنعت نسبت به تغییرات بودجه آموزش

همان‌گونه که نمودار شماره ۱۱ نشان می‌دهد در طی روند دوره شبیه‌سازی تخصیص بودجه حداکثری به آموزش و پس از آن وضعیت جاری و در نهایت بودجه برابر، بهتر می‌توانند بودجه را برای تسهیل اشاعه جذب کنند. تخصیص بیشترین مقدار بودجه برای آموزش، فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری را بیشتر از حالت فعلی بهبود بخشیده، البته اگر تخصیص بودجه به صورت مساوی تقسیم شود،

شرایط تسهیل از وضعیت موجود بدتر نیز خواهد شد. نمودار شماره ۱۲ این موضوع را آشکار می‌سازد.

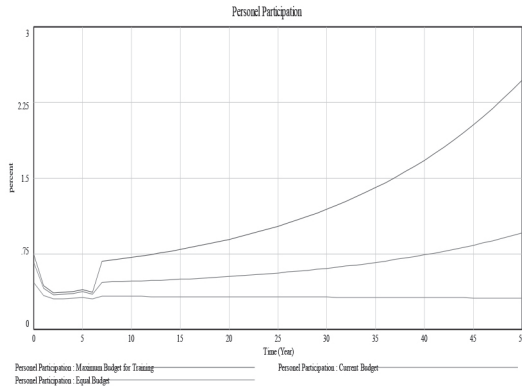


نمودار ۱۱. تغییرات بودجه اشاعه نسبت به تغییرات بودجه آموزش

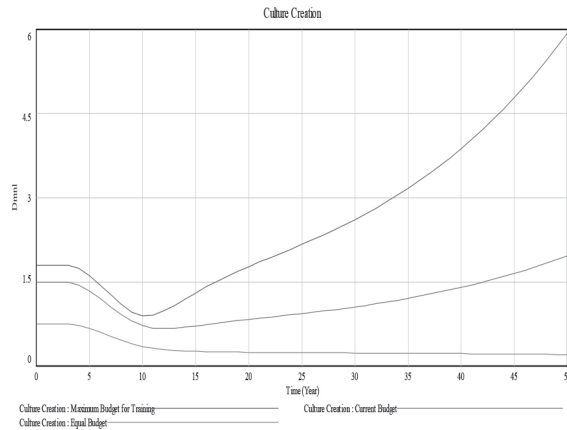


نمودار ۱۲. تغییرات تسهیل اشاعه نسبت به تغییرات بودجه آموزش

برای افزایش مشارکت کارکنان تخصیص حداکثری بودجه به آموزش گزینه مناسبی است. همچنان که نمودار شماره ۱۳ نشان می‌دهد بدترین وضعیت برای بهبود مشارکت کارکنان، تخصیص بودجه مساوی است. همین‌طور بر اساس نمودار شماره ۱۴ تخصیص حداکثری بودجه برای آموزش، شرایط را برای فرهنگ‌سازی بهتر کرده و تخصیص بودجه مساوی نیز بدترین حالت را رقم زده است.



نمودار ۱۳. تغییرات مشارکت کارکنان نسبت به تغییرات بودجه آموزش



نمودار ۱۴. تغییرات فرهنگ‌سازی نسبت به تغییرات بودجه آموزش

در ادامه سناریوهای دیگری از جمله بودجه حداکثر برای ساختار سازمانی، تحقیق و توسعه و برون‌سپاری نیز مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج این سناریوها در قیاس با سناریوهای قبلی بر اساس میانگین متغیرها در دوره شبیه‌سازی به شرح جدول شماره شش است.

جدول ۶. تغییرات سناریوهای مورد مقایسه

سناریو / متغیر	اشاعه فناوری نرم تجاری (فناوری / سال)	وضعیت مالی صنعت (میلیارد تومان / سال)	تسهیل اشاعه	مشارکت کارکنان	بودجه اشاعه (میلیارد تومان / سال)	فرهنگ‌سازی
وضعیت جاری	۵/۸۳۳۰	۳۲/۵۲۸	۷/۹۶۸	۰/۶۰۱	۱/۱۶۹	۲/۵۷۷
بودجه برابر	۵/۷۸۷	-۲/۳۷۵	۷/۶۶۱	۰/۳۲۲	۰/۳۱۸	۰/۹۲۶
بودجه حداکثری برای آموزش	۵/۸۷۶	۹۹/۱۳۵	۸/۲۹۶	۱/۱۶۸	۲/۶۲۴	۵/۷۲۹
بودجه حداکثری برای ساختار	۵/۸۳۳۴	۳۸/۴۵۲	۷/۹۸۱	۰/۶۰۰	۱/۱۳۴	۲/۸۵۷
بودجه حداکثری برای تحقیق و توسعه	۵/۸۱۰	۸/۵۸۰	۷/۷۹۶	۰/۴۳۲	۰/۷۲۳	۱/۴۴۴
بودجه حداکثری برای برون‌سپاری	۵/۸۲۷	۲۷/۱۰۱	۷/۹۲۶	۰/۵۳۷	۰/۹۸۰	۲/۳۲۱

بر اساس نتایج به دست آمده و استفاده از روش میانگین رتبه‌ها، اولویت‌بندی سناریوها به قرار جدول شماره هفت خواهد بود.

جدول ۷. رتبه‌بندی سناریوها

سناریو / متغیر	اشاعه فناوری نرم تجاری	وضعیت مالی صنعت	تسهیل اشاعه	مشارکت کارکنان	فرهنگ‌سازی	بودجه اشاعه	میانگین رتبه	رتبه
وضعیت جاری	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۲/۶۶۷	۳
بودجه برابر	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
بودجه حداکثری برای آموزش	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
بودجه حداکثری برای ساختار	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۲/۳۳	۲
بودجه حداکثری برای تحقیق و توسعه	۵	۵	۴	۵	۵	۵	۴/۸۳۳	۵
بودجه حداکثری برای برون‌سپاری	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۴/۱۶۷	۴

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شد با استفاده از تلفیق نظریه زمینه‌ای و پویایی‌شناسی سیستم فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران بررسی شود. لذا این مطالعه از منظر روش‌شناسی دارای نوآوری است. از طرفی دیگر با توجه به اینکه تاکنون موضوع اشاعه فناوری نرم تجاری به‌عنوان یک کلیت مورد بررسی قرار نگرفته بوده است، از لحاظ موضوع نیز دارای نوآوری است. همچنین این مطالعه کوشیده است تا به صورت‌بندی الگویی برای تبیین و تشریح فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران بپردازد، که از لحاظ محیط تحقیق هم دارای اهمیت است. در همین راستا با استفاده از نظریه زمینه‌ای (نسخه استراس و کوربین) فرایند اشاعه در قالب (شرایط علی: نیاز و الزامات صنعت، الزامات اقتصاد دانش‌بنیان و الزامات مدیریتی؛ مقوله محوری: فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری؛ شرایط زمینه‌ای: بسترهای فرهنگی، اقتصادی، سیاسی، فناورانه، نوآوری و زیست‌محیطی؛ شرایط مداخله‌گر: حمایت مدیرت ارشد، نیروی جوان و تحصیل‌کرده، مدل ذهنی کارکنان صنعت و سبک مدیریتی؛ راهبردها: فرهنگ‌سازی، اقدامات آموزشی، برون‌سپاری و خدمات مشاوره؛ و در نهایت نتایج و پیامدها: سرآمدی نیروی انسانی، بهبود بهره‌وری، بهبود وضعیت رقابتی صنعت و بهبود وضعیت کلان کشور) تبیین شد. در مرحله دوم با توجه به استفاده از پویایی‌شناسی سیستم متغیرهای کلیدی استخراج و در قالب این الگو مورد استفاده قرار گرفت. به‌خوبی با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستمی و با رویکردی غیرخطی نقش چگونگی تسهیم بودجه را بر متغیرهایی همچون تسهیل اشاعه، وضعیت مالی صنعت منتج از اشاعه فناوری نرم تجاری، فرهنگ‌سازی و مشارکت کارکنان را بررسی نمود و رفتارهای متغیرهای سیستم تا سال ۱۴۴۰ شبیه‌سازی شد. لازم به توضیح است، انجام آزمون رفتار مجدد و آزمون محاسبه خطا حاکی از اعتبار، صحت و درستی الگوی پژوهش است. بر اساس یافته‌های این مطالعه در بخش اول سازوکارهای اصلی در اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت چهار مورد اعم از آموزش، ساختار سازمانی صنعت (وجود سمت‌های مستقیم برای فناوری نرم تجاری)، تحقیق و توسعه و برون‌سپاری بودند؛ بنابراین در بخش سیستمی سناریوهایی برای شناسایی بهترین نحوه تسهیم بودجه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس یافته‌های این پژوهش بودجه حداکثری به آموزش و ایجاد ساختار سازمانی پویا بیشترین کمک را در بهبود فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری خواهند داشت. آموزش از چند طریق می‌تواند باعث بهبود و تسهیل فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری شود. با افزایش آموزش، شناخت کارکنان و مدیران از این موضوع و اهمیت آن برای صنعت افزایش و مشارکت کارکنان

و حمایت مدیران ارشد نیز از اشاعه فناوری نرم تجاری بیشتر خواهد شد. از طرفی دیگر آموزش از طرق مختلف از جمله آموزش مستقیم کارکنان و مدیران، برگزاری سمینارها و همایش‌ها در این زمینه و انتشار کتب و مقالات می‌تواند باعث بهبود فرهنگ سازمانی صنعت در این زمینه شده و فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری را بهبود بخشد. همچنین ذکر این نکته نیز قابل تأمل است که در صنعت نفت ایران، حداقل در شرکت‌های فرعی اشاعه فناوری‌های نرم تجاری متولی خاصی ندارد و از طرفی وظایفی که به برخی از کارکنان در قالب کارگروه‌های موردی تخصیص پیدا می‌کند جز وظایف اصلی فرد نیست و به‌عنوان وظیفه فرعی فرد تلقی می‌شود. حتی برخی از مواقع به دلیل ایجاد تداخل کاری از طرف مسئول مستقیم وی مسکوت می‌ماند. از آنجایی که ساختار مناسبی برای این امر در نظر گرفته نشده است و اکثر شرکت‌های صنعت نفت نیز به‌صورت سلسله مراتبی اداره می‌شوند محدودیت‌هایی برای اشاعه فناوری نرم تجاری پدید می‌آید؛ بنابراین توجه به این مسئله همچنان که در بخش تحلیل نتایج و یافته‌ها آمد، می‌تواند به بهبود فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری کمک بسزایی نماید.

مطالعه حاضر پیشنهادهای کاربردی متعددی را می‌تواند جهت مدیران و سایر ذینفعان صنعت نفت ایران ارائه دهد که به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود. تحقیق حاضر با معرفی شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گر تأثیرگذار بر فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری صنعت نفت، توجه مدیران ارشد و تصمیم‌سازان به عوامل شناسایی شده را جلب می‌نماید و به‌کارگیری نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌های انجام‌شده را جهت بهبود فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری پیشنهاد می‌دهد. همچنین بر اساس نتایج مصاحبه‌های انجام‌شده مدل ذهنی اکثر مدیران نفتی سخت‌افزاری است و درصد کمی از مدیران ارشد مدل ذهنی متناسب با فناوری‌های نرم دارند. از آنجائی که یکی از مهم‌ترین معیارهای لازم در صنعت نفت برای تصدی سمت‌های مدیریتی مسئله شایسته‌سالاری و ارشدیت نسبی است، پیشنهاد می‌شود مسئله آشنایی مدیران با این قسم فناوری‌ها نیز در این مهم لحاظ شود. البته صنعت نفت با دارا بودن مرکز توسعه و ارزیابی مدیران گام‌هایی را در این راستا برداشته است.

این مطالعه از اولین مطالعاتی است که فناوری نرم تجاری را به‌صورت یک کلیت نگریسته است؛ بنابراین برای تحقیقات آینده می‌توان مواردی را پیشنهاد داد. استفاده از روش‌های کیفی برای ترکیب با پویایی‌شناسی سیستم توسط بزرگان تفکر سیستمی پیشنهاد شده که در این تحقیق از نظریه زمینه‌ای استفاده شده است، لذا پیشنهاد می‌شود از سایر روش‌های کیفی نیز در تحقیقات آتی استفاده شود. مدل اشاعه فناوری نرم تجاری ارائه شده در این مطالعه در سطح صنعت نفت ایران بوده و ارائه مدلی

کلان در سطح صنعت می‌تواند موضوع خوبی برای تحقیقات آتی باشد. همچنین این مطالعه ماهیتی مستقل برای فناوری نرم تجاری قائل شده و مدلی برای اشاعه آن ارائه کرده است. لذا پیشنهاد می‌شود که برای سایر مسائل مبتلا به آن نیز اعم از برنامه‌ریزی، توسعه، انتقال و ... نیز تحقیقاتی صورت گرفته و مدل‌های مرتبط تبیین شوند.

در خاتمه باید به محدودیت‌های تحقیق اشاره نمود که در این پژوهش در مرحله اول با اتکا به چرخه‌ای قیاسی / استقرائی به تبیین توصیفی فرایند اشاعه فناوری نرم تجاری پرداخته شد؛ اما ماهیت استقرائی روش شناسی آن محدودیت‌هایی را بر تعمیم‌پذیری آماری نتایج آن وارد نموده است. همچنین در این مطالعه اکثر مشارکت‌کنندگان به دلیل محدودیت‌های دسترسی از شرکت ملی نفت ایران انتخاب شدند، این مسئله نیز می‌تواند محدودیت‌هایی را بر تعمیم‌پذیری آماری نتایج وارد نماید.

منابع

- استرمن، ج. (۲۰۰۰). *پویایی‌شناسی کسب‌وکار: تفکر سیستمی و مدل‌سازی برای جهانی پیچیده*. ترجمه کورش برارپور، مرضیه امامی، پریسا موسوی اهرنجانی، بنفشه بهزاد، لاله رضایی عدل، حسن فغانی (۱۳۹۳)، چاپ اول، سمت: تهران.
- الهی، ش. و غریبی، ج. و مجیدپور، م. و انواری رستمی، ع.ا. (۱۳۹۴). *مسیر اشاعه فناوری‌های انرژی‌های تجدید پذیر: رویکرد نظریه‌سازی بنیادی*. مدیریت نوآوری، ۴(۲)، ۵۶-۳۳.
- بهرامی، آ. و یادگارزاده، غ. و پرند، ک. (۱۳۸۶). *تعیین خط‌مشی‌ها و عوامل اثرگذار در ارزشیابی درونی گروه‌های آموزشی: رویکردی بر اساس پویایی سیستم*. پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۴۴-۴۹-۸۴.
- حیدریه، س. ع. و سید حسینی، س.م. و شهابی، ع. (۱۳۹۲). *شبیه‌سازی مدل پذیرش فناوری در ایران با رویکرد پویایی سیستم (مطالعه موردی بانکداری ایران)*. مدیریت توسعه فناوری، ۱۱(۱)، ۹۸-۶۷.
- رادفر، ر. و خمسه، ع. (۱۳۹۵). *مدیریت تکنولوژی نگرشی جامع بر تکنولوژی، نوآوری و تجاری‌سازی*. چاپ اول، تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
- سوشیل، ج. (۱۹۹۳). *پویایی‌های سیستم رویکردی کاربردی برای مسائل مدیریتی*. ترجمه ابراهیم تیموری، علیرضا نورعلی، نریمان ولی‌زاده (۱۳۹۳)، چاپ چهارم، دانشگاه علم و صنعت ایران: تهران.
- کاظمی، ع. و کسای، م. (۱۳۸۰). *مدیریت تولید و عملیات*. چاپ اول. تهران: نشر سمت.
- مصلح، ع. ن. و نظری، م. (۱۳۹۵). *طراحی مدل انتقال فناوری نرم تجاری با رویکرد برنامه‌ریزی تعاملی (مورد کوی: بنگاه‌های کوچک و متوسط شهرک صنعتی آق‌قلا)*. رساله دکتری مدیریت سیستم‌ها دانشگاه شیراز.

- مصلح، ع. ن.، و نظری، م. (۱۳۹۵). طراحی مدل انتقال فناوری نرم تجاری با رویکرد برنامه ریزی تعاملی (مورد کاوی: بنگاه‌های کوچک و متوسط شهرک صنعتی آق قلا). رساله دکتری مدیریت سیستم‌ها دانشگاه شیراز.
- موسوی حقیقی، م.، و تاجیک، م. (۱۳۹۳). شبیه‌سازی فرآیند اشاعه محصولات نوین با رویکرد پویایی‌های سیستم. مدیریت نوآوری، ۳(۳)، ۷۷-۹۹.
- نوروزی، ن.، و شاه‌میری، ف. (۱۳۸۷). بررسی برنامه‌ها و سیاست‌های انتشار فناوری در کشور ترکیه. رشد فناوری، ۴(۱۶)، ۴۷-۵۴.

- Amelia, D. F., Kopainsky, B., & Nyanga, P. H. (2014, July). Exploratory model of conservation agriculture adoption and diffusion in Zambia: a dynamic perspective. In *Proceedings of the 32nd International Conference of the System Dynamics Society, Delft, The Netherlands* (pp. 20-24).
- Amelia, D. F., Kopainsky, B., & Nyanga, P. H. (2014, July). Exploratory model of conservation agriculture adoption and diffusion in Zambia: a dynamic perspective. In *Proceedings of the 32nd International Conference of the System Dynamics Society, Delft, The Netherlands* (pp. 20-24).
- Archibugi, D., & Pietrobelli, C. (2003). The globalisation of technology and its implications for developing countries: Windows of opportunity or further burden?. *Technological Forecasting and Social Change*, 70(9), 861-883.
- Botchie, D., Sarpong, D., & Bi, J. (2018). A comparative study of appropriateness and mechanisms of hard and soft technologies transfer. *Technological Forecasting and Social Change*, 131, 214-226.
- Burgess, T. F., & Gules, H. K. (1998). Buyer-supplier relationships in firms adopting advanced manufacturing technology: an empirical analysis of the implementation of hard and soft technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 15(2), 127-152.
- Creswell, W. J. (2007). *Qualitative inquiry and research design*. London, Sage publications.
- Cohen, L.; Manion, L.; Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. New York, Routledge.
- Dutta, A., Puvvala, A., Roy, R., & Seetharaman, P. (2017). Technology diffusion: Shift happens—The case of iOS and Android handsets. *Technological Forecasting and Social Change*, 118, 28-43.
- Dykes, K., & Sterman, J. (2010). Boom and bust cycles in wind energy diffusion due to

inconsistency and short-term bias in national energy policies. *In International Conference on System Dynamics*.

- Geroski, P. A. (2000). Models of technology diffusion. *Research policy*, 29(4), 603-625.
- Giovanni, Z., Maliheh, G., Eleonora, F., & Alberto, D. M. (2016). The Smart Home Services Diffusion Process: A System Dynamics Model. In Delft, Netherlands (*The 34th International Conference of the System Dynamics Society*).
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
- Huang, H. C., & Shih, H. Y. (2014). Exploring the structure of international technology diffusion. *Foresight*, 16(3), 210-228.
- Jayendran, V., Siddhartha, P. (2016). Modeling New Product Diffusion under Uncertainty. In Delft, - Netherlands (*The 34th International Conference of the System Dynamics Society*).
- Jin, Z. (2005). Global Technological Change from Hard Technology to Soft Technology. *Intellect Books*, the UK.
- Kumar, A., Shankar, R., & Momaya, K. S. (2015). The Bass Diffusion Model does not explain diffusion. In Cambridge, MA, USA (*The 33th International Conference of the System Dynamics Society*).
- Kumar, L., Malathy, D., & Ganesh, L. S. (2011). The diffusion of ATM technology in Indian banking. *Journal of Economic Studies*, 38(4), 483-500.
- Lehtovaara, M., Karvonen, M., Kapoor, R., Sakari Kässä, T., & Pyrhönen, J. (2014). Major factors contributing to wind power diffusion. *Foresight*, 16(3), 250-269.
- Leusin, M., Maldonado, M. U., Vaz, C., & Miguel, P. C. (2017). Technological Innovation Systems: Understanding the Wind Energy Diffusion Dynamics in Brazil. *In Energy in Eurasia: Economic Perspectives on Challenges, Risks and Opportunities, 2nd IAEE Eurasian Conference, Oct 12-14, 2017*. International Association for Energy Economics.
- Lundvall, B. Å. (Ed). (2010). National systems of innovation: *Toward a theory of innovation and interactive learning* (Vol. 2). Anthem Press.
- Meyer, P. E., & Winebrake, J. J. (2009). Modeling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refueling infrastructure. *Technova-*

- tion, 29(2), 77-91.
- Miller, D., & Garnsey, E. (2000). Entrepreneurs and technology diffusion: How diffusion research can benefit from a greater understanding of entrepreneurship. *Technology in Society*, 22(4), 445-465.
 - Ojiako, U., & Aleke, B. (2011). Symbols as cultural expressions of technology diffusion. *Society and Business Review*, 6(3), 198-213.
 - Puvvalaa, A., Dutta, A., & Royb, R. (2014). Calibrating System Dynamics Models of Technology Diffusion with Structural Breaks: the Case of Android Handsets. In Delft, Netherlands (*The 32th International Conference of the System Dynamics Society*).
 - Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster.
 - Rogers, E.M. (1983). *Diffusion of Innovations*. The Free Press, New York.
 - Rogers, E. M. (2003). Elements of diffusion. *Diffusion of innovations*, 5, 1-38.
 - Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles*. (Vol. 1): Cambridge Univ Press.
 - Shirazi, A. N. M., Mohammadi, A., Abbasi, A., & Nazari, M. (2016). An Introduction on Principles of Soft Technology Philosophy and Transfer of Commercial Soft Technology from the View of Systematic Approach of Interactive Planning. *Turkish Journal of Engineering and Technology*. Vol., 3 (5), 194-201.
 - Sterman, J. D. J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world* (No. HD30. 2 S7835 2000).
 - Sterman, J.D., 2000. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill, New York.
 - Suriaach, J.; Autant-Bernard, C.; Manca, F.; Massard, N.; Moreno, R. (2009). The diffusion/adoption of innovation in the internal market: Directorate General Economic and Monetary Affairs (DG ECFIN). *European Commission*.
 - Tsai, J. M., & Hung, S. W. (2014). A novel model of technology diffusion: System dynamics perspective for cloud computing. *Journal of Engineering and Technology Management*, 33, 47-62.
 - Valente, T. W. (1993). Diffusion of innovations and policy decision-making. *Journal of Communication*, 43(1), 30-45.
 - Wunderlich, P. E., & Grobler, A. (2012). Using system dynamics to analyze innovation diffusion processes within intra-organizational networks. In St. Gallen, Switzerland. (*The 30th International Conference of the System Dynamics Society*).