

# مدل سازی رابطه بین فعالیت های تحقیق و توسعه با انباشت دانش سازمانی با استفاده از رویکرد پویایی نظام

علی محقر<sup>۱</sup>

دانشیار،

دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران

محمد میر کاظمی مود\*

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی،

دانشگاه تهران

حسین رحمانی یوشانلوئی<sup>۲</sup>

کارشناس ارشد مدیریت اجرایی،

دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۱۱ | پذیرش: ۱۳۹۰/۰۷/۰۹

فصلنامه علمی پژوهشی  
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران  
شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۸۲۲۳  
شاپا (الکترونیکی) ۲۲۵۱-۸۲۳۱  
نمایه در SCOPUS، LISA و ISC  
http://jipm.irandoc.ac.ir  
دوره ۲۸ | شماره ۱ | صص ۱۴۹-۱۷۹  
پاییز ۱۳۹۱  
نوع مقاله: پژوهشی

**چکیده:** دانش همواره به عنوان یک عامل تعیین کننده در نوآوری شناخته شده است و خلق دانش از طریق سرمایه گذاری در فعالیت های تحقیق و توسعه و تولید محصولات نوآور اتفاق می افتد. علاوه بر این، همه فعالیت های تحقیق و توسعه منجر به نوع یکسانی از نوآوری نمی شوند، بلکه سرمایه گذاری بر روی فعالیت های پژوهشی می تواند محصولاتی با نوآوری رادیکال و سرمایه گذاری در فعالیت های توسعه، نوآوری تدریجی را برای سازمان به ارمغان آورد. حفظ توازن میان این دو نوآوری در محصولات برای کسب مزیت رقابتی سازمان ها بسیار حائز اهمیت است. برای بررسی ماهیت پویا و پیچیده رابطه بین خلق دانش و فعالیت های سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه، مقاله حاضر سعی داشته است با نگاهی نظام مند به مطالعه اثر سیاست های مختلف سرمایه گذاری بر انباشت دانش سازمان پردازد. بدین منظور، رویکرد پویایی های نظام مند به عنوان رویکردی برای مطالعه نظام های پیچیده، برای مدل سازی و شبیه سازی نظام مورد بحث، استفاده شده است. همچنین، به منظور آزمون کاربردی بودن مدل ارائه شده، یک مطالعه موردی ارائه شده است. نتایج شبیه سازی نظام مورد مطالعه نشان داد سیاست های سرمایه گذاری سازمان در فرآیندهای تحقیق و توسعه باید براساس مقایسه بین وضعیت واقعی سازمان با عملکرد مطلوب اتخاذ گردد.

**کلیدواژه ها:** نوآوری رادیکال<sup>۲</sup>، نوآوری تدریجی<sup>۴</sup>، رویکرد پویایی های نظام<sup>۵</sup>، نمودار علی- معلولی، نمودار جریان

1. amohaghar@ut.ac.ir
- \*mohamad\_mirkazemi@yahoo.com
2. rahmani82@gmail.com
3. radical innovation
4. incremental innovation
5. system dynamics

## ۱. مقدمه

یکی از شاخص‌های رقابت‌پذیری سازمان، توانایی سازمان در نوآوری و توسعه محصولات جدید است. طرح توسعه محصول جدید، خود نیازمند یک راهبرد کارا برای دستیابی به عملکرد مناسب همانند زمان کمتر برای ورود به بازار، مهیا کردن بازخورد مناسب، و پاسخگویی سریع به نیازهای مشتری است (Sofianti et al. 2010). اما، برای گسترش و توسعه نوآوری در سازمان، احتیاج به کسب دانش و مهارت است و سازمان از طریق دانش به‌عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌ها، تجربیات، اطلاعات، و قابلیت‌های افراد به‌منظور حل مسائل می‌تواند برای نوآوری در محصولات و فرآیندهای جدید و یا بهبود کارایی و اثربخشی خود توانمند شود. نوآوری به‌شدت به تکامل دانش وابسته است، زیرا همه فناوری‌های مورد استفاده در فعالیت‌های زنجیره ارزش، باید با سطحی از دانش کارا همراه باشند. در واقع، تلاش‌های نوآورانه پیامد سرمایه‌گذاری در دانش و دانشگران است، بدین معنی که اگر دانش سازمانی به‌صورتی مثبت از پژوهش‌های نوآوری تأثیر می‌پذیرد، سرمایه‌گذاری در توسعه دانش جدید نیز سازمان‌ها را به‌سوی کسب و کارهای جدید و نوآوری سوق می‌دهد (Carneiro 2000) که نشان‌دهنده رابطه دوطرفه نوآوری و دانش سازمان است.

نکته قابل توجه دیگر تفاوت میان فعالیت‌های نوآوری در سازمان است که این فعالیت‌ها به یک شکل بر سطح دانش سازمان تأثیر نمی‌گذارند. تصمیم‌گیری درباره تخصیص منابع به فعالیت‌های نوآوری و تحقیق و توسعه سازمان، در واقع یک تبادل تصمیمات بین فعالیت‌های پژوهشی، اکتشافی، و ساخت محصولات با نوآوری رادیکال در برابر فعالیت‌های توسعه، تولید محصولات با نوآوری تدریجی، و فرآیندهایی برای بازگشت سرمایه و سودآوری سریع است. همچنین، این مسأله می‌تواند به‌عنوان یک رقابت بین سبدهای سرمایه‌گذاری طرح‌های نوآوری با تغییرپذیری و خطرپذیری بالا در زمان‌بندی و پرداخت، و سبدهای سرمایه‌گذاری با خطرپذیری پایین تعریف شود که به‌منظور حفظ بازار کنونی انجام شده و به‌دنبال بهبود فناوری‌ها و محصولات اصلی و موجود است (March 1991).

بدین منظور، مقاله حاضر به‌دنبال بررسی سیاست‌های مختلف سازمان در تخصیص منابع و سرمایه‌گذاری در انواع نوآوری‌ها و اثر آنها بر سطح دانش سازمان است. با توجه به انتخاب رویکرد نظام‌مند به‌منظور تحلیل تصمیمات سرمایه‌گذاری سازمان و با توجه به ماهیت پویا و پیچیده نظام مورد نظر، رویکرد پویایی‌های نظام‌مند مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از این رویکرد می‌تواند یک دیدگاه اولیه درباره پیامدهای پویای اقدامات در مدیریت نوآوری را

فراهم کند و این اجازه را می‌دهد که راهبردهای مختلف سرمایه‌گذاری نوآوری مورد آزمون قرار بگیرد. در ادامه، مقاله پس از مروری بر مطالعات گذشته، با استفاده از ابزارهای رویکرد پویایی‌های نظام‌مند همچون نمودار علی-معلولی و نمودار جریان، به تبیین و تحلیل رفتار نظام مورد بحث می‌پردازد و سپس براساس اطلاعات یک مورد مطالعاتی، سیاست‌های مختلف مورد آزمون قرار می‌گیرند و سناریوهای مختلف شبیه‌سازی می‌شوند.

## ۲. مروری بر ادبیات و پژوهش‌های گذشته

### ۲-۱. نوآوری

نوآوری سازمانی به خلق یا اتخاذ یک ایده یا رفتار جدید برای سازمان اطلاق می‌شود (Damanpour 1996). نوآوری بخشی از نظامی است که آن را تولید می‌کند و می‌تواند به‌عنوان یک فرآیند یادگیری و خلق دانش درک شود. این نظام، در واقع همان سازمان است و توانایی آن برای نوآوری یک پیش‌شرط حیاتی برای کاربرد موفقیت‌آمیز منابع ابتکاری و فناوری‌های جدید است (Lam 2004). تقسیم‌بندی‌های مختلفی از انواع نوآوری در ادبیات موجود است. اجتماعی، سازمانی، اداری یا فنی، تدریجی (توسعه‌ای) یا بنیادی، و محصولی یا فرآیندی از جمله این تقسیم‌بندی‌هاست. در همین راستا، لوینتال و مارچ به دو نوع نوآوری اشاره می‌کنند. آنها از نوآوری رادیکال و نوآوری تدریجی به‌عنوان دو نوع اصلی از نوآوری که سازمان می‌تواند در محصولات و فرآیندهای خود اعمال کند، نام می‌برند. همچنین آنها اشاره می‌کنند که حفظ توازن بین این دو نوع از نوآوری بسیار مهم است و سازمان باید در هر دو مورد به‌صورت متعادل و با توجه به شرایط سرمایه‌گذاری کند (Levinthal and March 1993). میلر نیز نوآوری‌های رادیکال و تدریجی را دو نوع از نوآوری می‌داند که در دو سر یک طیف قرار دارند (Miller 2010). به نوآوری رادیکال و تدریجی در ادبیات نوآوری بارها اشاره شده، ولی از اسامی و واژه‌های متفاوتی استفاده شده است. نوآوری رادیکال را می‌توان به‌طور تقریبی مترادف با نوآوری اکتشافی (March 1991) یا نوآوری خلاقانه (Baker and Sinkula 2007) دانست و نوآوری تدریجی مترادف با نوآوری استخراجی (March 1991) و یا نوآوری تطبیقی (Baker and Sinkula 2007) است. نوآوری رادیکال، نوآوری‌ای است که طی آن محصول و یا فرآیندی تولید می‌شود که شبیه به آن وجود نداشته است. اما نوآوری تدریجی نوآوری است که طی آن یک محصول و یا فرآیند بهبودیافته تولید می‌گردد، بدین معنی که بهبود برای مثال در کیفیت نسبت به نمونه‌های قبلی اتفاق می‌افتد و یا کاهشی در هزینه یا زمان تولید بر اثر

نوآوری ایجاد می‌گردد. اما نوآوری رادیکال با خطر<sup>۱</sup> بالایی همراه است، بدین معنی که وقتی محصولی برای اولین بار وارد بازار می‌شود، به دلیل عدم برخورد مشتری با مشابه آن در گذشته، امکان شکست و پذیرفته نشدن آن از سوی مشتریان وجود دارد (Miller 2010).

## ۲-۲. انباشت دانش سازمانی

بسیاری از نظریه‌های یادگیری سازمانی بر اهمیت دانش جمعی به عنوان یک منبع قابلیت سازمانی تأکید می‌کنند. دانش جمعی یک دانش انباشته شده از سازمان است که در قوانین، رویه‌ها، کارهای روزمره، و هنجارهای مشترکی که برای فعالیت‌ها و الگوهای حل مشکل مورد استفاده قرار می‌گیرد، ذخیره شده است. این دانش جمعی را حافظه سازمانی نیز می‌نامند (Walsh and Ungson 1991). لویتال و مارچ نیز از این دانش جمعی تحت عنوان موجودی دانش یاد می‌کنند (Levinthal and March 1993). در پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه فرآیندهای خلق و انتقال دانش و نوآوری در سازمان، برخی از مطالعات با تأکید بر دانش به عنوان یک منبع حیاتی سازمان، از دانش موجود در سازمان با عنوان انباشت دانش<sup>۲</sup>، حافظه سازمانی<sup>۳</sup> و یا موجودی دانش<sup>۴</sup> نام می‌برند که این دانش می‌تواند منبعی در اختیار سازمان در راستای نوآوری و توسعه محصولات جدید باشد (Levinthal and March 1993).

گارسیا، کالانتون، و لوین انباشت دانش را دانش موجود در فرآیندها و محصولات می‌دانند (Garcia, Calantone, and Levine 2003). این دانش می‌تواند انباشتی از دانش ذخیره شده به صورت داده‌های سخت باشد و یا دانشی باشد که به صورت ضمنی و در پی تعاملات جریان پیدا کند (Lam 2004)، اما انباشت دانش، از طریق نوآوری افزایش پیدا می‌کند. این افزایش انباشت دانش از طریق توسعه محصولات جدید در داخل سازمان اتفاق می‌افتد، اما سطح دانش همچنین می‌تواند توسط عواملی کاهش پیدا کند. این عوامل می‌تواند برای منسوخ شدن دانش از طریق نوآوری‌های جدید یعنی ورود یک محصول جدید به بازار از طریق رقبا و یا نوآوری‌های داخل سازمان اتفاق بیفتد. همچنین، عوامل برون‌زا همچون تغییر اولویت‌های مشتری و یا تغییرات فناوری نیز بر انباشت دانش سازمان مؤثر هستند (Miller 2010). لازم به اشاره است انباشت دانشی که مورد نظر مطالعه حاضر است، در واقع دانش محصول یک سازمان است که شامل دانش فناورانه تولید و طراحی محصولات مختلف است (Garcia, Calantone, and Levine 2).

1. Risk      2. knowledge stock      3. organizational memory      4. knowledge inventory

### ۲-۳. رویکرد پویایی‌های نظام‌مند

رویکرد پویایی نظام فرض می‌کند که اجزا در یک الگوی پیچیده با یکدیگر مرتبط هستند و جهان از نرخ‌ها، سطوح، و حلقه‌های بازخور تشکیل شده است. یکی از اهداف مدل‌سازی نظام‌های پویا، بررسی سیاست‌های بالقوه مختلف برای بهبود عملکرد نظام است. از بین این سیاست‌ها، سیاستی که بهترین نتایج را ارائه دهد، برای اجرا در نظام انتخاب می‌شود (Sushil) (Sushil 1993; Sterman 2000). رویکرد پویایی نظام‌مند ابزار مختلفی را در اختیار مدل‌سازان قرار می‌دهد. یک ابزار نموداری رویکرد پویایی نظام‌مند نمودار علی-معلولی است که روابط علی بین متغیرهای نظام را به سادگی نشان می‌دهد. با این ابزار، مدل‌های ذهنی افراد ساده‌تر درک می‌شود. هدف اصلی نمودارهای علی، نشان دادن فرضیه‌های علی در هنگام مدل‌سازی است.

نمودارهای علی به مدل‌ساز کمک می‌کند تا به راحتی با ساختار بازخوردی ارتباط برقرار کند (Sushil 1993). دیگر ابزار نموداری رویکرد پویایی نظام‌مند، نمودار جریان است که نحوه تعامل بین متغیرهای یک نظام را با یکدیگر نشان می‌دهد. مدل‌ساز با ترسیم این مدل به دنبال بازنمایی ساختار جریانی نظام است (محقر و مروتی شریف‌آبادی ۱۳۸۵). در این نمودار، متغیرهای مختلفی وجود دارند که اصلی‌ترین آنها متغیرهای انباشت و متغیرهای نرخ هستند. این نمودار به طور معمول، با کمک خبرگان، مطالعه ادبیات و پیشینه پژوهش‌ها و اطلاعاتی که از طریق پژوهش‌های میدانی به دست می‌آید، ترسیم می‌شود. این نمودار پایه اولیه برای کمی‌سازی و توسعه مدل مورد نظر به یک مدل کمی است (Nohri and Gulati 1996).

اما، پژوهش‌هایی در مورد کاربرد رویکرد پویایی نظام‌مند در زمینه نوآوری، خلق، و انتقال دانش انجام گرفته است. میلینگ و استامف با بررسی نوآوری محصولی و فرآیندی، مدلی برای تحلیل تعامل بین این دو شکل از نوآوری با استفاده از رویکرد پویایی نظام‌مند ارائه می‌دهند (Milling and Stumpfe 2000). گارسیا، کالاتون، و لوین یک مدل پویایی نظام‌مند را برای مدل‌سازی سیاست‌های نوآوری و توسعه محصول جدید ارائه می‌کنند. آنها پژوهشی در مورد نقش دانش و نوآوری درون یک نظام ارائه می‌کنند و در آن به متغیرهای درون‌زا<sup>۱</sup> و برون‌زایی<sup>۲</sup> که می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر تصمیمات سرمایه‌گذاری در نوآوری داشته باشند، اشاره می‌کنند. آنها در پژوهش خود داخل سازمان را مد نظر قرار می‌دهند و روابط سازمان را با منابع دیگر دانش و سرمایه همچون شرکا و رقبا و مشتریان مد نظر قرار نمی‌دهند (Garcia, Calantone, and Levine 2003).

1. Endogenous

2. Exogenous

کارتلینن، پیرنن، و تومینن با بررسی یادگیری در فرآیندهای نوآوری، مدلی را با استفاده از پویایی نظام‌مند معرفی می‌کنند که سازوکارهای<sup>۱</sup> چگونگی استفاده از این یادگیری‌ها را برای رسیدن به سودآوری شناسایی می‌کند (Kortelainen, Piirainen, and Tuominen 2008). بویانگ و هوآ شنگ فرآیند انتقال دانش و تأثیر آن را بر انباشت دانش سازمان، براساس نظریه کنترل و نظام‌ها تحلیل می‌کنند و ساختار انتقال دانش را در سازمان با استفاده از رویکرد پویایی نظام‌مند و با کمک نرم‌افزار ونسیم<sup>۲</sup> تبیین می‌کنند. آنها در مطالعه خود سعی کرده‌اند یک روش اثربخش را برای سازوکارهای بین سازمانی برای انتقال دانش ارائه دهند (Bo Yang and Hoa Sheng 2010) میلر یک مدل جامع که پویایی سیاست‌های مربوط به انتقال و خلق دانش، تخصیص منابع، و سازوکارهای بازخوری را در طول زمان در میان شرکای زنجیره تأمین نشان می‌دهد، ارائه می‌کند. همچنین، تأثیر عوامل درون‌زا و برون‌زا را بر نوآوری رادیکال و تدریجی در پژوهش خود بررسی می‌کند (Miller 2010).

### ۳. تعریف مسأله

امروزه، برخلاف گذشته که سرمایه مالی به‌عنوان حیاتی‌ترین منبع برای سازمان‌ها شناخته می‌شد، توسعه دانش در زمینه‌های نوآوری در فناوری، تخصص‌گرایی در فرآیندهای کسب‌وکار و محصولات نوآورانه بزرگترین منبع رقابتی است (Carneiro 2000). در واقع، سازمان‌ها به‌منظور وفق دادن خود با محیط خارجی و نشان دادن واکنش به تغییرات درک‌شده در داخل و خارج سازمان و کاهش چرخه عمر محصولات، به‌دنبال نوآوری هستند. نوآوری می‌تواند به‌منظور حفظ و بهبود سطح عملکرد و یا اثربخشی در فرآیندها و خروجی‌های سازمان اجرا شود (Milling and Stumpfe 2000). به‌طور نمونه، سازمان مورد مطالعه این پژوهش یک شرکت داروسازی معتبر است که سالیانه سرمایه‌گذاری قابل توجهی به‌منظور تولید محصولات نوآور انجام می‌دهد. دلیل انتخاب یک شرکت داروسازی در این مطالعه، نقش حیاتی سرمایه‌گذاری در نوآوری و تولید محصولات نوآور در این صنعت است.

در واقع، سازمان‌های فعال در صنعت به‌منظور بقا و سودآوری احتیاج مبرمی به سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه دارند. علاوه بر این، داروسازی یک صنعت دانش‌محور است و سطح پایین دانش سازمانی درباره محصولات و فناوری‌های جدید، سازمان را با مشکلات عدیده‌ای به‌منظور بقا و کسب مزیت رقابتی روبرو می‌سازد. با توجه به ماهیت بازار دارو، سازمان می‌تواند سرمایه‌گذاری خود را به تولید داروها و محصولات بهداشتی

1. Mechanism

2. Vensim

جدیدی که نمونه آن در بازار نیست، معطوف کند و یا به دنبال توسعه محصولات موجود در بازار باشد. سیاست اول یعنی سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال همان طور که در مرور ادبیات به آن اشاره شد، دارای هزینه و خطر بالایی است. این مسأله به خصوص در صنایع داروسازی بیشتر نمود پیدا می کند و تولید یک داروی جدید علاوه بر نیاز به پژوهش های گسترده و هزینه بر ممکن است در انتها با شکست روبرو شود.

سیاست دوم، یعنی توسعه محصولات موجود در بازار، خطر شکست و هزینه توسعه کمتری دارد، ولی سودآوری و نقش آن در به دست آوردن سهم بازار به خصوص در صنایع داروسازی که مصرف کنندگان به سختی محصولی را که به آن اعتماد دارند، تغییر می دهند، بسیار پایین تر از فعالیت های اکتشافی و نوآوری رادیکال است. همچنین، تولید محصولات با نوآوری رادیکال با توجه به اصالت و منحصر به فرد بودن محصولات، به میزان بیشتری انباشت دانش سازمان را بهبود می بخشد (Garcia, Calantone, and Levine 2003). بدین منظور، مسأله پیش روی پژوهش و در واقع مسأله سازمان مورد مطالعه، این است که سازمان برای دستیابی به سطح مناسب و مطلوبی از دانش و سودآوری، باید چه سیاست هایی را برای تخصیص منابع مالی خود به انواع نوآوری اتخاذ کند. بدین منظور، مطالعه مورد نظر به بررسی اثر سیاست های مختلف تخصیص منابع مالی به فعالیت های نوآورانه و تولید محصولات جدید در سازمان مورد مطالعه می پردازد.

#### ۴. روش شناسی پژوهش

##### ۴-۱. روش شناسی

روش شناسی مورد استفاده در مطالعه حاضر، رویکرد پویایی نظام هاست که در بخش ادبیات به معرفی آن پرداخته شد. مطالعه حاضر به دلایل زیر رویکرد پویایی نظام مند را به عنوان رویکرد مورد نظر برای به دست آوردن درک و دیدگاهی درست در مورد روابط نظام انتخاب کرده است:

- برای مدل سازی نظام مورد نظر اطلاعات کافی درباره متغیرهای نظام موجود است، ولی درک کافی درباره متغیرهای مدل و چگونگی رفتار آنها تحت سناریوهای مختلف وجود ندارد. بنابراین، لازم است تا اطلاعات و آگاهی های موجود در مدلی رایانه ای که می تواند پیامدهای اجزاء شناخته شده نظام را نشان دهد، پیاده شود (Forrester 1975).
- نظام مورد مطالعه دارای رفتار پویایی است که تا حد زیادی به دلیل ساختار متشکل از

روابط علی و معلولی آن است. به همین دلیل، به رویکردی نیاز است که این ساختار علی را شناسایی کند تا با کمک آن مدیریت بتواند سیاست‌های مختلف را با تغییر علت‌ها، طراحی، و نتایج حاصل از هر سیاست ارزیابی کند.

- نظام مورد مطالعه بیش از آنکه تحت تأثیر عوامل برون‌زا باشد، متأثر از عوامل ارتباطات درون‌زاست و سیاست‌های درونی در شکل‌دهی عملکرد آن تأثیر بیشتری دارد. بهترین رویکرد برای مدل‌سازی چنین نظام‌هایی، رویکرد پویایی نظام‌هاست (Sushil 1993).

روش‌شناسی رویکرد پویایی نظام‌ها که توسط فارستر (Forrester 1961) و سوشیل (Sushil 1993) پیشنهاد شده و مورد استفاده مقاله حاضر است، دارای چندین گام است. بعد از شناخت مسأله، مدل‌ساز باید گام‌های زیر را برای مدل‌سازی نظام مورد مطالعه و انتخاب بهترین سیاست‌ها بردارد.

**الف) مفهوم‌سازی نظام:** مفهوم‌سازی نظام شامل تعیین مرز مدل، شناسایی روابط علی، و چهارچوب سیاست است. در پویایی نظام، مرز دربرگیرنده تمام عوامل مهم مرتبط با مسأله است. مرز مدل به هدف و مقصود مدل بستگی دارد و می‌تواند عوامل محدود یا متعددی را دربرگیرد. این روش‌شناسی، برخلاف دیگر رویکردهای مدل‌سازی مرز را محدود به مرز نظام و منطبق بر محیط قرار نمی‌دهد، بلکه به گونه‌ای مرز را تعیین می‌کند که تعاملات نظام و محیط شامل واکنش‌های محیط را به نیروهایی که منشاء داخلی (درون‌نظام) دارند، مدل‌سازی کند. خروجی این مرحله نمودار علی-معلولی است.

**ب) صورت‌بندی مدل:** در این مرحله، براساس حلقه‌های بازخوردی ایجادشده در نمودار علی-معلولی و روابط بین متغیرهای سطح، نرخ و کمکی تعیین‌شده و روابط بین این متغیرها با استفاده از روابط و فرمول‌های ریاضی تعیین می‌شود. خروجی این مرحله نمودار جریان است.

**ج) اعتبارسنجی مدل:** پس از تشکیل نمودار جریان و تعیین روابط ریاضی بین متغیرها، برای افزایش اطمینان نسبت به مدل، آزمون‌های اعتبارسنجی مدل پویایی‌های نظام‌مند مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آزمون‌ها، می‌تواند وارد کردن یک شوک بیرونی و یا نوسانات تصادفی به نظام و ملاحظه سبک‌های رفتاری و بررسی انعطاف‌پذیری آن باشد.

**د) شبیه‌سازی و تحلیل سیاست‌ها:** در این گام، سیاست‌های مختلف و مورد نظر سازمان شبیه‌سازی می‌شوند. در واقع، هدف نهایی از کل فرآیند، مدل‌سازی و یادگیری طراحی سیاست‌های بهبودیافته‌ای است که می‌تواند رفتار نظام را بهبود دهند. با انجام شبیه‌سازی و مشخص شدن نتایج اجرای هر سیاست، با اعمال تغییراتی، سیاست‌های جدیدی تا دستیابی به

رفتار مطلوب طراحی می‌شوند. این تغییرات باید مبتنی بر آزمون و خطا باشند، اما با افزایش درک و شناخت از نظام که ناشی از تجربه و آزمون سیاست‌های مختلف است، طراحی‌ها هوشمندانه‌تر انجام خواهند شد.

#### ۴-۲. گردآوری داده‌ها

تفاوت بارز رویکرد پویایی نظام‌ها با رویکردهای متداول دیگر همچون تحقیق در عملیات، داده‌های مورد استفاده در این رویکرد است. در واقع، نقطه قوت پویایی نظام‌ها استفاده از هر سه نوع پایگاه داده یعنی، پایگاه‌های داده ذهنی، پایگاه‌های داده مکتوب یا شفاهی، و پایگاه داده عددی است (Sushil 1993; Sterman 2000). مطالعه حاضر نیز براساس روش‌شناسی پویایی نظام‌ها ابتدا با مروری بر ادبیات و پژوهش‌های گذشته، به یک مدل ابتدایی و پایه در قالب نمودار علی-معلولی دست یافته است که مورد تأیید چندین خبره دانشگاهی قرار گرفته است. سپس، با انجام مصاحبه‌های عمیق و دریافت مدل ذهنی مدیران سازمان مورد مطالعه و مقایسه آن با مدل پایه ابتدایی، نمودار جریان مدل طراحی شد. همچنین، مستندات و پایگاه‌های داده عددی سازمان به‌منظور تعیین مقادیر، روابط میان متغیرها و صورت بندی مدل مورد استفاده قرار گرفت.

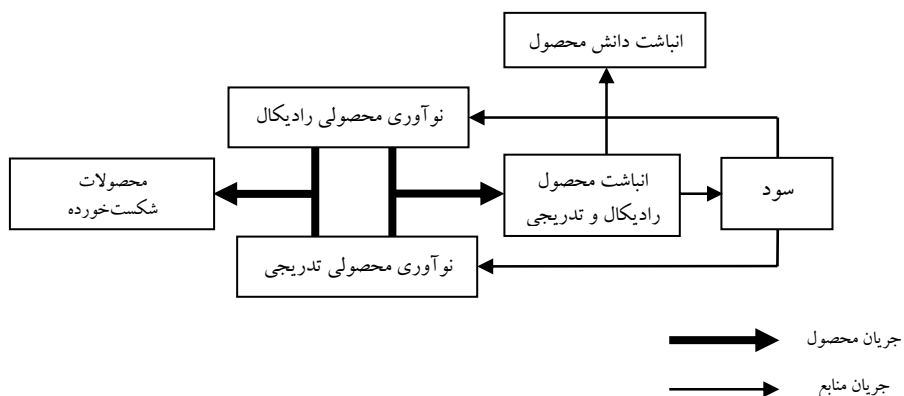
#### ۵. مفهوم‌سازی نظام

سرمایه‌گذاری در نوآوری می‌تواند سطح دانش سازمان را بهبود بخشد و برعکس هرچه سطح دانش سازمان بالاتر باشد، نوآوری در سازمان افزایش پیدا می‌کند (Levinthal and March) از این رو، نوآوری در سازمان نیازمند دو منبع اصلی است: منابع مالی و منابع دانش. سازمان‌ها راهکارهای مختلفی برای تأمین این منابع در اختیار دارند. اختصاص بخش ثابتی از هزینه‌های سالیانه به نوآوری از جمله این راهکارهاست. منبع دیگر برای تأمین سرمایه لازم برای نوآوری، از طریق سود حاصل از تولید و فروش محصولات نوآور است. چگونگی تخصیص این سرمایه بستگی به دو عامل دارد: ۱) راهبردها و رویکرد سازمان و ۲) میزان انباشت سود حاصل از محصولات نوآور. این بدان معنی است که سازمان چه میزان سود حاصل از نوآوری را به‌عنوان سود مطلوب و هدف خود در نظر گرفته و چقدر از فروش محصولات نوآور خود به سودآوری رسیده است. اختلاف بین سود هدف و سود کسب‌شده، متغیری را تحت عنوان "شکاف یا اختلاف سودآوری"<sup>۱</sup> تعریف می‌کند. این اختلاف سودآوری می‌تواند بر سیاست‌های سازمان در سرمایه‌گذاری در نوآوری تأثیرگذار باشد. برای مثال، افزایش سودآوری سازمان و دستیابی به سود مورد نظر می‌تواند تمایل آن را برای سرمایه‌گذاری در

1. profit gap

نوآوری کاهش دهد (Miller 2010). منبع دیگر مورد نیاز سازمان برای نوآوری، دانش است. سازمان می‌تواند دانش را از طریق سرمایه‌گذاری در نوآوری در داخل سازمان خلق کند و یا دانش مورد نیاز خود را از خارج سازمان منتقل کند (Miller 2010).

مشابه سودآوری، برای انباشت دانش نیز می‌توان دو مفهوم انباشت دانش هدف و انباشت دانش به‌دست‌آمده را تعریف کرد. اختلاف بین این دو مفهوم، متغیری به‌نام اختلاف انباشت دانش را تعریف می‌کند. این اختلاف انباشت دانش نیز می‌تواند بر سیاست‌های سرمایه‌گذاری سازمان در نوآوری تأثیرگذار باشد. برای مثال، افزایش سطح انباشت دانش سازمان می‌تواند منجر به کاهش علاقه سازمان به سرمایه‌گذاری در نوآوری رادیکال شود، زیرا با اینکه نوآوری رادیکال انباشت دانش سازمان را بیشتر افزایش می‌دهد، هزینه و خطر شکست بیشتر نوآوری رادیکال، سازمان‌ها را وقتی در سطح مناسبی از دانش باشند از سرمایه‌گذاری در آن منصرف می‌کند (Levinthal and March 1993). تولید محصولات نوآور در سازمان با توجه به میزان دانشی که در هر محصول نوآور جای گرفته است، انباشت دانش محصول سازمان را افزایش می‌دهد. به‌همین ترتیب، با توجه به اینکه تولید محصولات نوآور احتیاج به مقدار مشخصی از منابع دانش دارد، افزایش سطح انباشت دانش محصول سازمان، امکان تولید محصولات نوآور بیشتری را فراهم می‌کند (Madhavan and Grover 1998). همچنین، منابع اضافی که سازمان از طریق پیامدهای نوآوری به‌دست می‌آورد، می‌تواند مجدد برای افزایش انباشت دانش سازمان و حفظ سطح کنونی نوآوری و توسعه محصولات جدید در سازمان مورد استفاده قرار بگیرد (Nohria and Gulati 1996). در این رابطه، میلر مدلی را ارائه داده است که جریان منابع و محصولات نوآور را در یک سازمان نمایش می‌دهد (شکل ۱).

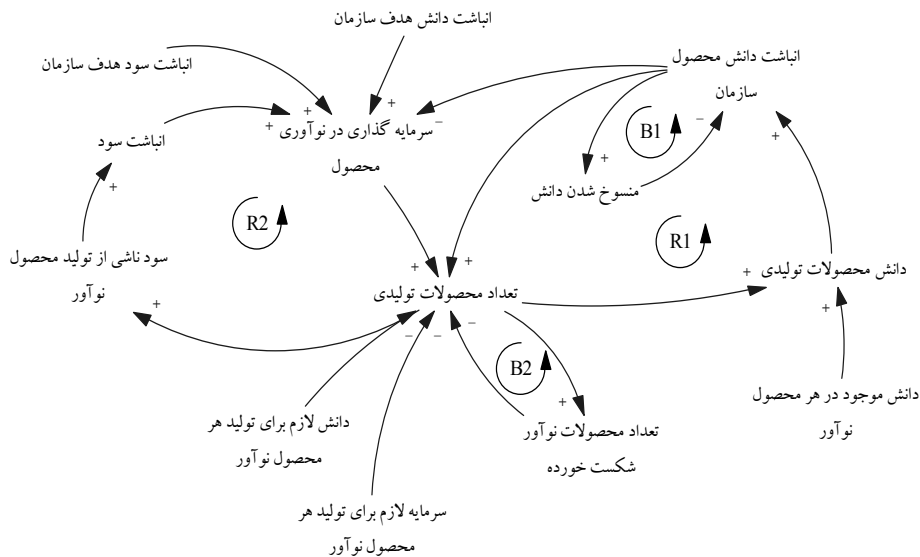


شکل ۱. جریان منابع و محصول در سازمان (برگرفته از مدل میلر (Miller 2010))

با توجه به مدل میلر و از طریق وارد کردن متغیرهای تأثیرگذار دیگر، می توان به یک نمودار علی جامع تر از متغیرهای مدل رسید که در شکل ۲ نمایش داده شده است. همان طور که در این شکل مشخص است، چهار حلقه در نمودار وجود دارد که دو حلقه بازخوردی مثبت<sup>۱</sup> و دو حلقه بازخوردی منفی<sup>۲</sup> است.

R1: حلقه بازخوردی مثبت R1 که یک حلقه مثبت خود تقویت کننده است، نشان دهنده رابطه بین تولید محصولات نوآور و افزایش انباشت دانش سازمان است. بدین معنی که هر چه محصولات نوآور بیشتری تولید شود، سطح دانش سازمان افزایش می یابد و همچنین، این افزایش سطح دانش سازمان منجر به تولید محصولات جدیدتر و نوآوری بیشتر سازمان می گردد.

R2: دومین حلقه مثبت خود تقویت کننده نظام، رابطه بین سرمایه گذاری در نوآوری محصول و افزایش سودآوری سازمان است. در این حلقه، با افزایش سرمایه گذاری در نوآوری، تعداد محصولات نوآور تولیدی افزایش می یابد و تولید این محصولات، سودآوری سازمان را بهبود می بخشد. همچنین، افزایش سودآوری سبب می شود تا منابع مالی بیشتری برای سرمایه گذاری در نوآوری در اختیار سازمان قرار بگیرد.



شکل ۲. نمودار علی-معلولی روابط بین اجزاء نظام

1. positive feedback

2. negative feedback

B1: نظام مورد مطالعه به منظور اصلاح و تعدیل خود دارای دو حلقه بازخوردی منفی است. یکی از این حلقه‌ها حلقه B1 است که حلقه تعدیل‌کننده انباشت دانش سازمان است. بدین معنی که با گذشت زمان و ورود محصولات و فناوری‌های جدید، دانشی که در اختیار سازمان است، به مرور منسوخ می‌شود و اثربخشی خود را از دست می‌دهد. این حلقه همان عاملی است که سازمان را وادار می‌کند تا به دنبال سرمایه‌گذاری برای نوآوری و خلق دانش جدید در سازمان باشد تا سطح دانش خود را برای نوآوری و توسعه محصولات جدید حفظ کند.

B2: دومین حلقه بازخوردی، حلقه تعدیل‌کننده محصولات نوآور تولیدی سازمان است. این حلقه کارکردی مشابه با B1 دارد، بدین معنی که تعداد محصولات تولیدی نوآور سازمان را تعدیل می‌کند. همه طرح‌های توسعه محصول با موفقیت روبرو نمی‌شوند و بسیاری از محصولات نوآور تولیدی ممکن است بعد از ورود به بازار شکست بخورند. همچنین، عواملی همچون تغییرات و تلاطم‌های بازار و فناوری ممکن است یک محصول را از انباشت محصولات نوآور سازمان خارج کند که این موضوع سازمان را مجبور می‌سازد تا به دنبال سرمایه‌گذاری در تولید محصولات نوآور به منظور پر کردن خلاء محصولات شکست‌خورده و کسب سودآوری در یک بازار رقابتی پرتلاطم باشد.

## ۶. صورت‌بندی مدل

بعد از تعریف مسأله و انتخاب روش شناسی و مفهوم‌سازی نظام، براساس نمودار علی-معلولی طراحی شده و سیاست‌های سازمان مورد مطالعه در زمینه سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و نوآوری، نمودار جریان تهیه شد. این نمودار در شکل ۳ نمایش داده شده است. سپس، با توجه به اطلاعات به دست آمده از مستندات و مصاحبه‌ها با مدیران ارشد بازاریابی و تحقیق و توسعه سازمان، تلاش شد تا معادلات مربوط به متغیرهای سطح، نرخ، و جریان مدل مورد نظر فرمول‌بندی شود. اجزای مدل که در شکل ۳ در قالب یک نمودار جریان نمایش داده شده است به شرح زیر است:

### ● متغیرهای حالت

متغیرهای حالت مدل پیشنهادی با توجه به نوع انباشت به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: متغیرهای سطح محصول که متغیرهایی هستند که انباشت‌های محصول را نشان می‌دهند؛ متغیرهای سطح دانش که انباشت‌های دانش محصول را نشان می‌دهند؛ و متغیرهای سطح منابع

که انباشت‌های منابع مالی شامل سود و سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهند. متغیر سطح انباشت‌ها را می‌توان با استفاده از روابط ۱ تا ۳ به دست آورد.

(۱) **انباشت سود** =

(سودآوری محصولات نوآور - نرخ تخصیص سود به سایر فعالیت‌ها - نرخ سرمایه‌گذاری در نوآوری)

(۲) **انباشت سرمایه‌گذاری در نوآوری** =

(نرخ سرمایه‌گذاری در نوآوری - نرخ سرمایه‌گذاری در نوآوری رادیکال - نرخ سرمایه‌گذاری در نوآوری تدریجی)

(۳) **انباشت دانش** =  $\int$  (دانش خلق شده - نرخ منسوخ شدن دانش)

(۴) **انباشت محصول (رادیکال یا تدریجی)** =  $\int$  (محصولات تولیدشده - نرخ شکست محصول)

علاوه بر متغیرهای سطح تعریف شده در بالا، یک نوع متغیر سطح دیگر نیز تحت عنوان انباشت محصولات بالقوه وجود دارد. این متغیر به دلیل ماهیت متفاوت منابع دانش با منابع مالی تعریف شده است، به این معنی که با تولید هر واحد محصول نوآور بخشی از منابع مالی مصرف می‌شود. اما، این مسأله برای منابع دانش صادق نیست و هرچند در مدل مورد نظر، تولید هر محصول نوآور به مقدار واحد دانش مشخصی نیاز دارد، ولی با تولید هر محصول نوآور آن مقدار دانش از بین نرفته و می‌تواند برای دیگر محصولات نیز مورد استفاده قرار بگیرد. بدین منظور، انباشت محصولات بالقوه تعداد محصولات نوآور (رادیکال یا تدریجی) را نشان می‌دهد که می‌توانند با انباشت دانش موجود تولید شوند، اما چون تولید این محصولات به سرمایه نیز احتیاج دارد، این محصولات به صورت بالقوه هستند و فقط پس از تأمین منابع مالی لازم بالفعل می‌شوند.



● متغیرهای نرخ یا جریان

- **نرخ ورود محصولات بالقوه:** نسبت انباشت دانش سازمان به میزان دانش مورد نیاز برای تولید هر محصول، نرخ ورود محصولاتی که امکان تولید را دارند، نشان می دهد. سپس، با استفاده از تابع Min که در نرم افزار ونسیم به صورت از پیش تعریف شده وجود دارد، تعدادی از محصولات بالقوه که سرمایه مالی لازم برای تولید آنها موجود است، به انباشت محصولات نوآور تولیدی اضافه می شوند.
- **نرخ شکست محصولات:** تعدادی از محصولات در ورود به بازار شکست می خورند، در نتیجه محصولات شکست خورده از انباشت محصول خارج می شوند. طبق اطلاعات به دست آمده و نظر مدیران، این نرخ شکست محصولات به صورت درصدی از تعداد محصولات تولیدی تعریف می شود که البته این مقدار برای نوآوری رادیکال به دلیل خطر بالای آن بیشتر است.
- **متغیر نرخ منسوخ شدن دانش:** نرخ دانش منسوخ شده میزان دانشی است که بر اثر گذر زمان منسوخ می شود و ارزش خود را به عنوان یک دارایی ارزشمند برای سازمان از دست می دهد و فراموش می شود (Miller 2010). این مسأله به خصوص در صنایع دانش محور همچون داروسازی بیشتر از صنایع دیگر به چشم می خورد. سرعت پیشرفت بالای علم پزشکی، ورود محصولات دارویی جدید و پیدا شدن راه های درمانی جدید برای بیماری ها مهم ترین دلایل منسوخ شدن دانش موجود در سازمان است. همچنین، مشخص شدن عوارض پس از مصرف و یا مشخص شدن ناکارآمدی داروها پس از طی دوره های درمانی از جمله دیگر علل بالا بودن نرخ منسوخ شدن دانش در این صنعت است. بر طبق تجربیات قبلی سازمان و براساس نرخ منسوخ شدن محصولات و فناوری های مورد نیاز برای تولید دارو، نرخ منسوخ شدن دانش می تواند به صورت درصدی از انباشت دانش موجود سازمان تعریف شود.
- **متغیرهای نرخ خروجی انباشت سود:** دو متغیر نرخ خروجی برای انباشت سود سازمان وجود دارد. در واقع، سیاست سازمان به گونه ای است که سازمان براساس اختلاف بین سود به دست آمده و سود هدف به تخصیص منابع به طرح های نوآوری و یا سایر بخش های سازمان می پردازد. بدین منظور، با استفاده از متغیر کمکی "کسری از سودآوری که در نوآوری سرمایه گذاری می شود" میزان این متغیرها تعیین می شود.

بدین منظور، از تابع IF THEN ELSE که به صورت از پیش تعیین شده در نرم افزار ونسیم موجود است، استفاده شده است. با توجه به رابطه ۶، چنانچه انباشت سود سازمان از مقدار هدف کمتر باشد، سازمان تا زمانی که این شکاف پر شود ملزم است تا X درصد از سود حاصل از سرمایه گذاری در نوآوری را مجدد در این بخش سرمایه گذاری کند. چنانچه انباشت سودآوری سازمان به مقدار هدف رسید، این میزان به Y درصد کاهش می یابد. باید در نظر داشت که X همواره از مقدار Y بیشتر است و می تواند برای سازمان های مختلف با توجه به سیاست ها متفاوت باشد. برای مثال، این مقادیر برای سازمان مورد مطالعه ۵۰ درصد برای X و ۲۰ درصد برای Y است.

(۵) IF THEN ELSE (Y, X, انباشت سود - انباشت سود هدف < ۰)

متغیرهای نرخ سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال و تدریجی: سرمایه تخصیص یافته از سودآوری توسط دو متغیر، نرخ سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال، و نرخ سرمایه گذاری در نوآوری تدریجی به هریک از فعالیت های تولید محصول رادیکال و تدریجی تخصیص داده می شود. میزان این تخصیص توسط متغیر کمکی "کسری از سودآوری که به نوآوری تدریجی تخصیص داده می شود" تعیین می گردد که در ادامه نحوه محاسبه آن شرح داده می شود.

● مقادیر ثابت

انباشت دانش هدف و انباشت سود هدف: به منظور بررسی موقعیت های مختلفی که بر سیاست های سازمان تأثیر گذار هستند، احتیاج به تعریف سازوکارهای بازخوردی است تا بتوان سیاست های مختلف سرمایه گذاری را از طریق آنها مورد آزمون قرار داد و سناریوهای متفاوتی را اجرا کرد. این سازوکارهای بازخوردی، اختلاف (شکاف) سودآوری و اختلاف (شکاف) دانش است. سازوکارهای مورد نظر از طریق تعریف دو مقدار ثابت انباشت دانش هدف و انباشت سود هدف قابل تعریف هستند. بدین معنی که سازمان باید میزان انباشت دانش و میزان انباشت سود مطلوب خود را تعیین کند تا براساس اختلاف این مقادیر با مقادیر واقعی انباشت دانش و سود، سیاست های مختلف را اتخاذ کند. این شکاف ها در واقع از طریق متغیرهای کمکی "کسری از سودآوری که در نوآوری سرمایه گذاری می شود" و "کسری از سودآوری که به نوآوری تدریجی

تخصیص داده می‌شود " بر میزان منابع تخصیص یافته به هر یک از انواع نوآوری و فعالیت‌های تحقیق و یا توسعه تأثیر می‌گذارد. درباره متغیر "کسری از سودآوری که در نوآوری سرمایه‌گذاری می‌شود" پیش از این صحبت شد، اما گارسیا، کالانتون، و لوین در مطالعه‌ای نرخ تخصیص منابع به طرح‌های توسعه و نوآوری تدریجی را تابعی از شکاف عملکرد دانسته‌اند که به صورت منحنی "S" شکل است. آنها پس از مصاحبه و بحث با مدیران بیش از ۴۰ شرکت دانش‌محور در کشورها و صنایع مختلف، معادله ۶ را برای محاسبه آن پیشنهاد داده‌اند. با توجه به گستردگی حوزه مورد مطالعه‌شان، قابلیت تعمیم به همه سازمان‌های دانش‌محور را دارد (Garcia, Calantone, and Levine 2003).

$$(۶) \quad \text{کسری از سودآوری که به نوآوری تدریجی تخصیص داده می‌شود} = \frac{1}{1 + \exp(-g * G(t))}$$

در معادله ۶،  $G(t)$  شکاف دانش است. این رابطه در مطالعه میلر (Miller 2010) و گارسیا، کالانتون، و لوین (Garcia, Calantone, and Levine 2003) به منظور تخصیص منابع به هر یک، فعالیت‌های نوآوری تدریجی و رادیکال براساس شکاف موجود بین انباشت دانش هدف و انباشت دانش واقعی مورد استفاده قرار گرفته است. ثابت  $g$  نیز درجه شیب منحنی رشد را نمایش می‌دهد که در واقع یک نرخ رشد کسری است که توسط استرمن (Sternan 2000) تعریف شده است و گارسیا و همکارانش همان‌طور که عنوان شد در مطالعه جامع خود، مقدار آن را برابر ۰/۰۵۳ تعیین کرده‌اند (Garcia, Calantone, and Levine 2003).

- دانش و منابع مورد نیاز برای تولید هر محصول. منابع و دانش مورد نیاز برای نوآوری در هر محصول جزء مقادیر ثابت مدل است. با افزایش مقدار این متغیرها تعداد محصولاتی که می‌تواند برای نوآوری سرمایه‌گذاری شود، کاهش می‌یابد. نکته قابل توجه تفاوت میان این مقادیر برای دو نوع محصول رادیکال و تدریجی است و نیز اینکه مقادیر برای نوآوری رادیکال بیشتر از محصولات با نوآوری تدریجی است.
- دانش جای گرفته در هر محصول نوآور: دیگر مقدار ثابت مدل، میزان دانش جای گرفته در هر محصول است. این مقدار بدان معنی است که به‌ازای تولید هر واحد محصول تدریجی یا رادیکال، میزان انباشت دانش سازمان به چه مقدار افزایش پیدا می‌کند.
- سودآوری هر محصول نوآور: دیگر مقدار ثابت مدل، سود حاصل از تولید هر محصول نوآور است. سود حاصل از محصول رادیکال بیش از سود حاصل از نوآوری تدریجی در نظر گرفته می‌شود.

## ۷. اعتبارسنجی مدل

برای اینکه یک مدل ساخته شده در تجزیه و تحلیل سیاست‌ها مفید باشد، باید برای افرادی که درگیر موقعیت‌های مربوط هستند، قابل اعتماد باشد. به همین منظور، یک مدل پس از آنکه آزمون‌های اعتبار را پشت سر گذاشت می‌تواند برای بررسی اثر سیاست‌های مختلف بر نظام مورد استفاده قرار بگیرد (محقق و مروتی ۱۳۸۵). در این مطالعه، آزمون‌های متفاوتی برای ارزیابی اعتبار مدل مورد استفاده قرار گرفته است (Forrester 1961). این آزمون‌ها عبارت‌اند از:

- **آزمون حد نهایی:** در این آزمون، مقداری از متغیر اصلی مدل (مانند نرخ سرمایه‌گذاری در نوآوری، انباشت محصولات نوآور تولیدی، و انباشت‌های سود و دانش) در حالت‌های بسیار زیاد و بسیار کم تغییر داده و میزان حساسیت مدل در برابر این تغییرات بررسی می‌شود. نتایج نشان‌دهنده رفتار منطقی مدل در این حالات است. همچنین، رفتار مدل به میزان اولیه متغیرهای اصلی حساس نیست و با تغییر در آنها تنها میزان شیب یا دامنه نمودارها تغییر می‌کند.
- **آزمون‌های بخشی اجزای مدل:** در این آزمون، پس از تقسیم مدل به زیرمدل‌های ساده‌تر، آزمون حد نهایی بر روی هر یک از زیرمدل‌ها انجام گرفته و در نهایت، زیرمدل‌ها در مدل نهایی قرار داده شده است.
- **آزمون حالت تعادل:** برای بررسی منطقی بودن تعریف متغیرها و ساختارها، به صورت دستی مقدار تمام متغیرها در حالت تعادل منطقی مدل محاسبه شد. با مشخص کردن مقادیر تعادلی تمام متغیرها و وارد کردن آن در مدل، رفتار مدل شبیه‌سازی و رفتار منطقی از آن مشاهده شد.
- **نظر خبرگان:** نتایج حاصل از شبیه‌سازی نظام با مدیران سازمان مورد مطالعه و تعدادی از خبرگان دانشگاهی که در این پژوهش از نظرات آنها استفاده شده است، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از مدل، از نظر مدیران سازمان با تجربیات آنها در دنیای واقعی منطبق بوده و نتایج مورد انتظار خبرگان حاصل شده است.

## ۸. شبیه‌سازی

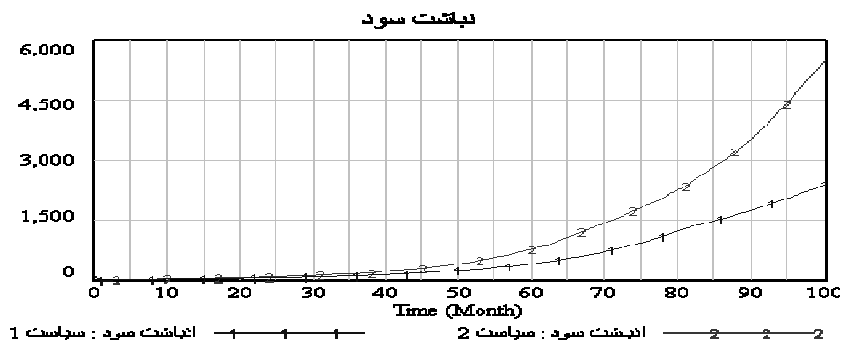
در این قسمت از مطالعه با استفاده از سازوکارهای بازخوردی تعریف شده برای مدل، سیاست‌ها و سناریوهای مختلف سرمایه‌گذاری در نوآوری و تأثیر آن بر سطح دانش سازمان بررسی می‌شوند. این کار از طریق شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار ونسیم صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه تهیه گزارش‌ها و بررسی نتایج حاصل از طرح‌های تحقیق و توسعه در سازمان به صورت

ماهانه است، واحد زمانی شبیه سازی ماه انتخاب شده و طول شبیه سازی ۱۰۰ ماه در نظر گرفته شده است. بدین منظور، چندین فرضیه مطرح و بعد از شبیه سازی مورد تحلیل قرار می گیرند.

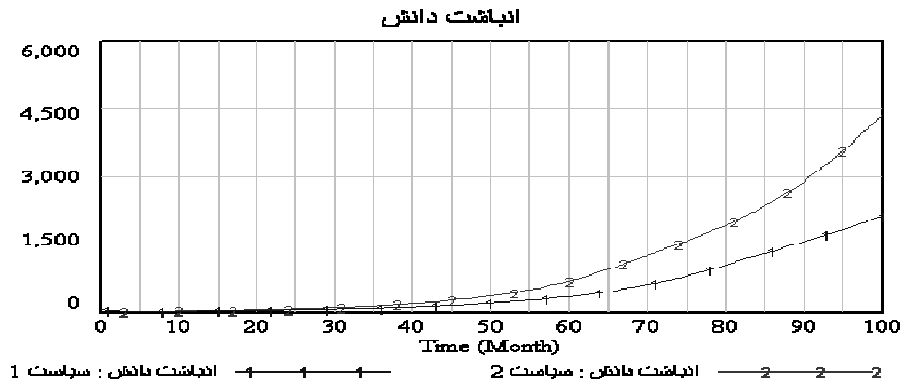
**فرضیه ۱: سیاست تخصیص منابع سرمایه گذاری در هر یک از انواع نوآوری براساس شکاف انباشت دانش سازمان، موجب بهبود انباشت دانش و سودآوری سازمان در مقایسه با وضعیت فعلی می گردد.**

در این قسمت، دو سیاست متفاوت در تعیین سهم هر یک از انواع نوآوری از منابع با یکدیگر مقایسه می شود تا سیاست مناسب تر توسط سازمان انتخاب شود.

- سیاست اول، سیاستی است که سازمان پیش از این در تخصیص منابع به نوآوری های تدریجی و رادیکال داشته است. در این سیاست، سازمان سهمی برابر برای هر دو در نظر می گیرد. این بدان معنی است که سهم هر یک از انواع نوآوری ۵۰ درصد منابع است. در این سناریو، سازمان با وجود تعریف یک هدف سودآوری، تعریفی از انباشت دانش هدف خود ارائه نمی کند و با اینکه تخصیص منابع به سرمایه گذاری در نوآوری یا فعالیت های دیگر براساس شکاف سودآوری انجام می شود (رابطه ۵)، نحوه تخصیص منابع سرمایه گذاری در نوآوری به هر یک از انواع نوآوری به صورت مساوی و یا به صورت تجربی و براساس درک مدیران از وضعیت بازار انجام می گیرد.
- سیاست دوم در واقع، براساس مدل پایه ارائه شده توسط مقاله شکل می گیرد. در این سیاست، سازمان انباشت دانش هدف را تعیین می کند، سپس میزان سرمایه گذاری در هر یک از انواع نوآوری براساس اختلاف هدف تعیین شده با وضع موجود و به منظور پر کردن خلاء ایجاد شده با وضعیت مطلوب تعیین می شود (رابطه ۶). نمودارهای ۴ و ۵ مقایسه بین مقادیر متغیرهای سطح مدل را در این دو سناریو ارائه می دهند.

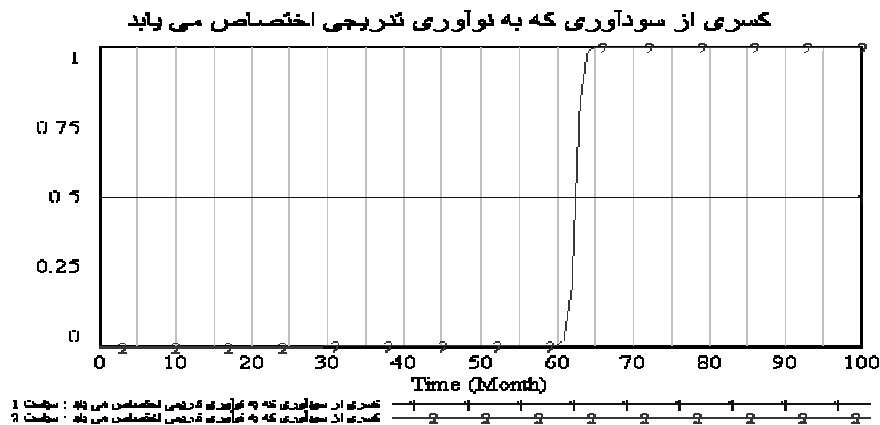


شکل ۴. انباشت سود (سیاست ۱ و ۲)



شکل ۵. انباشت دانش (سیاست ۱ و ۲)

شکل ۴ و ۵ مقایسه‌ای بین انباشت سود و دانش سازمان طی ۱۰۰ ماه دوره شبیه‌سازی در دو سیاست مختلف است. همان‌طور که مشخص است سازمان در سیاست دوم که پیشنهاد مطالعه حاضر است، هم انباشت سود و هم انباشت دانش بالاتری را به دست می‌آورد. همچنین سازمان چنانچه برطبق سیاست دوم عمل کند، در ماه ۶۵ یعنی در سال ششم می‌تواند به انباشت سود هدف و در ماه ۶۲ یعنی سال ششم به انباشت دانش هدف خود دست یابد. این در حالی است که این زمان در سیاست اول، ۷۷ ماه برای دستیابی به انباشت سود هدف و ۷۶ ماه برای دستیابی به انباشت دانش هدف است که نشان‌دهنده کارایی بهتر سیاست دوم و پیشنهادی مقاله و تأیید فرضیه ۱ است.

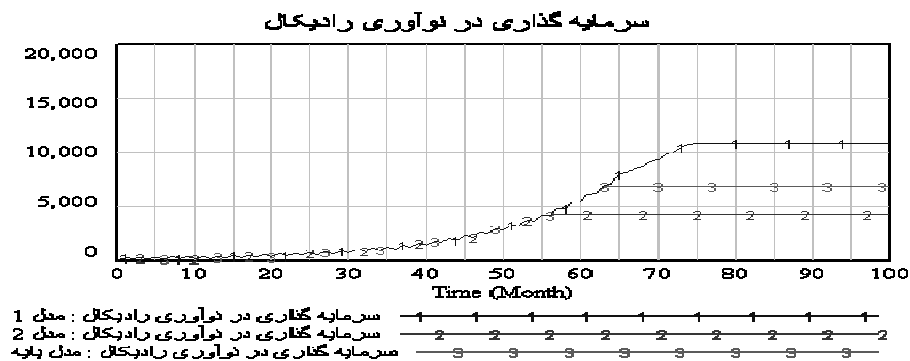


شکل ۶. مقادیر متغیر "کسری از سودآوری که به نوآوری تدریجی اختصاص می‌یابد" (سیاست ۱ و ۲)

شکل ۶ مقادیر متغیر "کسری از سودآوری که به نوآوری تدریجی اختصاص می‌یابد" را نشان می‌دهد. خط ۱ (آبی رنگ) مقادیر را در سناریوی ۱ و خط ۲ (قرمز رنگ) مقادیر را در سناریوی ۲ نشان می‌دهد. نحوه تعیین مقادیر این متغیر، تفاوت میان دو سیاست را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۶ مشخص است در سیاست اول این مقدار ثابت و برابر ۰/۵ بود، اما در سیاست دوم این مقدار متغیر و تابعی از شکاف عملکرد دانشی سازمان است. برطبق این سیاست، تا زمانی که انباشت دانش سازمان به میزان هدف مورد نظر نرسیده باشد، بخش زیادی از منابع و سودآوری ناشی از تولید محصولات نوآور به نوآوری رادیکال اختصاص می‌یابد. همان‌طور که مشخص است از ماه ۶۲ که انباشت دانش سازمان به مقدار هدف می‌رسد، سرمایه‌گذاری سازمان از نوآوری رادیکال به سوی نوآوری تدریجی حرکت می‌کند به گونه‌ای که این مقدار حتی به ۱ می‌رسد که به معنی قطع سرمایه‌گذاری سازمان در نوآوری رادیکال است. دلیل رشد سریع این مقدار، افزایش همراه با شیب زیاد انباشت دانش سازمان است که از مقدار دانش هدف فزونی می‌یابد و باعث می‌شود تا سهم سرمایه‌گذاری در نوآوری تدریجی که براساس معادله ۶ به دست می‌آید، به شدت افزایش یابد.

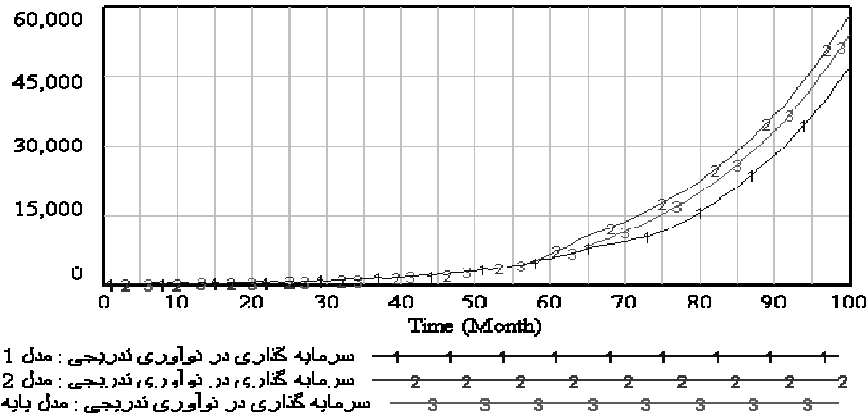
**فرضیه ۲: تعیین انباشت دانش هدف بالاتر از سوی سازمان، موجب افزایش سرمایه‌گذاری در نوآوری رادیکال و کاهش سرمایه‌گذاری در نوآوری تدریجی می‌گردد.**

تغییرات در انباشت دانش هدف می‌تواند از طریق تأثیر بر تخصیص منابع به هریک از انواع نوآوری، اثرگذار باشد. برای بررسی بازخورد نظام به تغییر در این ثابت، سه مقدار ۵۰۰ و ۸۰۰ و ۱۵۰۰ برای آن در نظر گرفته شد که ۸۰۰ مقدار مورد استفاده برای مدل پایه است. همچنین، مدل ۱ با مقدار انباشت دانش هدف ۱۵۰۰ و مدل ۲ با مقدار انباشت دانش هدف ۵۰۰ شبیه‌سازی شده است.



شکل ۷. سرمایه‌گذاری در نوآوری رادیکال (مدل ۱ و ۲ و پایه)

شکل ۸. سرمایه‌گذاری در نوآوری تدریجی



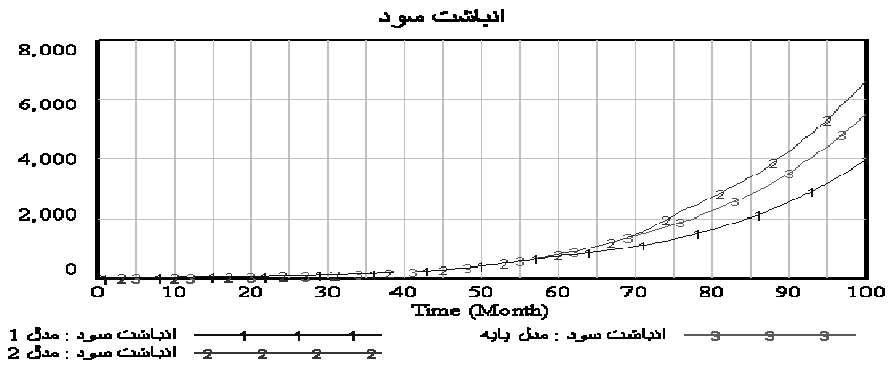
شکل ۸. سرمایه‌گذاری در نوآوری تدریجی (مدل ۱ و ۲ و پایه)

شکل ۷ و ۸ میزان سرمایه‌گذاری در نوآوری تدریجی و رادیکال را در مقادیر مختلف انباشت دانش هدف سازمان نشان می‌دهد. همان‌طور که از شکل ۷ مشخص است، بیشترین سرمایه‌گذاری سازمان در مدل ۱ یعنی زمانی که میزان انباشت دانش هدف سازمان از مدل پایه بیشتر و برابر ۱۵۰۰ است، رخ می‌دهد. دلیل این مسأله این است که سازمان برای رسیدن به میزان انباشت دانش هدف بیشتر نیاز دارد تا سرمایه‌گذاری بیشتری در نوآوری رادیکال انجام و میزان سرمایه‌گذاری خود را در نوآوری تدریجی کاهش دهد (شکل ۸). این مسأله برای مدل ۲ یعنی زمانی که انباشت دانش هدف کمتر از مقدار مدل پایه در نظر گرفته می‌شود (۵۰۰)، به‌طور کامل متفاوت است و سازمان میزان سرمایه‌گذاری خود را در نوآوری رادیکال کاهش و در نوآوری تدریجی افزایش می‌دهد. نقاطی که سه منحنی در شکل ۷ افقی می‌شوند در واقع نقاطی هستند که نسبت تخصیص منابع به نوآوری رادیکال به صفر می‌رسند و سازمان به انباشت دانش هدف خود رسیده است. این نقطه در مدل ۱ به‌دلیل بیشتر بودن انباشت دانش هدف تعیین شده نسبت به مدل پایه و مدل ۲ در زمان دیرتری برای سازمان فرا می‌رسد. در نتیجه فرضیه ۲ تأیید می‌گردد.

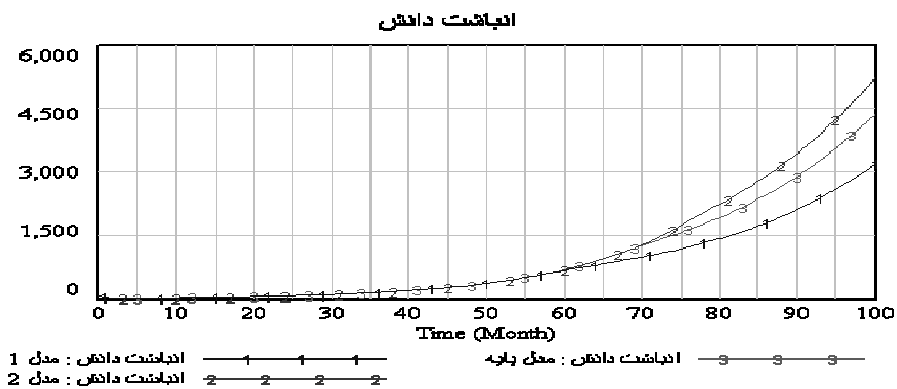
**فرضیه ۳: تعیین انباشت سود هدف بالاتر توسط سازمان، موجب افزایش انباشت سود و انباشت دانش سازمان می‌گردد.**

به‌منظور آزمون این فرضیه، سه مقدار ۵۰۰ (مدل ۱) و ۱۰۰۰ (مدل پایه) و ۲۰۰۰ (مدل ۲)

انتخاب شده است.



شکل ۹. انباشت سود (مدل ۱ و ۲ و پایه)



شکل ۱۰. انباشت دانش (مدل ۱ و ۲ و پایه)

همان طور که از شکل های ۹ و ۱۰ مشخص است، افزایش مقدار انباشت سود هدف توسط سازمان، موجب بهبود سطح انباشت دانش و سود واقعی سازمان می گردد. دلیل این امر این است که با افزایش ثابت انباشت سود هدف سازمان، شکاف سودآوری سازمان بیشتر می شود و سازمان با توجه به تابع تعریف شده برای تخصیص منابع سودآوری به سرمایه گذاری در نوآوری، سرمایه بیشتری را صرف نوآوری می کند تا این شکاف را از بین ببرد. در نتیجه، با افزایش تعداد محصولات نوآور تولیدی، انباشت دانش و سودآوری سازمان بهبود می یابد و فرضیه ۳ تأیید می شود.

**فرضیه ۴:** با افزایش نرخ منسوخ شدن دانش و نرخ شکست محصولات، سرمایه گذاری سازمان در نوآوری رادیکال افزایش می یابد.

در این قسمت، به مقایسه وضعیت نظام در سه سناریوی مختلف که ممکن است برای

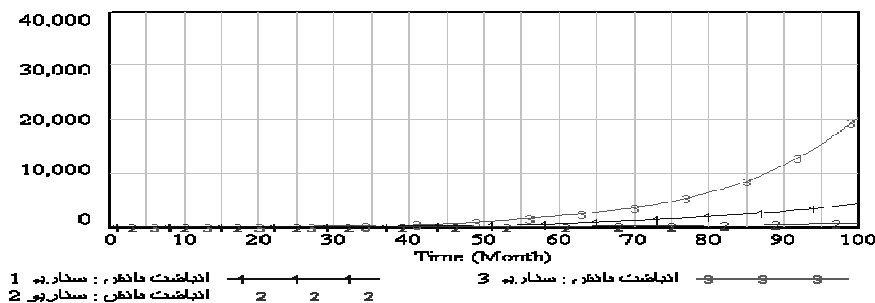
سازمان اتفاق بیافتد، پرداخته می شود. بدین منظور، واکنش نظام به همه سناریوها براساس مدل پایه مقاله مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. سه سناریو پیش بینی شده به شرح زیر هستند:

سناریوی ۱: این سناریو در واقع، وضعیت فعلی سازمان را نشان می دهد. براساس نظرات کارشناسان و مستندات سازمان در بازار فعلی، نرخ منسوخ شدن دانش ۳۰ درصد و نرخ شکست محصولات رادیکال و تدریجی به ترتیب، ۲۰ و ۱۰ درصد منظور می گردد.

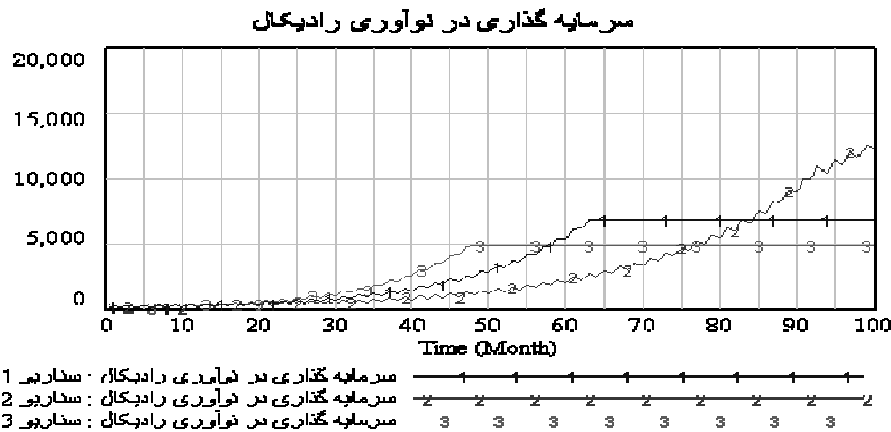
سناریوی ۲: در این سناریو، محیط سازمان به خصوص در زمینه تولیدات دانش به شدت پویا و پرتلاطم و احتمال منسوخ شدن دانش موجود و در نتیجه شکست محصولات تولیدی به شدت بالاست. این سناریو می تواند وضعیت سازمان را در زمان ورود به بازار محصولات دارویی خاص نشان دهد. برای مثال، طرح های تولید محصولات درمانی مربوط به بیماری های خاص، به شدت خطرپذیر (به دلیل احتمال بروز عوارض پس از مصرف و خارج شدن دارو از بازار) و چرخه عمر دانش آن بسیار کوتاه است (به دلیل پیشرفت سریع علم پزشکی و دستاوردهای جدید در درمان این گونه بیماری ها که ممکن است به کلی دانش و نتایج پژوهش های قبلی را نفی کند). بدین منظور، برای چنین سناریویی بعد از صحبت با کارشناسان سازمان، نرخ منسوخ شدن ۴۰ درصدی برای انباشت دانش سازمان در نظر گرفته شد. همچنین، نرخ شکست محصولات برای محصولات تدریجی ۱۵ درصد و برای محصولات رادیکال ۳۰ درصد در نظر گرفته می شود.

سناریوی ۳: در سناریوی شماره ۳، سازمان در یک محیط آرام تر نسبت به وضعیت فعلی قرار دارد. در چنین محیطی، رقبای قدرتمند کمتری وجود دارد و احتمال انجام پژوهش های علمی جدید که موجب منسوخ شدن دانش قبلی می گردد، کمتر است. این محیط شبیه به بازار محصولات آرایشی - درمانی برای سازمان مورد مطالعه است. با کاهش نرخ منسوخ شدن دانش به ۱۰ و همچنین، نرخ شکست محصولات رادیکال و تدریجی به ترتیب به ۱۰ و ۵، فرضیه ۴ مورد بررسی قرار می گیرد.

انباشت دانش



شکل ۱۱. انباشت دانش (سناریوی ۱ و ۲ و ۳)



شکل ۱۲. سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال (سناریوی ۱ و ۲ و ۳)

همان طور که در شکل ۱۱ مشخص است، افزایش نرخ منسوخ شدن دانش و محصولات، به شدت انباشت دانش سازمان را کاهش می دهد. این مسأله، سازمان را مجبور به افزایش میزان سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال می کند، تا انباشت دانش خود را به سطح مطلوب برساند (شکل ۱۲). کم بودن میزان سرمایه گذاری در سناریوی ۲ در ابتدا نسبت به سایر سناریوها، به دلیل نرخ بالای منسوخ شدن دانش و محصولات است و سازمان به تدریج با تخصیص بخش زیادی از منابع خود به سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال، سعی در افزایش انباشت دانش خود دارد، به طوری که سازمان در ماه ۹۰ به انباشت دانش هدف مورد نظر خود می رسد. در حالی که این زمان برای سناریوی ۱ ماه ۶۲ و برای سناریوی ۳ ماه ۴۵ است.

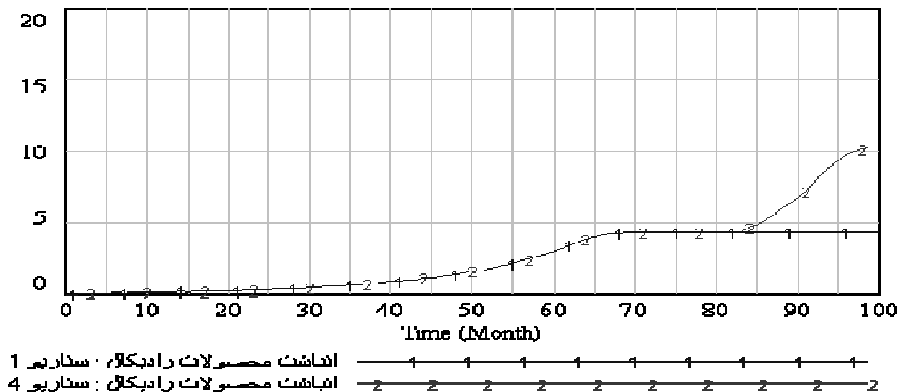
**فرضیه ۵: با یک کاهش ناگهانی در انباشت دانش سازمان، میزان سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال و در نتیجه تولید محصولات رادیکال در سازمان افزایش می یابد.**

به منظور آزمون فرضیه ۵، وضعیتی با نام سناریوی ۴ شبیه سازی شده است تا با وضعیت فعلی یعنی سناریوی ۱ مقایسه شود. در سناریوی ۴، به منظور بررسی واکنش و بازخورد نظام به رخداد، یک شوک ناگهانی با استفاده از یکی از توابع از پیش تعریف شده ونسیم، یعنی تابع STEP یک کاهش ناگهانی ۸۰۰ واحدی در انباشت دانش سازمان در پایان ماه ۸۰ اعمال شد. نمونه این رخداد در دنیای واقعی می تواند کشف مضرات یک روش درمانی برای یک بیماری مشخص توسط یک گروه پژوهشی و یا یک شرکت رقیب و در نتیجه منسوخ شدن بخش زیادی از دانش مربوط به تولید این نوع داروها باشد. شکل ۱۳ به خوبی می تواند اثرات این نوع شوک را بر انباشت دانش سازمان نشان دهد.



شکل ۱۴ واکنش نظام را در تخصیص منابع سرمایه گذاری به شوک وارده نشان می دهد که با یک افزایش شدید در سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال طی ۱۵ ماه انباشت، دانش سازمان را دوباره به سطح مطلوب و مورد نظر سازمان باز می گرداند. شکل ۱۶ نیز نشان می دهد، درحالی که سازمان با رساندن انباشت دانش خود به سطح مطلوب، بر سرمایه گذاری در نوآوری تدریجی متمرکز بوده است، با کاهش سطح انباشت دانش خود، درصد بسیار بیشتری از منابع خود را مجدد به نوآوری رادیکال تخصیص می دهد.

انباشت محصولات رادیکال



شکل ۱۶. انباشت محصولات رادیکال (سناریوی ۱ و ۴)

شکل ۱۶ نیز این افزایش را در تولید محصولات رادیکال نشان می دهد، درحالی که در سناریوی ۱ فقط نزدیک به ۵ محصول رادیکال طی ۱۰۰ ماه تولید شده است، سازمان برای جبران شوک ایجاد شده و با سرمایه گذاری مجدد بر نوآوری رادیکال، بیش از ۱۰ محصول رادیکال را در سناریوی ۴ تولید می کند.

## ۹. محدودیت های مدل

پژوهش ارائه شده همانند هر پژوهش علمی دیگری دارای محدودیت هایی است. این محدودیت ها می تواند ناشی از خود پژوهش و یا به دلیل محدودیت های ذاتی روش های شبیه سازی در ساده سازی و نادیده گرفتن برخی واقعیت ها و یا اصول محدود کننده رویکرد پویایی نظام ها باشد. در ادامه، به برخی از این محدودیت ها اشاره می گردد:

- در این مدل، فرض بر این است که منابع مورد نیاز برای سرمایه گذاری در نوآوری، فقط از سودآوری حاصل از تولید محصولات جدید و توسعه یافته قبلی و سودی که سازمان از این

محصولات به دست آورده است، تأمین می‌شود و دیگر منابع همچون اختصاص بودجه ثابت به نوآوری در نظر گرفته نشده است.

- در مدل مورد نظر مطالعه، فرض بر این است که محصولات نوآور تولیدی به دو دسته محصولات با نوآوری تدریجی و محصولات با نوآوری رادیکال تقسیم‌بندی می‌شوند و به این دلیل که هدف مطالعه فقط ارائه مدلی برای تشریح نحوه تخصیص منابع به انواع مختلف نوآوری و تأثیر آن بر انباشت دانش سازمان است، به نوع محصول تولیدی توجهی نشده است و محصولات فقط براساس نوع نوآوری که در آنها وجود دارد، تقسیم‌بندی می‌شوند و مقادیر ثابت مدل نظیر سود هر محصول بر این اساس به دو دسته تدریجی و رادیکال تقسیم‌بندی می‌شوند.

- در مطالعه حاضر، مدل مورد نظر بر متغیرهای درونی و عوامل درون‌زای نظام متمرکز شده است و کمتر عوامل برون‌زای نظام را مدنظر قرار داده است. هرچند مدل با در نظر گرفتن نرخ منسوخ شدن دانش و شکست محصولات، متغیرهای برون‌زایی را نیز که خارج از کنترل سازمان است، لحاظ کرده است.

- روش پویایی نظام کارکرد منحصر به خود را دارد و نباید از این روش مدل‌سازی انتظار حل دقیق مسائل را داشت، چرا که به گفته استرمن این انتظار از رویکرد پویایی نظام‌مند است که منجر به کج‌فهمی و انتقاد به این مدل گردیده است (Sterman 2000). کارکرد اصلی این مدل، ایجاد یک آزمایشگاه مجازی برای بررسی سیاست‌های مختلف، با هزینه کم و در زمان محدود و از آن مهم‌تر عمق بخشیدن به بینش مدیران نسبت به سازوکارهای موجود در نظام است.

#### ۱۰. نتیجه‌گیری

سازمان‌ها برای دستیابی به ظرفیت‌های نوآوری، تولید، و توسعه محصولات جدید و در نتیجه کسب مزیت رقابتی، به منابع مالی و منابع دانش نیازمندند. سازمان‌ها از طریق بهبود سطح دانش خود می‌توانند به نوآوری در محصولات و بهبود فرآیندهای خود برسند و از طرف دیگر، با سرمایه‌گذاری‌های مالی در نوآوری و توسعه محصولات جدید، انباشت دانش خود را ارتقا دهند. بدین منظور، مقاله حاضر به دنبال کشف روابط و رفتار پیچیده چنین نظامی بود و با توجه به ماهیت پویای نظام مورد مطالعه، رویکرد پویایی‌های نظام انتخاب شد تا علاوه بر مدل‌سازی این نظام، امکان آزمون سیاست‌ها و سناریوهای متفاوت و محتمل را فراهم کند. در این راستا، با بررسی مطالعات انجام‌شده و استفاده از نظرات خبرگان، یک مدل پایه برای نظام

مورد مطالعه ساخته شد. همچنین به منظور درک بهتر رفتار نظام و نشان دادن قابلیت کاربردی بودن مدل پیشنهادی، یک شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار ونسیم و براساس اطلاعات به‌دست‌آمده از مصاحبه با مدیران و بررسی مستندات یک سازمان فعال در صنعت داروسازی اجرا شد. نتایج مطالعه حاضر به شرح زیر است:

- چنانچه سازمان به دنبال کسب مزیت رقابتی و به‌دست آوردن سهم بیشتری از بازار است، باید در هر دو نوع نوآوری رادیکال و تدریجی سرمایه‌گذاری کند. این مسأله بدان معنی است که تولید محصولات جدید و توسعه محصولات موجود در بازار، هر دو باید مورد توجه سازمان باشند.
- توجه سازمان به هر دو نوع نوآوری، به معنی اختصاص سهم یکسان به هریک نیست، بلکه با توجه به شرایط سازمان و بازاری که سازمان در آن فعالیت می‌کند، باید سازوکاری برای تعیین چگونگی تخصیص منابع مالی به هریک توسط سازمان تعریف شود.
- یک سازوکار مناسب برای تعیین سهم هریک از انواع نوآوری از تخصیص منابع، هدف‌گذاری سازمان درباره عملکرد مطلوب است. اختلاف و یا شکاف میان عملکرد مطلوب با عملکرد واقعی می‌تواند هم به تعیین مقداری از سود به‌دست‌آمده توسط سازمان از نوآوری که مجدد در فعالیت‌های نوآورانه سرمایه‌گذاری می‌شود، کمک کند و هم سهم هریک از فعالیت‌های نوآورانه از منابع تخصیص‌یافته را مشخص کند.
- معیارهای عملکرد سازمان در مطالعه حاضر، سطح سودآوری و انباشت دانش سازمان انتخاب شد. دلیل انتخاب سودآوری این بود که سازمان‌ها برای رسیدن به سودآوری به دنبال تحقیق و توسعه و تولید محصولات جدید هستند و این معیار می‌تواند کمک کند تا سازمان‌ها براساس اختلاف سود به‌دست‌آمده با سود هدف، اقدام به سرمایه‌گذاری در نوآوری کنند. اما، انتخاب سطح دانش سازمان به‌عنوان یک معیار عملکرد می‌تواند چالش برانگیز باشد، به این دلیل که دانش مانند سودآوری یک معیار عینی برای اندازه‌گیری ندارد، هرچند مطالعات بسیاری از سطح دانش سازمان به‌عنوان معیاری برای سنجش عملکرد استفاده کرده‌اند. در این مطالعه نیز با توجه به اینکه هدف، تشریح رفتار مدل و نه یک اندازه‌گیری دقیق از عملکرد سازمان است، سطح دانش سازمان براساس واحدهای دانشی که در هر محصول رادیکال و یا تدریجی جای گرفته است، تعیین می‌شود. این تعیین مقیاس برای اندازه‌گیری سطح دانش سازمان

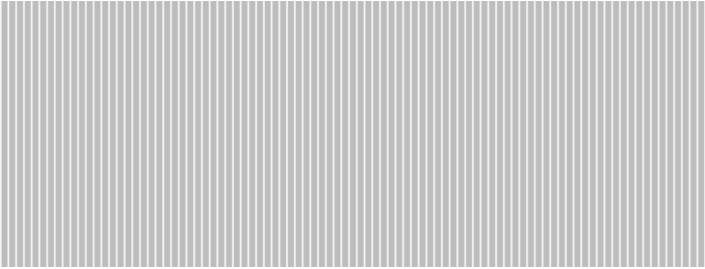
کمک می کند تا سازمان بتواند اختلاف موجود بین سطح دانش موجود با سطح دانش مطلوب را تعیین کند و درباره اختصاص منابع خود به هریک از انواع نوآوری تصمیم گیری کند.

- سازمان هایی که در محیط های به شدت پویا فعالیت می کنند، به دلیل ورود مستمر محصولات و فناوری های جدید به بازار، به شدت در معرض منسوخ شدن دانش و محصولات خود هستند و برای بقا و حفظ سودآوری نیاز مبرمی به تولید دانش جدید و در نتیجه محصولات جدید دارند. این امر فقط از طریق سرمایه گذاری بیشتر در نوآوری رادیکال میسر می شود. همچنین، سازمان هایی که در محیط های کمتر پویا فعالیت می کنند و از نظر سودآوری در شرایط مطلوبی قرار دارند، به دلیل خطر بالای تولید محصولات رادیکال در چنین بازارهایی بهتر است بیشتر منابع خود را صرف نوآوری تدریجی کنند، اما این مسأله به معنی کنار گذاشتن نوآوری رادیکال و ورود به اقیانوس آبی بازارهای جدید و بی رقیب نیست.
- مطالعات آتی می توانند با در نظر گرفتن عوامل برونزا و محیطی چون تأثیر تغییرات فناوریانه و بازار و همچنین قدرت رقبا، مدل های جامع تری را ارائه دهند. همچنین، در نظر گرفتن دیگر سیاست های خلق و انتقال دانش از جمله انتقال دانش از مشتریان، رقبا، و شرکای سازمان و یا همکاری در خلق مشترک دانش با دیگر سازمان ها می تواند جامعیت بیشتری به مدل مورد نظر ببخشد.

#### ۱۱. منابع

- محقق، علی، علی مروتی شریف آبادی. ۱۳۸۵. مدل سازی روش تولید به هنگام با استفاده از رویکرد پویایی سیستم. فصلنامه مدرس علوم انسانی ۴۶: ۲۶۹-۲۹۲.
- Baker, W. E., and Sinkula, J. M. 2007. Does market orientation facilitate balance innovation programs? An organizational learning perspective. *Journal of Product Innovation Management* 24 (4): 316-334.
- Bo Yang, and Hoa Sheng. 2010. The Knowledge transfer evolutionary model and simulation based on the modeling of system dynamics. In *International Conference on Management of e-Commerce and e-Government*. Nanchang, China: 10-15.
- Carneiro, A. 2000. How does knowledge management influence innovation and competitiveness? *Journal of Knowledge Management* 4 (2): 87-98.
- Damanpour, F. 1996. Organizational complexity and innovation: developing and testing multiple contingency models. *Management Science* 42 (5): 693-716.
- Forrester, J. W. 1975. *Collected Papers of J. W. Forrester*. Cambridge, MA, USA: Wright Allen Press, Inc.
- Forrester, J. W. 1961. *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Garcia, R., R. J. Calantone, and R. Levine. 2003. The role of knowledge in resource allocation to exploration versus exploitation in technologically oriented organizations. *Decision Sciences* 34 (2): 323-349.

- Kortelainen, S., Kalle Piirainen, and Markku Tuominen. 2008. A system dynamics model of learning and innovation process *profitability*. In *The International Conference of the System Dynamics Society Athens, Greece*. <http://systemdynamics.org/conferences/2008/proceed/index.html> (accessed 14 June 2011).
- Lam, Alice. 2004. *Organizational Innovation. Handbook of Innovation*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Levinthal, D. A., and J. G. March. 1993. The myopia of learning. *Strategic Management Journal* 14 (8): 95-112.
- Madhavan, R., and Grover, R. 1998. From Embedded Knowledge to Embodied Knowledge: New Product Development as Knowledge Management. *Journal of Marketing* 62 (4): 1-12.
- March, J. G. 1991. Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science* 2 (1): 71-87.
- Miller, R. J. 2010. New product development and innovation through joint knowledge creation and transfer in a dyadic supply chain. Phd dissertation, Cleveland State University.
- Milling, Peter M. and Joachim Stumpfe. 2000. Product and Process Innovation A System Dynamics-Based Analysis of the Interdependencies. In *The 18th International Conference of The System Dynamics Society, Sustainability in the Third Millennium*. Bergen, Norway.  
[www.systemdynamics.org/conferences/2000/.../milling1.pdf](http://www.systemdynamics.org/conferences/2000/.../milling1.pdf) (accessed 14 June 2011).
- Nohria, N., and R. Gulati. 1996. Is slack good or bad for innovation? *Academy of Management Journal* 39: 1245-1264.
- Sofianti, T. D., K. Suryadi, R/ Govindaraju, and B. Prihartono. 2010. Customer Knowledge co-creation process in new product development. In *Proceedings of the World Congress on Engineering. Vol. I, WCE 2010, London, U.K.* IAENG Publications London, U.K.  
[www.iaeng.org/publication/.../WCE2010\\_pp335-340.pdf](http://www.iaeng.org/publication/.../WCE2010_pp335-340.pdf) (accessed 14 June 2011).
- Sterman, J. D. 2000. *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. Boston, MA: Irwin McGraw Hill.
- Sushil. 1993. *System dynamics: A practical approach for managerial problems*. New Delhi, India: Wiley Eastern publication.
- Walsh, J. P., and G. R. Ungson. 1991. Organizational Memory. *Academy of Management Review* 16 (1): 57-91.



# Modeling Relationship between R&D Activities and Organization Knowledge Stock Using System Dynamics Approach

**Ali Mohaghar<sup>1</sup>**

Associate Professor in Faculty of Management,  
University of Tehran

**Mohammad Mirkazemi Mood\***

Graduate Student in Industrial Management,  
University of Tehran

**Hossein Rahmany Youshanlouei<sup>2</sup>**

MA of EMBA, University of Tehran

Iranian Journal of  
**Information  
Processing &  
Management**

Iranian Research Institute  
For Science and Technology  
ISSN 2251-8223  
eISSN 2251-8231  
Indexed in LISA, SCOPUS & ISC  
Vol.28 | No.1 | pp: 149-179  
autumn 2012

**Abstract:** Knowledge is identified as a critical factor for innovation. On the other side, knowledge creation takes place through investing on R&D activities and developing new products. Furthermore, not all types of R&D activities result in similar types of innovation. Indeed, investing on research activities result in radical innovation and investing on development activities conclude in incremental innovation. Keeping a balance between these two kinds of innovation in products is critical to acquire competitive advantages. To investigate the dynamic-nature and complex relationship between knowledge creation and investing on R&D activities, presenting paper tried to study impacts of different investing policies on knowledge stock using a systematic view. Hence, "system dynamics" which is an approach to study the complex system is used to model and simulate the presenting system. Beside, a case study was also presented to test applicable capability of the model. The simulation results showed that investing policies on R&D activities must be based on comparing the real performance and the goal performance.

**Keywords:** Radical innovation, incremental innovation, system dynamics approach, diagram of cause and effect loops, stock and flow diagram

---

1. amphaghar@ut.ac.ir

\*Corresponding author: mohamad\_mirkazemi@yahoo.com

2. rahmani82@gmail.com