



شبیه سازی اثر سیاست های سرمایه گذاری در نوآوری بر انباشت دانش سازمان با استفاده از رویکرد پویایی های سیستم

محمد میر کاظمی مود (نویسنده مسؤول)

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

Email: mohamad_mirkazemi@yahoo.com

علی محقر

دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۱ * تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۰

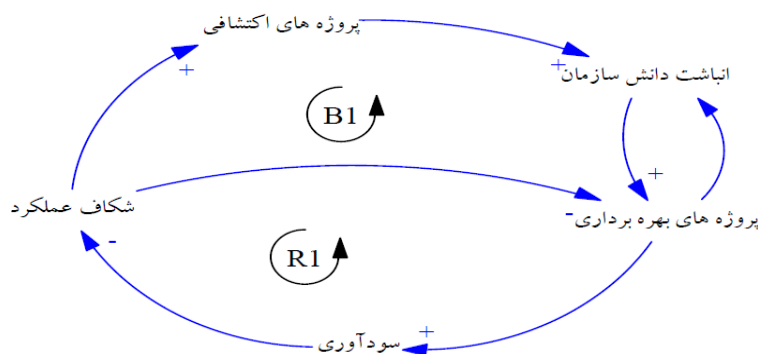
چکیده

دانش همواره به عنوان یک عامل تعیین کننده در نوآوری شناخته شده است. اما دانش مورد نیاز برای نوآوری همواره به صورت آماده در اختیار سازمان قرار نمی گیرد و نیاز است تا سازمان بخش اعظمی از آن را خود خلق کند. دانش در سازمان می تواند از طریق سرمایه گذاری در نوآوری و توسعه محصولات جدید خلق شود. هدف این مقاله بررسی ماهیت پویا و پیچیده ی رابطه بین خلق دانش و تصمیمات سرمایه گذاری در نوآوری و شناسایی مناسب ترین سیاست های سرمایه گذاری سازمان در نوآوری است. بدین منظور مقاله حاضر سعی دارد تا با نگاهی سیستمی و با استفاده از رویکرد پویایی سیستمی و ابزارهای آن همانند نمودارهای علی- معلولی، نمودار جریان و شبیه سازی به مطالعه اثر سیاست های مختلف سرمایه گذاری در نوآوری بر انباشت دانش سازمان بپردازد. به منظور آزمون کاربردی بودن مدل ارائه شده در دنیای واقعی، یک مطالعه موردی ارائه شده است و نتایج شبیه سازی نشان می دهد که سیاست تخصیص منابع به هر یک از فعالیت های نوآوری رادیکال و تدریجی بر اساس شکاف میان انباشت دانش واقعی و هدف سازمان، مناسبترین سیاست تخصیص منابع در سازمان مورد مطالعه است.

واژه های کلیدی: خلق دانش، نوآوری رادیکال، نوآوری تدریجی، رویکرد پویایی های سیستم، شبیه سازی.

۱- مقدمه

تصمیمات مرتبط با فعالیت های تحقیق و توسعه تأثیر شگرفی بر پیامدهای بازار و مالی سازمان هایی که به فن آوری گرایش دارند، می گذارد و اکتشاف فن آوری های جدید و بهره برداری و استخراج از دانش موجود یک تم مرکزی در فرآیندهای نوآوری می باشد. در عین حال انتخاب نحوه تخصیص منابع بین این دو فعالیت، به شدت با دانش فن آوری سازمان گره خورده است. نظریه پردازان به صورت وسیعی تعادل میان فعالیت های اکتشافی را که منجر به نوآوری رادیکال می گردد و فعالیت های استخراجی و بهره بردارانه که منجر به نوآوری تدریجی می گردد را مورد بحث قرار داده اند (March & Levinthal, 1981; Lewin et al., 1999) وقتی که هر دو فعالیت برای منابع محدود رقابت می کنند سازمان باید سیاست های تصمیم گیری را برای تخصیص این منابع اتخاذ کند. در واقع می توان گفت تصمیم گیری درباره تخصیص منابع به فعالیت های نوآوری و تحقیق و توسعه سازمان، یک تبادل تصمیمات بین فعالیت های تحقیقی، اکتشافی و ساخت محصولات با نوآوری رادیکال در برابر فعالیت های توسعه، تولید محصولات با نوآوری تدریجی و فرآیندهایی برای بازگشت سرمایه و سودآوری سریع است. همچنین این مسأله می تواند به عنوان یک رقابت بین سبدهای سرمایه گذاری پروژه های نوآوری با تغییرپذیری و خطرپذیری بالا در زمان بندی و پرداخت، و سبدهای سرمایه گذاری با خطرپذیری پایین تعریف شود که به منظور حفظ بازار کنونی انجام شده و به دنبال بهبود فن آوری ها و محصولات اصلی و موجود است (March, 1991) پس یکی از مسائلی که سازمان در تصمیمات سرمایه گذاری در نوآوری با آن روبروست، چگونگی تخصیص منابع بین نوآوری رادیکال و تدریجی، به منظور رسیدن به بهترین عملکرد است. منظور از عملکرد در اینجا انباشت سودآوری و دانش سازمان است. در این زمینه گارسیا و همکاران^۱ (۲۰۰۳) با ارائه یک مدل پویا به این مسأله اشاره می کنند که هر چه میزان شکاف عملکردی سازمان بیشتر باشد، تمایل سازمان به سرمایه گذاری در فعالیت های اکتشافی بیشتر می شود. شکل ۱ این ارتباط بین متغیرهای تصمیم گیری در سرمایه گذاری را در فعالیت های نوآوری داخلی نشان می دهد. آن ها به این موضوع اشاره می کنند که سازمان ها زمانی به فعالیت های اکتشافی تمایل پیدا می کنند که عملکردشان در سودآوری و خلق دانش جدید مطلوب نبوده و پایین تر از سطح آرمانی تعیین شده است.



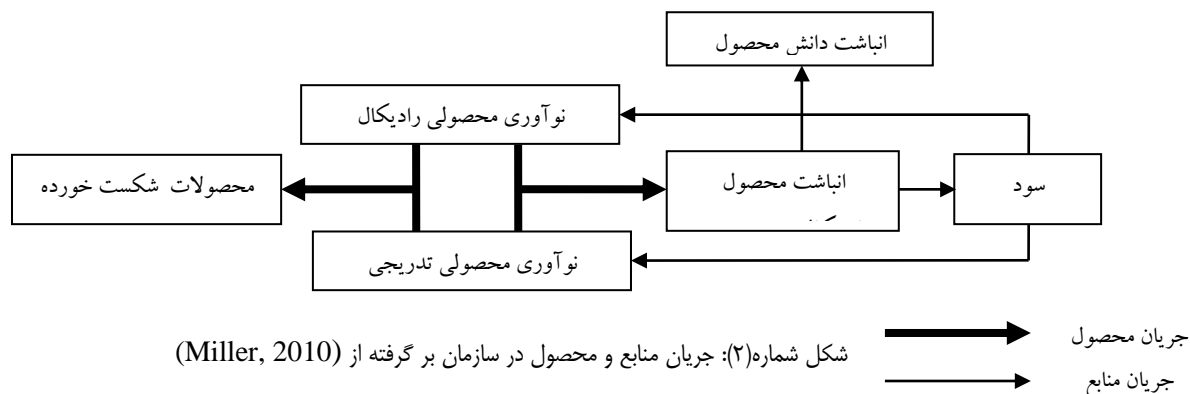
شکل شماره (۱): ارتباط بین شکاف عملکرد و سرمایه گذاری در فعالیت های اکتشافی (Garcia et al., 2003)

میلر^۲ (۲۰۱۰) نیز یک مدل جامع که پویایی سیاستهای مربوط به انتقال و خلق دانش، تخصیص منابع و مکانیزم های بازخوردی در طول زمان در میان یک سازمان منفرد و تأمین کننده نشان می دهد، ارائه می کند. همچنین تأثیر عوامل درون زا و برون زا بر نوآوری رادیکال و تدریجی را در تحقیق خود بررسی می کند. او در مطالعه خود مدلی برای تشریح جریان منابع و محصولات در سازمان و تأثیر آن بر تصمیم گیری سازمان در سرمایه گذاری ارائه می دهد. بر طبق این مدل که در شکل شماره ۲ ارائه شده است با افزایش تولید محصولات جدید، انباشت دانش سازمان و همچنین منابع اضافی ناشی از سودآوری سازمان افزایش می

¹. Garcia et al.

². Miller

یابد. این افزایش همانند یک حلقه خود تقویت کننده موجب می شود تا منابع بیشتری برای توسعه محصولات جدید فراهم شود. هر چند برخی از این محصولات ممکن است شکست خورده و در نتیجه انباشت دانش و سودآوری سازمان را کاهش دهند.



بدین منظور مسأله پیش روی تحقیق حاضر که در واقع مسأله سازمان مورد مطالعه نیز می باشد، اینست که سازمان برای دست یابی به سطح مناسب و مطلوبی از دانش و سودآوری، می بایست چه سیاست هایی را برای تخصیص منابع مالی خود به انواع نوآوری اتخاذ کند. اما این فرآیند تصمیم گیری پویا نمی تواند از طریق نگرش ایستای موجود در ادبیات نوآوری انجام شود. بدین منظور به مدلی پویا نیازمند است که بتواند از طریق طراحی مکانیزم های بازخوردی، واکنش های سیستم مورد مطالعه به تغییرات درون و بیرون را مورد بررسی قرار داده و ابزاری به منظور تحلیل رفتار سیستم و آزمون سیاست های مختلف ایجاد کند. در راستای این هدف، مقاله حاضر به دنبال بررسی سیاست های مختلف سازمان در تخصیص منابع و سرمایه گذاری در انواع نوآوری و اثر آن ها بر سطح دانش سازمان با استفاده از رویکرد پویایی سیستم است. استفاده از این رویکرد می تواند یک دیدگاه اولیه را درباره پیامدهای پویای اقدامات در مدیریت نوآوری فراهم کرده و این اجازه را می دهد که استراتژی های مختلف سرمایه گذاری نوآوری مورد آزمون قرار بگیرد. در ادامه مقاله روش شناسی مورد نظر تحقیق ارائه شده و با ارائه نمودارهای علی- معلولی و جریان سیستم مورد مطالعه، شبیه سازی انجام می شود. در پایان نتایج حاصل از شبیه سازی و آزمون سیاست ها مورد بحث قرار می گیرد.

در مطالعه حاضر، به دلایل زیر رویکرد پویایی سیستمی به عنوان متدولوژی تحقیق برای بدست آوردن درک و دیدگاهی درست در مورد روابط سیستم انتخاب شده است:

- یک سازمان نوآور نیاز دارد که برای پاسخگویی به شرایط داخلی و خارجی متنوع توانمند باشند. به همین دلیل فرآیند تصمیم گیری در زمینه تخصیص منابع به فعالیت های نوآوری و توسعه محصول نمی تواند با نگرشی ایستا مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد و نیاز به نگرشی پویا نیاز است تا اثرات تصمیمات و سیاست های اتخاذی را در طول زمان از طریق مکانیزم های بازخوردی مورد توجه قرار داده و با ایجاد بینشی عمیق در مدیران به آن ها کمک کند تا بهترین سیاست ها را در بلند مدت اتخاذ کنند.

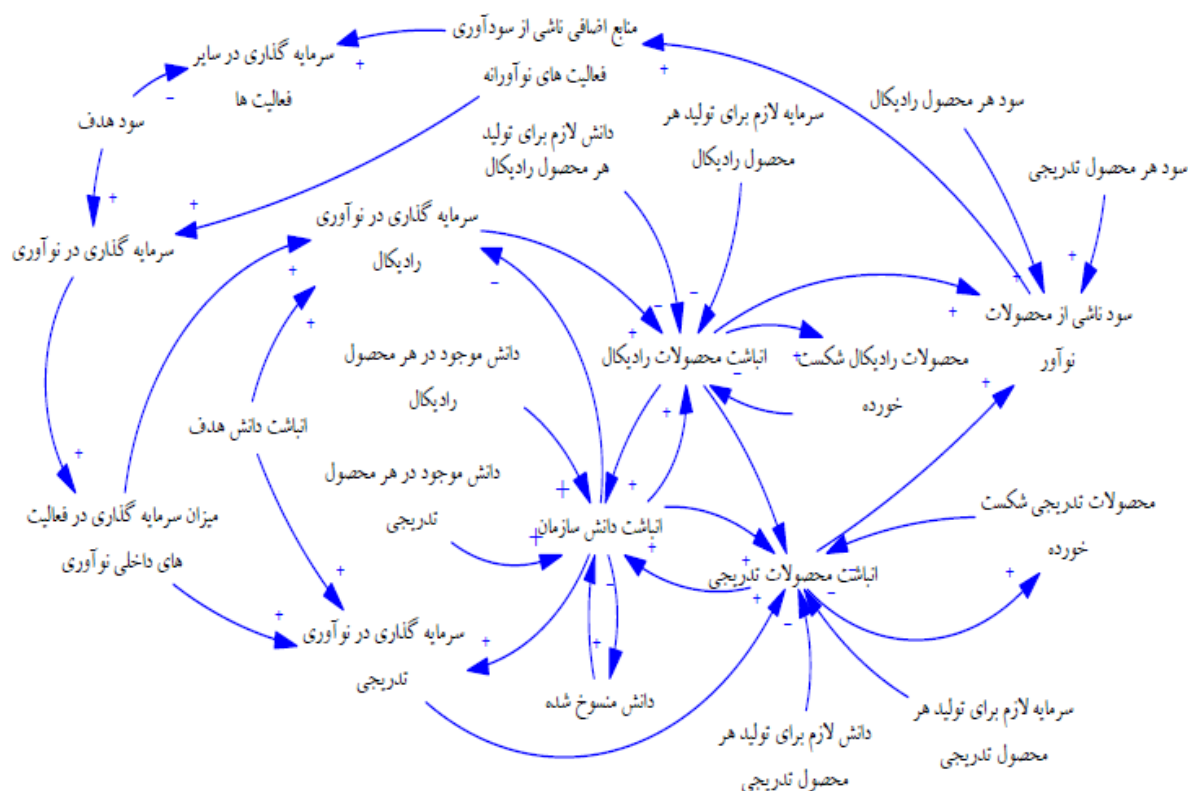
- برای مدل سازی سیستم مورد نظر اطلاعات کافی درباره متغیرهای سیستم موجود است ولی درک کافی درباره متغیرهای مدل و چگونگی رفتار آن ها تحت سناریوهای مختلف وجود ندارد. بنابراین لازم است تا اطلاعات و آگاهی های موجود در مدلی رایانه ای که می تواند پیامدهای اجزاء شناخته شده ی سیستم را نشان دهد، پیاده شود (Forrester, 1975).

- سیستم مورد مطالعه تا حد زیادی به دلیل ساختار آن که متشکل از روابط علی و معلولی است، پویا می باشد. به همین دلیل به رویکردی نیاز است که این ساختار علی را شناسایی کرده تا با کمک آن مدیریت بتواند سیاست های مختلف را با تغییر علت ها طراحی، و نتایج حاصل از هر سیاست را ارزیابی کند.

- سیستم مورد مطالعه بیش از آن که تحت تأثیر عوامل برون‌زا باشد، متأثر از عوامل و ارتباطات درون‌زاست و سیاست‌های درونی در شکل‌دهی عملکرد آن تأثیر بیشتری دارد. بهترین رویکرد برای مدل‌سازی چنین سیستم‌هایی، رویکرد پویایی سیستم‌هاست (Sushil, 1993)

رویکرد پویایی سیستمی رویکردی منحصر به خود را دارد. در این رویکرد پس از تعریف مسأله به شکلی پویا که در بخش قبلی به تفصیل مورد بحث قرار گرفت، لازم است تا مفهوم سازی سیستم انجام شود. خروجی مفهوم سازی سیستم نمودار علی-معلولی است. بر اساس نمودار علی - معلولی، در مرحله فرمول بندی یا صورت بندی مدل نمودار جریان تهیه شده و فرمول ها و روابط میان متغیرهای نرخ، سطح و مقادیر ثابت تعیین می گردند. در مرحله آخر روش شناسی پویایی سیستم نیز شبیه سازی و آزمون سیاست های مختلف به منظور انتخاب مناسب ترین سیاست ها انجام می شود (Sterman, 2000). در ادامه این بخش روش شناسی پویایی سیستمی به منظور مدل سازی و شبیه سازی رفتار سرمایه گذاری سازمان مورد مطالعه که یک سازمان فعال در صنعت غذایی و داروسازی است، اجرا می شود.

در این مرحله با مروری بر ادبیات و تحقیقات گذشته به یک نمودار علی-معلولی برای توضیح روابط علی میان متغیرها دست یافتیم. شکل ۳ این نمودار را نشان می دهد.



شکل شماره (۳): نمودار علی-معلولی سیستم

نکات قابل توجه درباره شکل ۳ عبارتند از:

الف) هرچه سازمان سود هدف بیشتری را برای فعالیت های نوآوری خود در نظر بگیرد، میزان سرمایه گذاری در فعالیت های نوآوری را افزایش می دهد (Garcia et al., 2003)

ب) هرچه سود حاصل از فعالیت های نوآوری بیشتر باشد (به میزان سود هدف نزدیک تر باشد) تمایل سازمان برای سرمایه گذاری در فعالیت های نوآوری کمتر بوده و سازمان سود حاصل را در سایر فعالیت های سازمانی سرمایه گذاری می کند (Miller, 2010)

ج) هرچه محصولات نوآور بیشتری تولید شود سطح دانش سازمان افزایش یافته و همچنین این افزایش سطح دانش سازمان منجر به تولید محصولات جدیدتر و نوآوری بیشتر سازمان می گردد (Sofianti et al., 2000; Madhavan & Grover, 1998).

د) با افزایش سرمایه گذاری در نوآوری تعداد محصولات نوآور تولیدی افزایش یافته و تولید این محصولات سودآوری سازمان را بهبود می بخشند. همچنین افزایش سودآوری سبب می شود تا منابع مالی بیشتری در اختیار سازمان برای سرمایه گذاری در نوآوری قرار بگیرد (Levinthal & March, 1993; Nohria & Gulati, 1996)

ه) افزایش سطح انباشت دانش سازمان می تواند منجر به کاهش علاقه سازمان به سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال شود، به این دلیل که با اینکه نوآوری رادیکال انباشت دانش سازمان را بیشتر افزایش می دهد (Lewin et al., 1999)

و) با گذشت زمان و ورود محصولات و فناوری های جدید دانشی که در اختیار سازمان است به مرور منسوخ شده و اثربخشی خود را از دست می دهد. این حلقه همان عاملی است که سازمان را وادار می کند تا به دنبال سرمایه گذاری برای نوآوری و خلق دانش جدید در سازمان باشد تا سطح دانش خود را برای نوآوری و توسعه محصولات جدید حفظ کند (Garcia et al., 2003)

ز) کلیه پروژه های توسعه محصول با موفقیت روبرو نمی شوند و بسیاری از محصولات نوآور تولیدی ممکن است بعد از ورود به بازار شکست بخورند. همچنین عواملی همچون تغییرات و تلاطم های بازار و فناوری ممکن است یک محصول را از انباشت محصولات نوآور سازمان خارج کند که این موضوع سازمان را مجبور می سازد تا به دنبال سرمایه گذاری در تولید محصولات نوآور به منظور پر کردن خلاء محصولات شکست خورده و کسب سودآوری در یک بازار رقابتی پر تلاطم، باشد (Miller, 2010)

۲- مواد و روشها

مطابق با روش شناسی پویایی سیستم ها پس از طراحی مدل علی - معلولی سیستم مورد مطالعه، به منظور کمی سازی مدل و شبیه سازی سیاست های مختلف، لازم است تا نمودار جریان سیستم نیز تهیه شود. در این مرحله بر اساس نمودار علی - معلولی، روابط بین متغیرهای سطح، نرخ و کمکی با استفاده از روابط و فرمول های ریاضی تعیین می شود. خروجی این مرحله نمودار جریان است. در ادامه با ارائه نمودار جریان ایجاد شده مهمترین اجزای این نمودار در قالب متغیرهای سطح، نرخ، کمکی و مقادیر ثابت شرح داده می شود. شکل ۴ نمودار جریان سیستم را نشان می دهد.

متغیرهای سطح مدل پیشنهادی با توجه به نوع انباشت به سه دسته تقسیم بندی می شوند. متغیرهای سطح محصول که متغیرهایی می باشند که انباشت های محصول را نشان می دهند. متغیرهای سطح دانش که انباشت های دانش محصول را نشان می دهند و متغیرهای سطح منابع که انباشت های منابع مالی شامل سود و سرمایه گذاری را نشان می دهند. با توجه به تعداد زیاد متغیرها و معادلات، رابطه ۱ که نحوه محاسبه متغیر سطح "انباشت سود ناشی از محصولات نوآور" را نشان می دهند به نمایندگی از سایر متغیرهای سطح ارائه شده است.

$$= \text{انباشت سود ناشی از محصولات نوآور} \int_0^1 \text{انباشت محصولات تدریجی سازمان} * \text{سود هر محصول تدریجی} + \text{انباشت محصولات رادیکال} * \text{سود هر محصول رادیکال} + \text{نرخ تخصیص منابع اضافی به سایر فعالیت ها} - \text{نرخ تخصیص منابع اضافی به فعالیت های نوآوری } dt$$

انباشت های محصول در یک دسته بندی به دو دسته انباشت های محصول رادیکال و تدریجی تقسیم می شوند. اما نکته قابل ذکر درباره انباشت های محصول وجود انباشت محصولات بالقوه است. انباشت محصولات بالقوه تعداد محصولاتی را نشان می دهد که سازمان دانش کافی برای تولید آن ها را در اختیار دارد. اما ممکن است منابع کافی مالی برای تولید آن ها را نداشته باشد. دلیل وجود این متغیر سطح اینست که منابع دانش خاصیت مصرف شدن ندارند. بدین معنی که با تولید یک محصول دانشی که برای تولید آن بکار رفته شده است، از بین نمی رود در حالی که با تولید یک محصول جدید مقادیری منابع مالی برای طراحی و ساخت آن هزینه می شود که این منابع دیگر قابل بازگشت نیست و مصرف شده است. اهمیت مقادیر ثابت و متغیرهای کمکی در مدل طراحی شده به دلیل نقش آن ها در ایجاد مکانیزم های بازخوردی و تعیین سیاست های سرمایه گذاری است. هدف از استفاده از مکانیزم های بازخوردی در این مطالعه کمک به درک و شناخت چگونگی تأثیر سیاست ها و هدف گذاری های سازمان در فعالیت های نوآوری و تحقیق و توسعه، بر عملکرد آن است. تغییر در مقادیر ثابتی که در کنترل سازمان است یا نحوه محاسبه متغیرهای کمکی می تواند بر میزان سرمایه گذاری در هر یک از انواع نوآوری و یا نواحی طراحی شده در مدل تأثیرگذار باشد. رابطه ۲ نحوه محاسبه متغیر کمکی را نشان می دهد که با مقایسه سودآوری واقعی فعالیت های نوآوری با سودآوری هدف، تعیین می کند که مجدداً چه میزان از منابع اضافی ناشی از سودآوری محصولات جدید تولیدی مجدداً در خود فعالیت های نوآوری سرمایه گذاری شود. برای تعریف این متغیر از یکی از توابع از پیش تعریف شده ونسیم (IF THEN ELSE({cond} , {ontrue} , {onfalse})) استفاده شده است.

$$(3) = \text{کسری از منابع اضافی سازمان که مجدداً در نوآوری سرمایه گذاری می شود.} \\ \text{سود هدف ناشی از محصولات نوآور} > \text{انباشت سود ناشی از محصولات نوآور} (IF THEN ELSE, X, Y)$$

رابطه ۳ نیز نحوه تقسیم منابع بین دو فعالیت تحقیق و توسعه یعنی تولید محصولات با نوآوری رادیکال و تولید محصولات با نوآوری تدریجی را نشان می دهد. بر اساس این رابطه سهم نوآوری رادیکال از منابع تابعی از شکاف عملکرد سازمان در خلق دانش است. که به صورت منحنی S شکل و بر اساس مرور تحقیقات گذشته (Garcia et al., 2003; Miller, 2010) و تأیید مدیران در طی مورد مطالعاتی بدست آمده است. ثابت g درجه شیب منحنی رشد را نمایش می دهد و یک رشد کسری می باشد که توسط استرمن (۲۰۰۰) تعریف شده است. همچنین KS انباشت دانش سازمان و GKS انباشت دانش هدف می باشد. لازم به ذکر است که وقتی میزان شکاف سودآوری برابر با صفر باشد یک مقدار مساوی از منابع بین نوآوری رادیکال و تدریجی تقسیم می شود

کسری از سرمایه گذاری در نوآوری داخلی که به نوآوری رادیکال تخصیص می یابد (۳)

$$= \frac{1}{1 + \text{EXP}(-g * (\text{GKS} - \text{KS}))}$$

جدول شماره (۱): مقادیر ثابت مدل را نشان می دهد.

نام ثابت	مقدار در مدل پایه
دانش لازم برای تولید هر محصول رادیکال	۱۰۰
دانش لازم برای تولید هر محصول تدریجی	۶۰
سرمایه لازم برای تولید هر محصول رادیکال	۱۰۰۰
سرمایه لازم برای تولید هر محصول تدریجی	۷۰۰
دانش موجود در هر محصول رادیکال	۴۰
دانش موجود در هر محصول تدریجی	۲۰
سود هر محصول رادیکال	۱۰۰
سود هر محصول تدریجی	۶۰
سود هدف	بر اساس سناریو مورد نظر تعیین می شود
انباشت دانش هدف	بر اساس سناریو مورد نظر تعیین می شود.

سومین دسته از متغیرهای مهم مدل، متغیرهای نرخ می باشند. متغیرهای نرخ مدل به دو دسته متغیرهای نرخ ورودی و متغیرهای نرخ خروجی تبدیل می شوند. در ادامه نحوه محاسبه متغیرهای "نرخ ورود محصولات رادیکال بالقوه" و "نرخ شکست محصولات رادیکال" به نمایندگی از سایر متغیرهای نرخ مدل ارائه می شود.

متغیرهای نرخ ورود محصولات: این متغیرها میزان محصولات ورودی به انباشت های مختلف محصول شامل انباشت های محصولات بالقوه و محصولات تولید شده را تعیین می کنند.

نرخ ورود محصولات رادیکال بالقوه (۴) = انباشت دانش / دانش لازم برای تولید هر محصول تدریجی

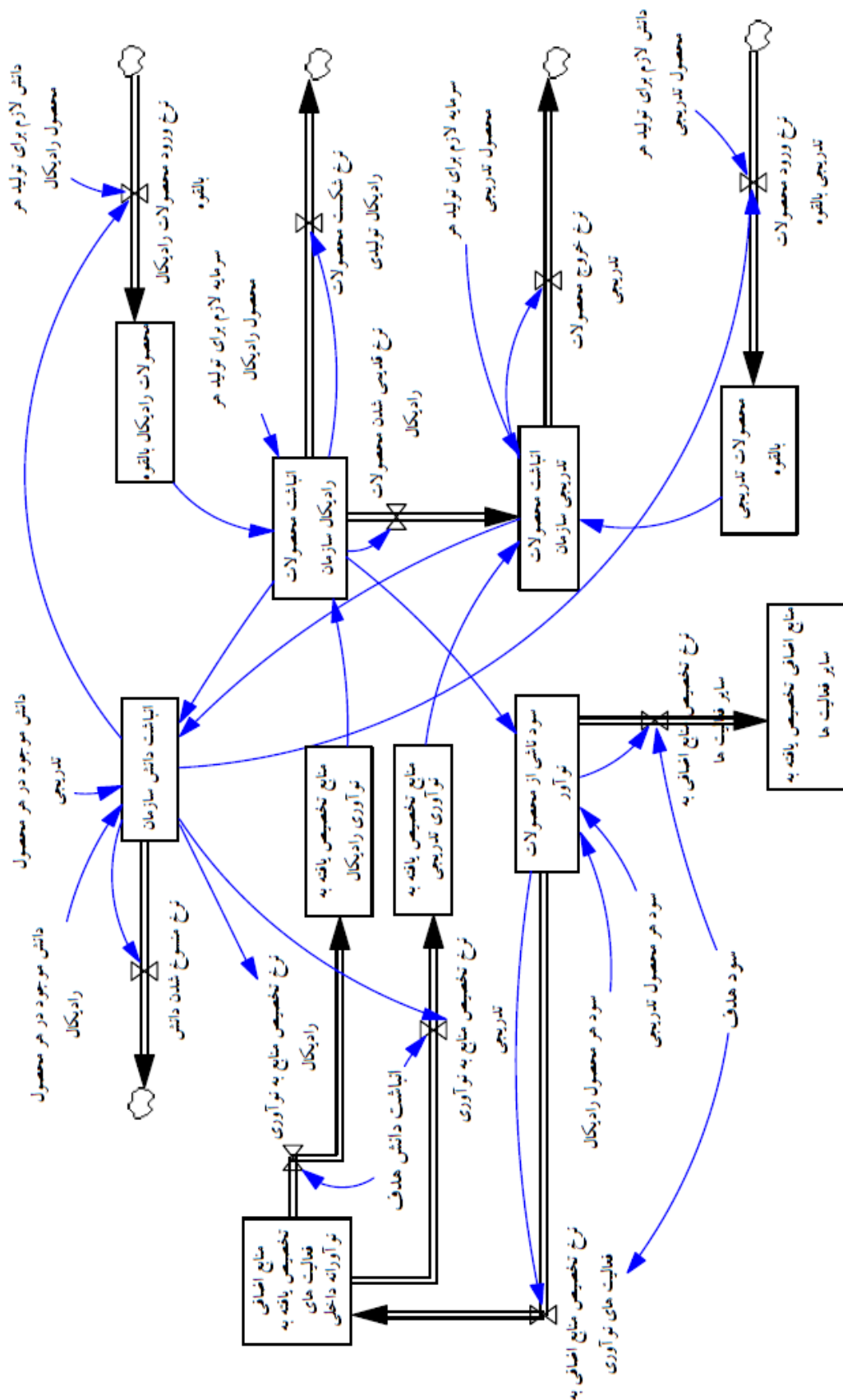
متغیرهای نرخ خروج محصولات: این متغیرها شامل نرخ شکست محصولات و نرخ منسوخ شدن یا قدیمی شدن محصولات می باشند. اهمیت این متغیرها به دلیل کاهش انباشت های محصولات تولید شده و در نتیجه ایجاد تعادل در سیستم است.

در محاسبه متغیرهای نرخ شکست محصولات باید به این نکته توجه می شد که شکست یا موفقیت محصولات جدید بعد از ورود به بازار به سرعت مشخص نمی شود بلکه یک فاصله زمانی بین ورود محصولات به بازار و مشخص شدن موفقیت یا شکست آن ها وجود دارد. این فاصله زمانی در مدلسازی پویایی سیستم در قالب تأخیر زمانی ثابت مدلسازی می شود. برای مثال نرخ شکست محصولات رادیکال تولیدی در داخل سازمان با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

نرخ شکست محصولات رادیکال (۶) $DELAY\ FIXED =$ انباشت محصولات رادیکال سازمان $(0, 2, 0.3) *$

یک مدل پس از آن که تست های اعتبار را پشت سر گذاشت می تواند برای بررسی اثر سیاست های مختلف بر سیستم مورد استفاده قرار بگیرد. در این مطالعه آزمون های متفاوتی برای ارزیابی اعتبار مدل مورد استفاده قرار گرفته است (Forrester, 1961) یکی از این آزمون ها تست حد نهایی است (Mohaghar & Morovati, 2007). در این تست تعدادی از متغیرهای اصلی مدل (مانند نرخ سرمایه گذاری در نوآوری، انباشت محصولات نوآور تولیدی و انباشت های سود و دانش) در حالت های بسیار زیاد و بسیار کم تغییر داده شده و میزان حساسیت مدل در برابر این تغییرات بررسی شد. نتایج نشان دهنده رفتار منطقی مدل در این حالات می باشد. همچنین رفتار مدل به میزان اولیه متغیرهای اصلی حساس نیست و با تغییر در آن ها تنها میزان شیب یا دامنه نمودارها تغییر می کند. همچنین تست حالت تعادل برای بررسی منطقی بودن تعریف متغیرها و ساختار، 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 شبیه سازی شده و رفتار منطقی از آن مشاهده شد. همچنین نتایج حاصل از شبیه سازی سیستم توسط مدیران سازمان مورد مطالعه و تعدادی از خبرگان دانشگاهی که در این تحقیق از نظرات آن ها استفاده شده است، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از مدل از نظر مدیران سازمان با تجربیات آنها در دنیای واقعی منطبق بوده و نتایج مورد انتظار خبرگان حاصل شده است.

شکل شماره (۴): نمودار جریان سیستم

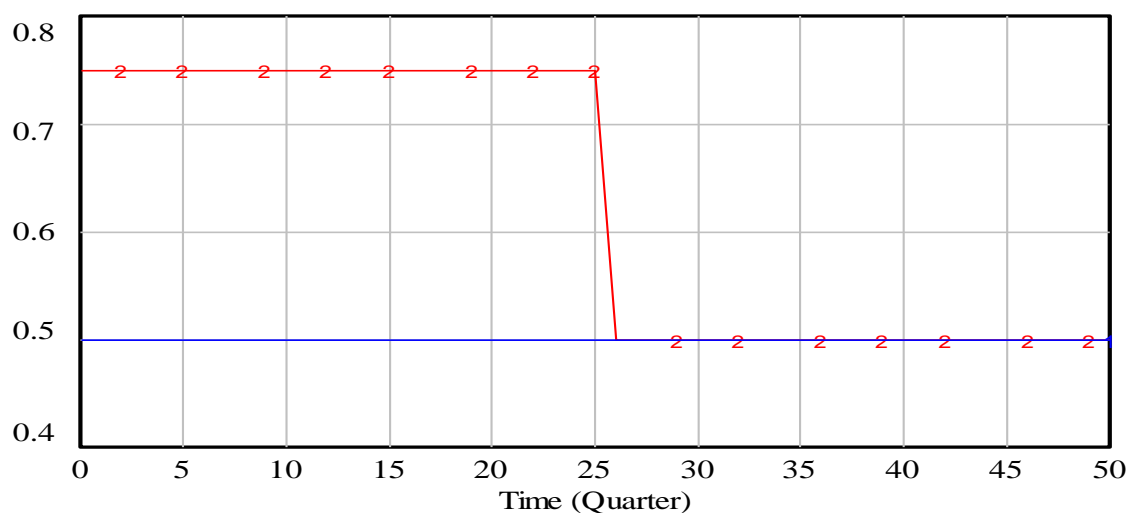


در این گام سیاست های مختلف و مورد نظر سازمان شبیه سازی می شوند. در واقع هدف نهایی از کل فرآیند، مدل سازی و یادگیری طراحی سیاست هایی است که می توانند رفتار سیستم را بهبود دهند. در این قسمت از مطالعه با استفاده از مکانیزم های بازخوردی تعریف شده برای مدل به بررسی سیاست ها و سناریوهای مختلف سرمایه گذاری در نوآوری و بررسی تأثیر آن بر سطح انباشت دانش و انباشت سود سازمان می پردازیم. بدین منظور برای بررسی اثر سناریوها و سیاست های مختلف بر عملکرد سازمان در خلق دانش و سودآوری، فرضیه هایی مطرح و با انجام شبیه سازی، نتایج حاصل از آن تجزیه و تحلیل می شود. این کار از طریق شبیه سازی با استفاده از نرم افزار ونسیم صورت می گیرد. واحد زمانی شبیه سازی با توجه به اینکه تهیه گزارشات و بررسی نتایج حاصل از پروژه های تحقیق و توسعه در سازمان مورد مطالعه، به صورت دوره های سه ماهه است، واحد زمانی شبیه سازی نیز دوره های سه ماهه انتخاب شده و طول شبیه سازی حدود ۱۲ سال، ۱۵۰ ماه یا ۵۰ دوره سه ماهه انتخاب شد. این مدت زمان پس از گفتگو با مدیران و کارشناسان خبره سازمان و با توجه به تجربیات و سیاست های سازمان در تعیین افق های سرمایه گذاری انتخاب شد.

فرضیه ۱: سیاست تخصیص منابع اضافی به فعالیت های نوآوری و سایر فعالیت های سازمان، بر اساس شکاف عملکرد سودآوری، موجب بهبود سودآوری سازمان در مقایسه با وضعیت موجود (تخصیص سهم یکسان به هر یک از دو نوع فعالیت) می گردد.

به منظور آزمون این فرضیه دو سیاست شبیه سازی شدند. در سیاست اول سازمان منابع اضافی ناشی از سودآوری فعالیت های نوآورانه خود را به صورت مساوی بین دو دسته از فعالیت ها تقسیم می کند. در واقع نیمی از این منابع به سایر فعالیت های سازمانی همانند سرمایه گذاری در بخش های دیگر اختصاص داده می شود و نیمی از این منابع مجدداً در فعالیت های نوآورانه که شامل فعالیت های نوآوری داخلی، سرمایه گذاری می شوند. اما در سیاست دوم سهم هر یک از این دو دسته فعالیت ها نه به صورت مساوی بلکه بر اساس اختلاف انباشت سودآوری واقعی سازمان با سودآوری هدف تعیین می شود. بدین معنی که چنانچه سازمان به سودآوری هدف خود دست نیابد، می بایست درصد بیشتری از منابع اضافی را مجدداً در فعالیت های نوآوری سرمایه گذاری کند، تا به مقدار سود هدف خود از فعالیت های نوآورانه دست یابد. این تخصیص سهم ها با استفاده از رابطه ۲ تعیین می شود. شکل ۵ مقادیر نسبت سهم فعالیت های نوآوری را از منابع اضافی در هریک از دو سیاست نشان می دهد. همانطور که از شکل ۵ مشخص است در ماه ۲۵ سازمان به سودآوری هدف خود از سرمایه گذاری در نوآوری رسیده در نتیجه سهم تخصیص سرمایه گذاری در این فعالیت ها را تا ۰/۵ کاهش می دهد.

کسری از منابع اضافی سازمان که مجدداً در نوآوری سرمایه گذاری می شود

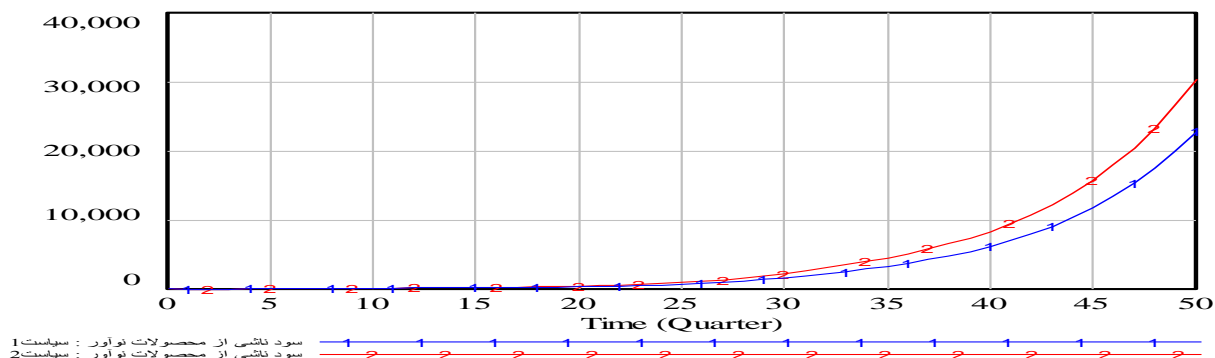


کسری از منابع اضافی سازمان که مجدداً در نوآوری سرمایه گذاری می شود : سیاست ۱
کسری از منابع اضافی سازمان که مجدداً در نوآوری سرمایه گذاری می شود : سیاست ۲

شکل شماره (۵): مقدار "کسری از منابع اضافی سازمان که مجدداً در نوآوری سرمایه گذاری می شود" در دو سیاست (۱-۲)

شکل شماره ۶ نیز اختلاف سودآوری کسب شده طی دو سیاست را نشان می دهد. همانطور که در شکل ۶ مشخص است سازمان در سیاست دوم یعنی تعیین سهم هر یک از فعالیت ها بر اساس شکاف عملکرد سودآوری، به سود بیشتری می رسد.

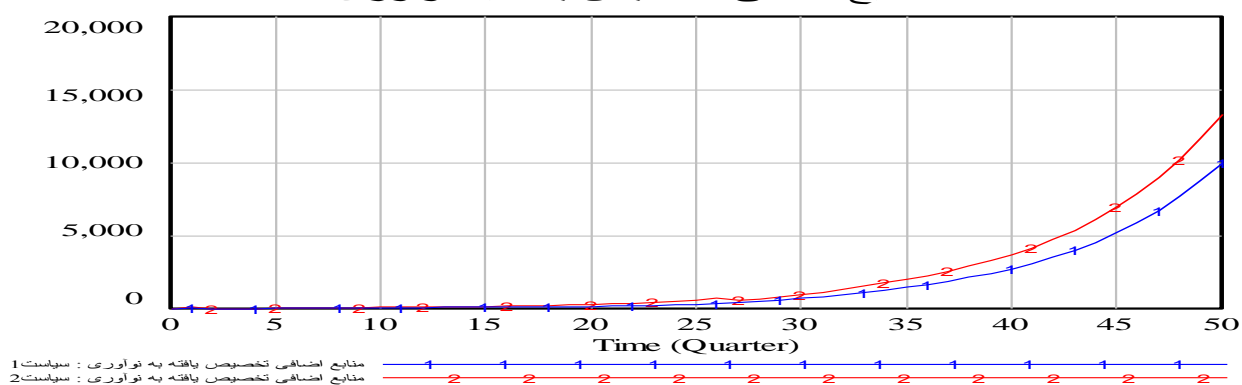
سود ناشی از محصولات نوآور



شکل شماره (۶): مقادیر "سود ناشی از تولید محصولات نوآور" در دو سیاست (۲-۱)

شکل ۷ نیز افزایش میزان سرمایه گذاری در نوآوری داخلی (منابع اضافی تخصیص یافته به نوآوری) را در سیاست پیشنهادی توسط مطالعه (مدل پایه) که مبتنی بر شکاف انباشت سود است نسبت به سیاست موجود و مورد استفاده سازمان، نشان می دهد.

منابع اضافی تخصیص یافته به نوآوری



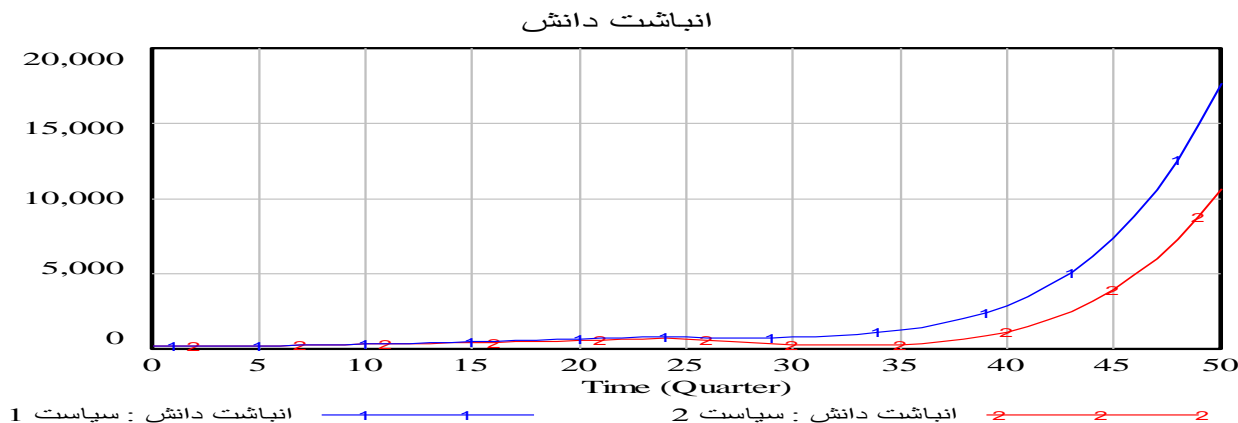
شکل شماره (۷): مقادیر "منابع اضافی تخصیص یافته به نوآوری" در دو سیاست (۲-۱)

فرضیه ۲: سیاست تخصیص منابع اضافی به هر یک از انواع نوآوری داخلی بر اساس شکاف انباشت دانش سازمان، موجب بهبود انباشت دانش داخلی در مقایسه با وضعیت موجود (تخصیص سهم یکسان به هر یک از انواع نوآوری داخلی) 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 در واقع بر اساس مدل پایه ارائه شده توسط مطالعه شکل می گیرد. در این سیاست سازمان انباشت دانش هدف را تعیین کرده، سپس میزان سرمایه گذاری در هر یک از انواع نوآوری بر اساس اختلاف هدف تعیین شده با وضع موجود و به منظور پر کردن خلاء ایجاد شده با وضعیت مطلوب تعیین می شود.

سیاست دوم، 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 می باشد. در این سناریو سازمان علی رغم تعریف یک هدف سودآوری، تعریفی از انباشت دانش خود ارائه نکرده و علی رغم اینکه تخصیص منابع به سرمایه گذاری در نوآوری یا فعالیت های دیگر بر اساس شکاف سودآوری انجام می شود (رابطه ۲)

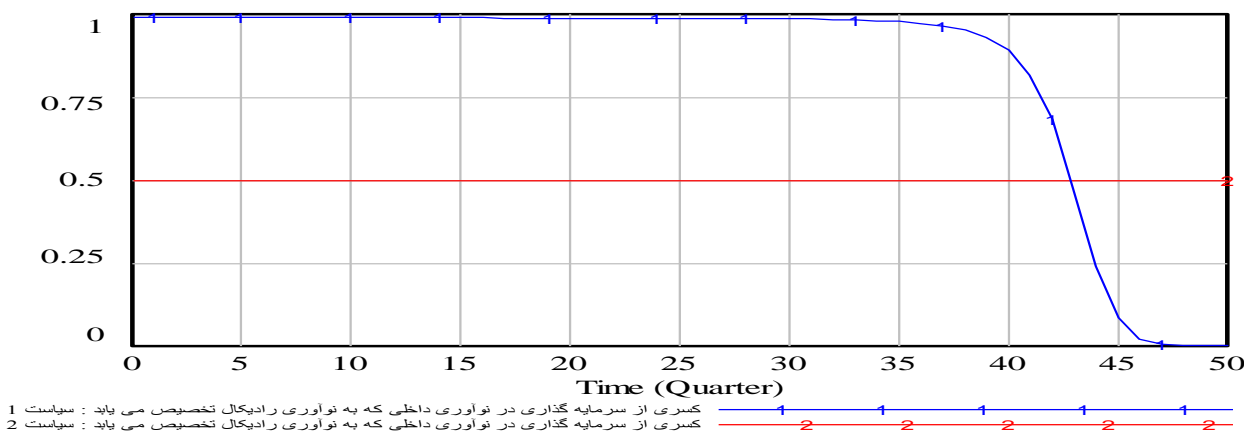
ولی نحوه تخصیص منابع سرمایه گذاری در نوآوری به هریک از انواع نوآوری به صورت مساوی و یا به صورت تجربی و بر اساس درک مدیران از وضعیت بازار انجام می گیرد.



شکل شماره (۸): انباشت دانش (سیاست ۱ و ۲)

شکل شماره ۸ مقایسه ای بین انباشت دانش داخلی سازمان طی ۵۰ دوره شبیه سازی در دو سیاست مختلف است. همانطور که از اشکال مشخص است سازمان در سیاست اول که مبتنی بر مدل پایه مطالعه می باشد انباشت دانش بالاتری را بدست می آورد. همچنین سازمان چنانچه بر طبق سیاست اول عمل کند در در دوره ۳۸ اوم یعنی سال ۷ اوم به انباشت دانش هدف خود می رسد. این در حالیست که با سیاست سازمان در دوره ۴۳ اوم یعنی بعد از سال ۸ اوم به انباشت دانش خود می رسد. همچنین در پایان دوره ۵۰ اوم یعنی پایان دوره شبیه سازی انباشت دانش داخلی سازمان در سیاست اول بیش از ۱۷۰۰۰ و در سناریو دوم این مقدار تنها ۱۰۰۰۰ واحد می باشد که نشان دهنده برتری سیاست اول است. شکل ۹ مقادیر متغیر " کسری از سرمایه گذاری در نوآوری داخلی که به نوآوری رادیکال تخصیص می یابد " را نشان می دهد. خط ۱ مقادیر این متغیر را در سیاست ۱ و خط ۲ مقادیر آن را در سیاست ۲ نشان می دهد. نحوه تعیین مقادیر این متغیر تفاوت میان دو سیاست را نشان می دهد. همانطور که در شکل ۹ مشخص است در سیاست دوم این مقدار ثابت و برابر ۰/۵ بود. اما در سیاست دوم این مقدار متغیر و تابعی از شکاف عملکرد دانشی سازمان است. بر طبق این سیاست تا زمانی که انباشت دانش سازمان به میزان هدف مورد نظر نرسیده بخش اعظمی از منابع و سودآوری ناشی از تولید محصولات نوآور به نوآوری رادیکال اختصاص می یابد.

کسری از سرمایه گذاری در نوآوری داخلی که به نوآوری رادیکال تخصیص می یابد

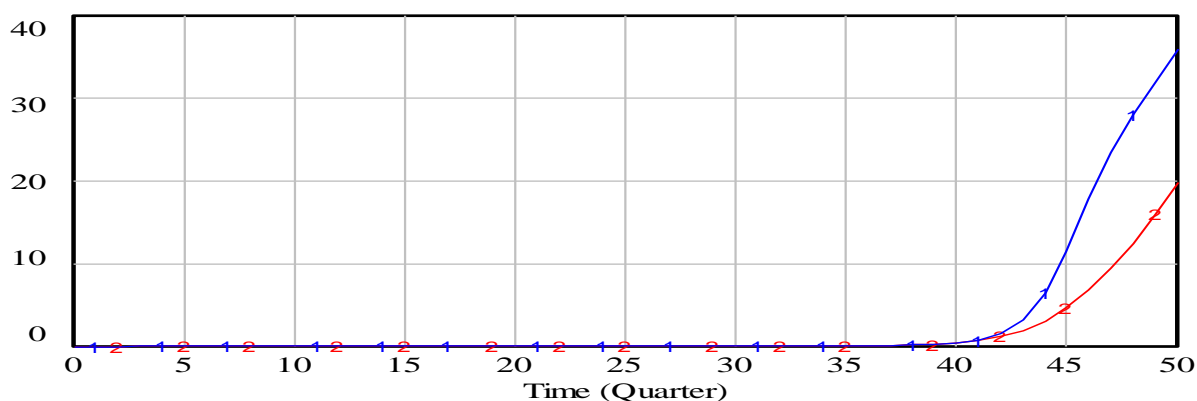


شکل شماره (۹): مقادیر " کسری از سرمایه گذاری در نوآوری داخلی که به نوآوری رادیکال تخصیص می یابد " (سیاست ۱ و ۲)

همانطور که در شکل ۹ مشخص است از دوره ۳۸ اوم که انباشت دانش سازمان به مقدار هدف می رسد سرمایه گذاری سازمان از نوآوری رادیکال به سوی نوآوری تدریجی حرکت می کند به گونه ای که این مقدار در دوره های پایانی به صفر می رسد که به معنی قطع سرمایه گذاری سازمان در نوآوری رادیکال است. دلیل کاهش سریع این مقدار افزایش همراه با شیب زیاد انباشت دانش سازمان است که از مقدار دانش هدف فزونی یافته و باعث می شود تا سهم سرمایه گذاری در نوآوری رادیکال که بر اساس رابطه ۳ بدست می آید به شدت کاهش یابد.

فرضیه ۳: تعیین مقدار سود هدف بالاتر توسط سازمان، موجب افزایش تولید محصولات نوآور در سازمان می گردد. به منظور آزمون این فرضیه دو سناریو با هم مقایسه می شوند. در سناریو اول به منظور آزمون تأثیر تعیین سود هدف بالاتر بر عملکرد نوآوری داخلی سازمان سود هدف ۱۰۰۰۰ تعیین شد و در سناریو اول سود هدف تعیین شده توسط سازمان برابر با ۵۰۰۰ است. نتایج شبیه سازی در شکل های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است.

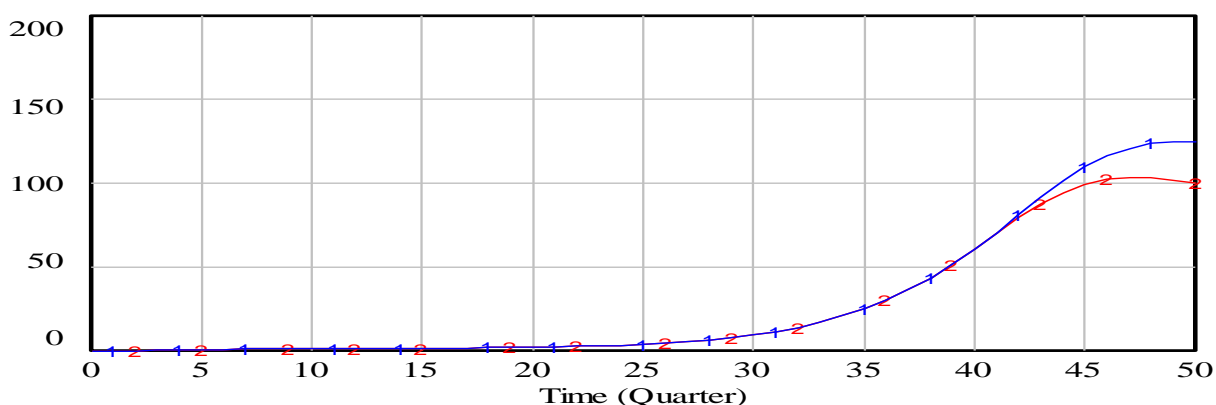
انباشت محصولات رادیکال



1 انباشت محصولات رادیکال : سناریو ۱
2 انباشت محصولات رادیکال : سناریو ۲

شکل شماره (۱۰): انباشت محصولات رادیکال (سناریو ۱-۲)

انباشت محصولات تدریجی



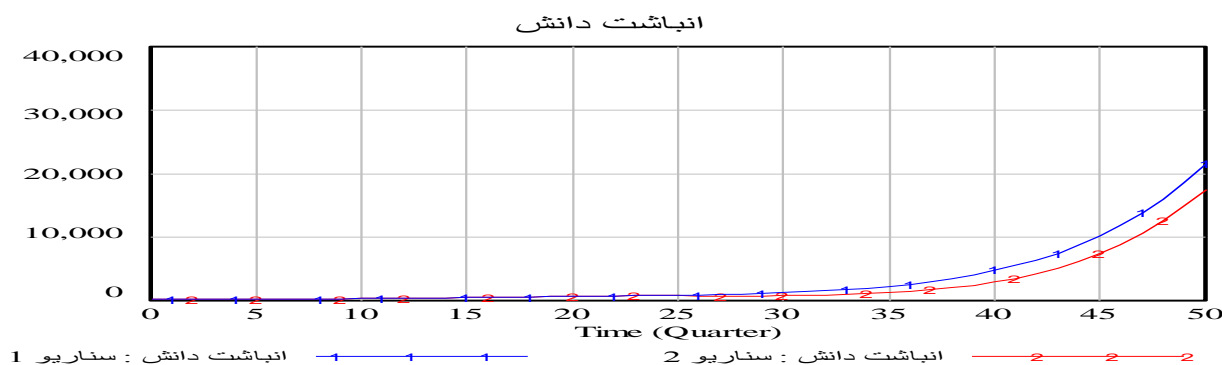
1 انباشت محصولات تدریجی : سناریو ۱
2 انباشت محصولات تدریجی : سناریو ۲

شکل شماره (۱۱): انباشت محصولات تدریجی (سناریو ۱-۲)

همانطور که در شکل های ۱۰ و ۱۱ مشخص است. تعیین سود هدف بالاتر توسط سازمان موجب افزایش تولید محصولات نوآور در داخل سازمان می شود. این رفتار می تواند به این دلیل باشد که با تعیین سود هدف بالاتر سازمان سهم بیشتری از منابع خود

را مجدداً در نوآوری سرمایه گذاری می کند. این مسئله منجر به افزایش منابع تخصیص یافته به نوآوری داخلی شده و در نهایت منجر به تولید محصولات نوآور رادیکال و تدریجی بیشتری می گردد. اما با مقایسه شکل ۱۰ و ۱۱ هر چند در هر دو انباشت در سناریو ۱ افزایش تولید محصولات نوآور دیده می شود اما رفتار آن ها متفاوت است. هر چند هر دو دارای یک رشد لجستیک یا S شکل هستند اما انباشت محصولات تدریجی زودتر به این تعادل می رسد. که دلیل این مسئله همانطور که در مفهوم سازی سیستم به آن اشاره شد به این دلیل است که با ایجاد شکاف در انباشت های سود و یا دانش سازمان، می بایست با افزایش تولید محصولات با نوآوری رادیکال که دارای سودآوری و دانش خلق شده بیشتری هستند، این شکاف را پوشش دهد.

فرضیه ۴: تعیین انباشت دانش هدف بالاتر توسط سازمان، موجب افزایش انباشت دانش سازمان می گردد. به منظور آزمون این فرضیه دو سناریو در نظر گرفته می شود. در سناریو ۱ مقدار انباشت دانش هدف ۱۰۰۰۰ و در سناریو ۲ مقدار ۵۰۰۰ در نظر گرفته می شود. نتایج شبیه سازی مطابق با شکل ۱۲ است.



شکل شماره (۱۲): انباشت دانش (مدل ۱، ۲)

همانطور که از شکل ۱۲ مشخص است افزایش مقدار انباشت دانش هدف توسط سازمان، موجب بهبود سطح انباشت دانش واقعی سازمان می گردد. دلیل این امر اینست که با افزایش ثابت انباشت دانش هدف سازمان، شکاف دانش سازمان بیشتر شده و سازمان با توجه به تابع تعریف شده برای تخصیص منابع سودآوری به سرمایه گذاری در نوآوری، سرمایه بیشتری را صرف نوآوری رادیکال می کند تا این شکاف را از بین ببرد، در نتیجه با افزایش تعداد محصولات نوآور رادیکال تولیدی انباشت دانش سازمان بهبود می یابد و فرضیه ۴ تأیید می شود.

۳- نتایج و بحث

به منظور بررسی اثر سیاست های مختلف بر عملکرد سازمان، ۴ فرضیه مطرح و با انجام شبیه سازی مورد آزمون قرار گرفت. در آزمون فرضیه ها، با تغییر در برخی ثابت ها و با کمک مکانیزم های بازخوردی سیاست های مختلف طراحی و واکنش سیستم به تغییرات مورد آزمون قرار گرفت. کلیه این فرضیات تأیید و سیستم رفتار قابل پیش بینی را از خود نشان داد. مهمترین نتایج حاصل از آزمون فرضیه ها عبارتست از:

- (الف) اعمال سیاست تخصیص منابع اضافی به "فعالیت های نوآوری" و "سایر فعالیت های سازمان"، بر اساس شکاف عملکرد سودآوری، موجب بهبود سودآوری سازمان در مقایسه با سیاست تخصیص سهم یکسان به هر یک از دو نوع فعالیت می گردد.
- (ب) اعمال سیاست تخصیص منابع اضافی "به هر یک از انواع نوآوری داخلی" بر اساس شکاف انباشت دانش سازمان، موجب بهبود انباشت دانش داخلی در مقایسه با سیاست تخصیص سهم یکسان به هر یک از دو "نوع نوآوری داخلی" (رادیکال و تدریجی) می گردد.

ج) چنانچه سازمان "انباشت دانش هدف" بالاتری را برای خود در نظر بگیرد، سهم بیشتری از منابع سرمایه گذاری شده در نوآوری داخلی را به نوآوری رادیکال و سهم کمتری را به نوآوری تدریجی تخصیص می دهد.

د) با تعیین "انباشت دانش هدف" بالاتر توسط سازمان، سرمایه گذاری در نوآوری نیز افزایش یافته و در نتیجه "انباشت دانش سازمان" افزایش می یابد.

ه) تعیین مقدار "سود هدف" بالاتر توسط سازمان، موجب افزایش "تولید محصولات نوآور" در سازمان می گردد. با بررسی نتایج تحقیق، می توان به مشترکاتی در نتایج بدست آمده با تحقیقات گذشته رسید. همانطور که بحث شد، نتایج مطالعه نشان می دهد. شکاف عملکرد سازمان به این دلیل که همانند زنگ خطری برای مدیران عمل می کند، می تواند بر رفتار سرمایه گذاری سازمان ها موثر باشد، این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعه گارسیا و همکاران (۲۰۰۳) تطابق دارد. همچنین نتایج تحقیق نشان می دهد که با کاهش انباشت های دانش و سودآوری، سازمان ها توجه بیشتری به نوآوری خصوصاً نوآوری رادیکال می کنند و سیاست های تخصیص منابعی که مبتنی بر شکاف عملکرد است، مناسب تر از سیاست های تخصیص سهم یکسان به هر یک از انواع نوآوری و یا تنها یکی از آن ها می باشد این نتایج یافته های تحقیقات میلر (۲۰۱۰) و محقر، میرکاظمی و رحمانی (۱۳۹۰) را تایید می کند. اما تحقیق ارائه شده همانند هر تحقیق علمی دیگری دارای محدودیت هایی است. این محدودیت ها می تواند ناشی از خود تحقیق 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 سیستم ها باشد. در ادامه به برخی از این محدودیت ها اشاره می گردد:

الف) در مدل مورد نظر مطالعه، فرض بر اینست که محصولات نوآور تولیدی به دو دسته محصولات با نوآوری تدریجی و محصولات با نوآوری رادیکال تقسیم بندی می شوند و به این دلیل که هدف مطالعه صرفاً ارائه مدلی برای تشریح نحوه ی تخصیص منابع به فعالیت های مختلف نوآوری و تأثیر آن بر عملکرد سازمان است، به نوع محصول تولیدی توجهی نشده و محصولات تنها بر اساس نوع نوآوری که در آن ها وجود دارد، تقسیم بندی می شوند و مقادیر ثابت مدل نظیر سود هر محصول بر این اساس به دو دسته تدریجی و رادیکال تقسیم بندی می شوند.

ب) انتخاب سطح دانش سازمان به عنوان یک معیار عملکرد، می تواند چالش بر انگیز باشد، به این دلیل که دانش مانند سودآوری یک معیار عینی برای اندازه گیری ندارد. هر چند مطالعات بسیاری از سطح دانش سازمان به عنوان معیاری برای سنجش عملکرد استفاده کرده اند. در این مطالعه نیز با توجه به اینکه هدف تشریح رفتار مدل و نه یک اندازه گیری دقیق از عملکرد سازمان است، سطح دانش سازمان بر اساس واحدهای دانشی که در هر محصول رادیکال و یا تدریجی جای گرفته است، تعیین می شود. این تعیین مقیاس برای اندازه گیری سطح دانش سازمان، کمک می کند تا سازمان بتواند اختلاف موجود بین سطح دانش موجود با سطح دانش مطلوب را تعیین کرده و درباره اختصاص منابع خود به هر یک از انواع نوآوری تصمیم گیری کند.

ج) روش پویایی سیستم کارکرد منحصر به خود را دارد و نباید از این روش مدل سازی انتظار حل دقیق مسائل را داشت. چرا که به گفته استرمن (۲۰۰۰) این انتظار از رویکرد پویایی سیستمی است که منجر به کج فهمی و انتقاد به این مدل گردیده است. کارکرد اصلی این مدل، ایجاد یک آزمایشگاه مجازی برای بررسی سیاست های مختلف، با هزینه کم و در زمان محدود و از آن مهم تر عمق بخشیدن به بینش مدیران نسبت به سازوکارهای موجود در سیستم می باشد.

اما تحقیقات آتی می توانند مدل مطالعه حاضر را از طریق وارد کردن سایر بازیگران و ذی نفعان همچون مشتریان، شرکای زنجیره تأمین، رقبا و موسسات علمی در فرآیندهای مشترک نوآوری و خلق دانش توسعه دهند. در واقع این تحقیقات می توانند به توصیف رفتارهای سرمایه گذاری مشترک سازمان با شرکا به منظور خلق دانش مشترک و توسعه همکاریانه محصولات جدید با استفاده از رویکرد پویایی سیستم بپردازند.

۴- منابع

- 1- Forrester, J. W. (1975). Collected Papers of J. W. Forrester, Wright Allen Press, Inc., Cambridge, MA, USA.
- 2- Forrester, J. W. (1961). Industrial Dynamics. MIT Press, Cambridge, MA,
- 3- Garcia, R., Calantone, R. J., & Levine, R. (2003). The Role of Knowledge in Resource Allocation to Exploration versus Exploitation in Technologically Oriented Organizations. *Decision Sciences*, 34, 323-349.
- 4- Levinthal, D. A., & March, J. G. (1993). The Myopia of Learning. *Strategic Management Journal*, 14(8), 95-112.
- 5- Madhavan, R., & Grover, R. (1998). From Embedded Knowledge to Embodied Knowledge: New Product Development as Knowledge Management. *Journal of Marketing*. 62(4), 1-12.
- 6- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87.
- 7- Miller, R. J. (2010). New product development and innovation through joint knowledge creation and transfer in a dyadic supply chain. Phd diss., Cleveland State University.
- 8- Mohaghar, A., M. Mirkazemi Mood, & H. Rahmany Youshanlouie, (2011). Modeling relation between R&D activities and knowledge stock using system dynamics approach, *Journal of Sciences and Information Technology*, Retrieved from <http://www.Jist.irandoc.ac.ir>.
- 9- Mohaghar, A., & A. Morovati, (2007). Modeling JIT production using system dynamics approach. *Journal of Human science Modarres*, Spring issue, 3, 342.
- 10- Nohria, N., & Gulati, R. (1996). Is Slack Good or Bad for Innovation?. *Academy of Management Journal*, 39, 1245-1264.
- 11- Sofianti, T.D., Suryadi, K., Govindaraju, R., & Prihartono, B. (2010). Customer Knowledge Co-creation Process in New Product Development Proceedings of the World Congress on Engineering. Vol. I, WCE 2010, London, U.K.
- 12- Sterman, JD. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston, MA: Irwin McGraw Hill.
- 13- Sushil, M. (1993). *System Dynamics: A Practical approach for Managerial Problems*. Wiley Eastern publication. New Delhi, India.