مطالعات مدیریت راهبردی
شماره ۴۹ ـ بهار ۱۴۰۱
ص‌ص ۲۵۰-۲۳۱
مقاله پژوهشی

ارزیابی راهبردهای پویای شرکت‌های فناورانه دانشگاهی

محمدمهدی ارشادی *، حنیف کازرونی **

چکیده

در محیط رقابتی امروز، پیچیدگی‌های زیادی برای سازمان‌های مختلف ایجاد شده است. ازاین‌رو تحلیل و در نظرگیری این پیچیدگی‌ها در تصمیم‌گیری‌های راهبردی با استفاده از روش‌های مختلف شبیه‌سازی سیستمی انجام می‌شود. هدف این مقاله ارزیابی راهبردهای منتخب برای یک شرکت فناورانه دانشگاهی با استفاده از شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم است. باتوجه به روش‌شناسی پژوهش می‌توان این پژوهش را از نظر پارادایم تفسیری، نوع هدف کاربردی، روش پژوهش توصیفی، رویکرد ترکیبی (کمی و کیفی)، گردآوری داده‌های کتابخانه‌ای و میدانی دسته‌بندی کرد. برای طراحی مدل سیستمی مناسب در این پژوهش، ابتدا مدل‌های پویای سیستمی مختلف بررسی شدند و روابطی اولیه برای شرکت موردمطالعه پیشنهاد شد. روابط مدل اولیه طراحی‌شده با استفاده از نظرات خبرگان در چارچوب پرسشنامه‌هایی ارزیابی شد. همچنین مهم‌ترین عوامل برای بررسی خروجی‌های این شرکت نیز در پرسشنامه‌ای دیگر بررسی شدند. لازم به ذکر است که پیش از توزیع پرسشنامه‌ها بین نمونه‌های جمعیتی شناسایی‌شده در این شرکت، روایی و پایایی پرسشنامه‌ها براساس روش‌های لاوشه و آلفای کرونباخ بررسی شد. براساس نتایج مراحل ذکرشده، مدل پویای سیستم برای این شرکت طراحی و اعتبارسنجی آن در ابعاد مختلف بررسی شد. اثرات طرح‌های راهبردی منتخب بر مدل طراحی‌شده باتوجه به مهم‌ترین معیارهای شناسایی‌شده برای این شرکت مشخص شد. باتوجه به نتایج، هر معیار در بازه‌های زمانی مختلف نوسان‌های مختلفی دارد که اعمال هر راهبرد موجب تغییر در نوسان‌ها می‌شود. لذا انتخاب راهبرد باتوجه به اهمیت هرمعیار از دیدگاه مدیران شرکت موردمطالعه و بازه‌های زمانی متفاوت انجام شد و اثربخش‌ترین راهبرد بین راهبردهای منتخب برای این شرکت معرفی شد.

کلیدواژگان: راهبردها، مدل‌سازی سیستم، اعتبارسنجی، معیارهای خروجی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

* کارشناس ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: ershadi.mohammadmehdi123@gmail.com

** استادیار، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران.

۱. مقدمه

شرایط امروزه بازارها نسبت به سال‌های پیش دارای ابعاد رقابتی و چالش‌برانگیز بیشتری شده است. این موضوع موجب ایجاد پیچیدگی‌های زیادی در شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف شده است [۳۰]. افزایش پیچیدگی‌های محیط‌های بازارهای امروزی در حدی است که بسیاری از محققین سطح جدیدی از پیچیدگی را برای بازارهای امروزی تعریف کرده‌اند و بسیاری از روش‌های قدیمی را برای ارزیابی راهبردها در شرایط امروزی نامناسب دانسته‌اند [۶]. پیچیدگی‌های مطرح در بازارهای دنیای امروزی نه‌تنها دارای سطوح و لایه‌های مختلفی هستند، بلکه مملو از روابط خطی و غیرخطی ناشناخته شده‌اند. اگرچه شناسایی روابط خطی نسبت به روابط غیرخطی بسیار ساده است، اما اثرات ایجادشده در بازار به‌واسطه هر دوی این روابط ایجاد می‌شوند و نادیده گرفتن تعدادی از آن‌ها موجب تصمیم‌گیری‌های نسنجیده می‌شود؛ بنابراین بسیاری از روش‌های ایجادشده به دنبال در نظرگیری بخش اثرگذار این روابط در مدل‌های خود هستند. برای این منظور لازم است درک مناسبی از ماهیت روابط پیش از ارزیابی راهبردها ایجاد شود [۱].

بنابراین، روش‌های تصمیم‌گیری سنتی نمی‌توانند پاسخگوی نیازهای مطرح در بازارهای امروزی باشند. همچنین در نظرگیری ابعاد مختلف سیستم‌های پیچیده و بررسی تأثیرات عوامل مختلف بر آن‌ها با ذهن انسان ممکن نیست. ازاین‌رو استفاده از روش‌های شبیه‌سازی سیستمی مختلف ضرورت می‌یابد که می‌توانند مدل‌های سازمانی را در بسترهای شبیه‌سازی‌شده ایجاد کنند و تأثیر تغییرات مختلف بر آن‌ها را اندازه‌گیری نمایند. اگرچه روش‌های شبیه‌سازی می‌توانند جزئیات مختلفی را موردبررسی قرار دهند؛ اما در شبیه‌سازی سیستم‌های سازمانی و مرتبط با کسب‌وکارهای مختلف لازم نیست جزئیات تمام سطوح را تعریف کرد. دسته‌ای از روش‌های شبیه‌سازی مانند روش‌های پویایی سیستم‌ها معمولاً برای این منظور تعریف و استفاده می‌شوند [۸،۱۲ و۱۹ و ۲۰].

این مقاله به دنبال ارزیابی راهبردهای تعریف‌شده برای یک شرکت فناورانه دانشگاهی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر براساس مدل‌سازی پویایی سیستم است. کسب‌وکار این شرکت بر طرح‌های مختلفی در حوزه علوم و فناوری‌های حیاتی تمرکز دارد که به‌خاطر نیازهای روز دنیا، نیازمند مدیریت پیچیدگی‌های زیادی هستند. این حوزه مرتبط با تعدادی از علوم مختلف علمی است که با سلامت انسان و جامعه انسانی در ارتباط هستند. به‌منظور توسعه عملکرد این شرکت، تعدادی راهبرد براساس توانمندی‌های روز این شرکت، طرح‌های حمایتی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، نظرات مشاورین مختلف داخلی و بین‌المللی پیشنهادشده است. عنوان‌های کلی راهبردهای شناسایی‌شده به‌صورت زیر هستند:

- راهبرد ۱: اختصاص ۲۵٪ از بودجه پژوهش‌وتوسعه تخصیص‌یافته به سازمان برای حمایت از طرح‌های قبلی و تمرکز بر تجاری‌سازی طرح‌های ناتمام؛
- راهبرد ۲: جذب سرمایه‌گذاران خارج از دانشگاه با تضمین برگشت میزان سرمایه‌گذاری و شریک‌سازی آن‌ها در درآمد طرح‌های موفق به میزان ۱۰٪ از درآمد خالص نهایی حاصل از فعالیت‌های مشترک انجام‌شده؛
- راهبرد ۳: تعریف پروژه‌های جدید در حوزه علوم و فناوری‌های حیاتی با تخصیص ۲۰٪ از بودجه پژوهش‌وتوسعه تخصیص‌یافته به سازمان با تعریف همایش‌هایی در دانشگاه؛
- راهبرد ۴: استخدام کارشناسان حرفه‌ای مرتبط با استارت‌آپ‌های حوزه علوم و فناوری‌های حیاتی برای تعریف ساختار جدید برای سازمان، بازنویسی استراتژی‌ها براساس تغییرات بازارها و عملیاتی ساختن تغییرات با تخصیص ۳۵٪ از بودجه پژوهش‌وتوسعه تخصیص‌یافته به سازمان؛

- راهبرد ۵: استفاده از شرکت‌های داخلی دانشگاه برای توسعه فعالیت‌های شرکت با اختصاص ۱۰٪ از بودجه پژوهش‌وتوسعه تخصیص‌یافته و شریک‌سازی آن‌ها در ۱۵٪ از درآمد خالص نهایی حاصل از فعالیت‌های مشترک انجام‌شده؛

ضرورت و اهمیت این پژوهش از آنجا ناشی می‌شود که ارزیابی اثرات هر راهبرد باتوجه به ابعاد زیادی که یک شرکت فناورانه با آن‌ها روبروست، دشوار و پیچیده است؛ لذا ارائه مدلی مناسب برای ارزیابی راهبردها و اثرات آن‌ها در افق‌های زمانی مختلف پیش از تصمیم‌گیری و عملیاتی ساختن راهبردها ضرورت می‌یابد تا با حداقل هزینه و مسائل پیش‌بینی‌نشده، بهترین راهبرد در شرکت عملیاتی شود. از طرفی معیارهای خروجی کلیدی هر شرکت برای ارزیابی اثرات هر راهبرد منحصربه‌فرد است که مدیران و کارشناسان شرکت از آن‌ها و اولویت‌های هرکدام آگاهی دارند. بنابراین ارائه مدلی برمبنای عوامل اثرگذار بر عملکرد شرکت و سازگار کردن خروجی‌های آن با نظرات کارشناسان و مدیران شرکت اهمیت ویژه‌ای می‌یابد که در این پژوهش موردتوجه قرار گرفته است.

بنابراین در این پژوهش به مطالعه و بررسی مدل‌های شبیه‌سازی‌شده کسب‌وکار پرداختیم و مهم‌ترین عوامل اثرگذار را شناسایی کردیم. با استفاده از نتایج مطالعات ، مدل اولیه‌ای برای شرکت تعریف شد و روابط شناسایی‌شده در این مدل براساس نظر کارشناسان با استفاده از پرسشنامه‌هایی مورد ارزیابی قرار گرفت. قابل‌ذکر است که از مدل استاندارد سروکوال[1] برای طراحی این پرسشنامه‌ها استفاده‌شده است [۲۳]. مدل جدید براساس نتایج پرسشنامه‌های تکمیل‌شده بروز شد و مورد اعتبارسنجی قرار گرفت. سپس مهم‌ترین معیارهای خروجی این شرکت فناورانه براساس نظر برخی دیگر از کارشناسان این شرکت در پرسشنامه‌های دیگری براساس شاخص ل پنج گزینه‌ایمورد سنجش و امتیازدهی قرار گرفت. روایی و پایایی هر دو پرسشنامه براساس روش‌های لاوشه و آلفای کرونباخ بررسی شد. درنهایت راهبردهای مطرح‌شده در این شرکت براساس مدل طراحی‌شده و مهم‌ترین معیارهای خروجی شناسایی‌شده مورد ارزیابی قرار گرفتند و اثرات هر راهبرد بر معیارهای مختلف خروجی در این شرکت تحلیل شد تا اثربخش‌ترین راهبرد شناسایی شود.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ارزیابی راهبرد: در ابتدا لازم است مفهوم راهبرد بررسی شود. به‌طورکلی راهبرد به معنای مشخص کردن اهداف و برنامه‌ای برای دستیابی به آن‌ها است. به‌عبارت‌دیگر راهبرد مانند طرحی درازمدت است که برای دستیابی به اهداف خاصی طراحی می‌شود و برنامه‌ای را برای دستیابی به اهداف منتخب در نظر می‌گیرد. ازاین‌رو برنامه‌ریزی راهبردی سایر سطوح برنامه‌ریزی سازمانی مانند سطح عملیاتی، تاکتیکی و فنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ارزیابی راهبردها در شرکت‌های مختلف باتوجه به لزوم آینده‌نگری، اهمیت سازگاری و هماهنگی با تغییرات روز ضرورت می‌یابد. همچنین پیچیدگی‌های رقابتی بازار و ابعاد زیادی که سازمان‌ها از آن‌ها اثر می‌پذیرند، اهمیت ارزیابی راهبردها را بیش‌ازپیش پررنگ می‌سازد. ارزیابی راهبردها به مجموعه‌ای از اقدامات و فرایندها گفته می‌شود که برای مقایسه وضعیت فعلی با وضعیت مطلوب، ارزشیابی و سنجش سطح استفاده بهینه از امکانات و منابع جهت دستیابی به اهداف و طراحی شیوه‌های اقتصادی توأم با کارایی و اثربخشی انجام می‌شود. بنابراین ارزیابی راهبردها بخش مهمی از مراحل پیاده‌سازی راهبردهاست که موجب درک اثرات یک راهبرد بر خروجی‌های مختلف سازمان و اصلاح ابعاد پیش‌بینی‌نشده آن می‌شود. همچنین باتوجه به شرایط منحصربه‌فرد هر سازمان، ارزیابی راهبردهای آن بایستی باتوجه به شرایط سازمان هماهنگ شود [۱۱].

---

[1] Servqual

مدل‌سازی پویایی‌های سیستم[1]: این روش یکی از روش‌های شبیه‌سازی است که فاستر[2] در دهه ۵۰ میلادی در دانشگاه ام‌آی‌تی[3] برای اولین بار معرفی کرد. در این روش بر موضوع بازخورد اثرات بین عوامل مختلف یک سیستم تمرکز می‌شود و تلاش می‌شود با تعریف مرز مناسبی از سیستم، عوامل کلیدی اثرگذار و اثرپذیر از تغییرات هر عامل موردبررسی قرار گیرد. این روش می‌تواند ضمن در نظرگیری عوامل زیادی در مدل، روابط منطقی بین آن‌ها ایجاد کند و اثر تغییرات هر عامل بر عامل دیگر را شناسایی نماید. این دسته از مدل‌ها برای تعریف روابط غیرخطی بسیار مناسب هستند؛ بنابراین می‌توانند به‌سادگی مدل‌های پیچیده دنیای امروزی را شبیه‌سازی کنند. عوامل مختلف شناسایی‌شده در این مدل با استفاده از حلقه‌های بازخوردی مثبت (حلقه‌های تقویت‌کننده) و منفی (حلقه‌های کنترل‌کننده) به هم متصل می‌شوند. همچنین عوامل استفاده‌شده در این دسته از مدل‌ها می‌توانند یکی از متغیرهای جریان (نرخ)، حالت و مقادیری ثابت یا توابعی از پیش تعریف‌شده باشند. متغیرهای جریان به تعریف میزان عوامل ورودی و خروجی برای یک عامل می‌پردازند و متغیرهای حالت برای نشان دادن وضعیت یک عامل در زمانی مشخص استفاده می‌شوند [۱۶ و ۱۱].

اعتبارسنجی مدل‌های شبیه‌سازی: برای بررسی و ارزیابی یک مدل شبیه‌سازی از روش‌های متعددی استفاده می‌شود که برخی از آن‌ها به‌صورت زیر هستند [۳]:

- سنجش مرز مدل[4]: در این روش بررسی می‌شود که تمامی متغیرها و عوامل تأثیرگذار بر مدل درون مدل تعریف‌شده باشند. دلیل اهمیت این موضوع ویژگی بسته بودن سیستم‌های طراحی‌شده در این روش شبیه‌سازی است؛ بنابراین لازم است تمامی عوامل مؤثر به صورتی درون مرز سیستم تعریف‌شده باشند.
- سنجش ساختار مدل[5]: در این روش تلاش می‌شود که ارتباطی متناسب بین متغیرهای مختلف مدل ایجاد شود که از نظر اطلاعات و دانش فعلی مورد تأیید باشد.
- سنجش تناسب ابعاد[6]: در این روش به‌تناسب ابعاد متغیرها و عوامل در تعیین ارتباطات تمرکز می‌شود تا هر عامل به‌طوری مناسب با سایر عوامل در ارتباط قرار گیرد.
- سنجش وضعیت حدی[7]: در این روش تغییرات قابل‌توجهی در عوامل ورودی مدل داده می‌شود و اثرگذاری آن‌ها بر رفتار سایر بخش‌های مدل موردبررسی قرار می‌گیرد.
- سنجش بازتولید رفتار[8]: در این روش به این نکته توجه می‌شود که تا چه اندازه مدل شبیه‌سازی‌شده می‌تواند به تقلید رفتار مدل در واقعیت بپردازد و نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی تا چه اندازه هم‌خوانی دارند.

پیشینه پژوهش. امروزه پژوهشگران زیادی با استفاده از شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم به ارزیابی راهبردهای سازمان‌های مختلف پرداخته‌اند. برای مثال در مقاله قلی‌زاد و همکاران (۲۰۱۷) مدل پویای سیستم ارزیابی اثرات کاهش دخالت‌های دولت بر بازارهای الکترونیکی که در مجله بین‌المللی کاربردهای سیستم داینامیک منتشر شده است، تأثیرات کاهش کنترل و نفوذ دولت‌ها بر بازارهای الکترونیکی و راهبردهای شرکت‌های فعال در این حوزه بررسی‌شده است. ابعاد مختلف این بازارها و پیچیدگی‌های لایه‌های مختلف تأمین‌کننده، تولیدکننده و مصرف‌کننده موجب بازار رقابتی سنگینی در این حوزه شده است و عوامل کنترل‌کننده توسط دولت‌ها به دلیل شرایط رقابتی سنگین و سیاست‌های بین‌المللی، به ابعاد دیگری متمرکز شده‌اند.

---

[1] System dynamics
[2] Jay W. Forester
[3] M.I.T
[4] Boundary Adequacy
[5] Structure Assessment
[6] Dimensional Consistency
[7] Extreme Conditions
[8] Reproduction

ازاین‌رو سؤال اصلی این پژوهش بر شناسایی مدل سیستم داینامیک مناسب در این بازارها و ارزیابی راهبردهای شرکت‌های فعال در این حوزه متمرکزشده است. این پژوهش با درنظرگیری عوامل مختلف به بررسی اثرات کاهش کنترل دولت‌ها بر این بازارها و طراحی مدل جهت شناسایی بهترین راهبرد برای شرایط فعلی پرداخته است [۱۰]. مقاله ژو و همکاران (۲۰۲۰) با عنوان بررسی اثرات استانداردهای انرژی‌های تجدیدپذیر بر بازار خرده‌فروشی لوازم الکتریکی با استفاده از پویایی سیستم که در مجله سیاست انرژی چاپ شد، به ارزیابی اثرات سیاست‌های استانداردهای انرژی‌های تجدیدپذیر بر بازار خرده‌فروشی لوازم برقی می‌پردازد. مدل پیشنهادی آن‌ها که براساس مدل نظریهٔ بازی تکاملی سه‌جانبه و شبیه‌سازی پویایی سیستم‌ها طراحی‌شده است، نشان داد که چگونه می‌توان برنامه‌های استاندارد مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر را در بازارهای مربوطه در اثربخش‌ترین حالت اجرا کرد. همچنین ارزیابی‌هایی در بازه‌های زمانی مختلف برای تحلیل‌ها در نظر گرفته شد [۳۳].

مقاله اسپینوزا و همکاران (۲۰۱۷) درارزیابی پایداری سیاست‌های مرتبط با بیودیزل در دولت کلمبیا که در مجله تولید پاک منتشر شد، به بررسی تأثیرات سیاست‌های دولت کلمبیا برای استفاده از سوختی پاک در این کشور پرداخته است. این تحقیق پس از ارزیابی عملکرد راهبردهای مختلف نشان می‌دهد که بهترین راهبردها برای پیاده‌سازی قوانین مرتبط با این سوخت در این کشور کدامند [۹]. همچنین مقاله مرکیلو و همکاران (۲۰۱۸) با عنوان شبیه‌سازی سناریوهای رشد تقاضا در بازارهای الکتریکی کلمبیا با سیستم داینامیک که در مجله انرژی‌های کاربردی منتشر شد، رشد نیازهای بازار محصولات برقی در این کشور و ارزیابی راهبردهای پاسخگوی مناسب به آن‌ها با استفاده از یک مدل پویای سیستمی موردبررسی و ارزیابی عملکرد چندمعیاره قرار گرفتند [۱۷]. همچنین مقاله لیو و همکاران (۲۰۱۸) با عنوان تحلیل راهبردهای کاهش انتشار کربن در چین که در مجله اندیکاتورهای بوم‌شناختی منتشر شد، به طراحی مدل پویای سیستمی جدیدی می‌پردازد که چالش‌ها و راهکارهای کشور چین برای کاهش تولید کربن را بررسی می‌کند و تأثیرات هرکدام را بر برنامه‌های کاهش تولید کربن این کشور را نشان می‌دهد ۱۵۱۴].

اکساو و همکاران (۲۰۲۰) در شناخت تأثیرات سیاست‌های جدید دولت چین بر مدیریت پسماند جامد شهری در شانگهای با مدل پویایی سیستم ، به ارزیابی راهبردهای مرتبط با مدیریت پسماندهای شهری پرداختند و پس از ارزیابی اثرات بلندمدت هر راهبرد به شناسایی بهترین راهبردها برای مقابله با این مشکل پرداختند ۳۱۳۰]. تحقیق کلی و همکاران (۲۰۱۹) در ارزیابی راهبردهای کاهش کربن و آب با توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر در ایالات‌متحده ، اثرات استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بر مصرف آب و تولید کربن در کشور ایالات‌متحده و ارزیابی راهبردهای آن‌ها را موردبررسی قرار دادند. برای این منظور نیز از مدل پویایی سیستم برای ارزیابی اثرات هر راهبرد استفاده‌شده است [۱۳].

مقاله لی و همکاران (۲۰۱۷) با عنوان بررسی مدیریت ریسک پروژه‌های پیش‌ساخته در چین با مدل سیستم داینامیک که در مجله ساخت‌وساز منتشر شد، به ارائه مدل شبیه‌سازی پویایی سیستم برای پژوهش در مورد مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری پروژه‌های ساختمانی پیش‌ساخته چینی و ارزیابی اثرات راهبردهای مختلف در این حوزه پرداخته است. طبق نتایج این مقاله توسعه این پروژه‌ها در گرو توجه به تغییرات سنی جمعیتی و سیاست‌های بازار آزاد در سراسر کشورهای دنیا است و بدون در نظرگیری آن‌ها، سهم بزرگی از بازار این محصولات از دست می‌رود [۱۳]. همچنین سیاست‌های اتخاذشده برای بازار مسکن به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری در برابر بحران‌های مختلف در مقاله مرشدی و همکاران (۲۰۲۰) با عنوان مدل سیستم داینامیک برای ارزیابی پاسخ‌های بازارهای خانگی به سیاست‌های کاهش آسیب‌پذیری که در مجله کاهش ریسک بلایا چاپ شد، موردبررسی قرار گرفت.

این تحقیق نشان داد که برخی سیاست‌ها اگرچه ظاهراً به دنبال کاهش اثرات سوء بر بازار مسکن هستند، اما در بلندمدت موجب آسیب شدید بازار مسکن می‌شوند و بایستی موردبازنگری قرار گیرند [۱۸].

تحقیق تسای و همکاران (۲۰۱۴) در تجزیه‌وتحلیل تکنولوژی‌هایی بر پایه محاسبات ابری از یک مدل جدید پویایی سیستم برای تحلیل چگونگی انتشار تکنولوژی و ارزیابی راهبردهای مطرح در این حوزه استفاده‌شده است [۲۹]. همچنین تأثیرات سیاست‌های مختلف بر هزینه، عوامل رقابتی و میزان تقاضای محصولات تکنولوژیکی در تحقیق یومانا و همکاران (۲۰۱۵) برای بررسی اثرات مختلف بر بازارهای رقابتی گاز در چین که در مجله انرژی‌های پایدار و تجدیدپذیر منتشر شد، از مدل شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم استفاده شد [۳۲].

ارزیابی اثرات تحولات صورت گرفته در تکنولوژی‌های مختلف باتوجه به جنبه‌های اطلاعاتی آن در مقاله دانگلیکو و همکاران (۲۰۱۰) با عنوان ارزیابی اثرات تحولات فناورانه در ابعاد اطلاعاتی که در مجله نوآوری‌های فناورانه چاپ شد، با استفاده از یک مدل پویای سیستمی موردبررسی و ارزیابی راهبردی قرار گرفت [۷]. بر پایه نتایج این مدل، تأثیرات سیاست‌های نوآورانه بر سیستم‌های نوآوری ملی در حوزه تکنولوژی‌ها و علوم نوین با استفاده از مدل‌سازی پویایی سیستم در تحقیق سامارا و همکاران (۲۰۲۰) با عنوان تأثیرات سیاست‌های نوآورانه بر عملکرد سیستم نوآوری ملی که در کنفرانس علوم و مهندسی داده‌های هوشمند چاپ شد، مورد ارزیابی راهبردی قرار گرفت [۲۴].البته تأثیرات روندهای جدید فناوری بر بازارهای مختلف با پویایی سیستم‌های پیچیده در مقاله اسکولیمویسکی (۲۰۱۱) منتشر شد، دلیل پیچیدگی بالای این مدل، در نظرگیری زیرسیستم‌های مختلف در این حوزه است [۲۵].

مدل‌های مختلف حمایت از استارت‌آپ‌ها در حوزه‌های کسب‌وکار در تحقیق کاسنز (۲۰۱۷) با موضوع مدل‌سازی سیستم پویایارزیابی مدل‌های کسب‌وکار ساختار مناسب حمایت از دسته‌های مختلف کسب‌وکارهای نوپا براساس ارزیابی راهبردهای منتخب معرفی شد [۵]. تحقیق تریوپاتی و همکاران (۲۰۱۹) در کاربرد مدل‌سازی سیستم پویای تولید پایدار برای یک کارخانه تولید قطعات اتومبیل در هند پرداخته است و نشان می‌دهد برای پایدار ساختن خطوط تولید این شرکت باید ارزیابی‌های راهبردی متفاوتی در نظر گرفته شود [۲۸].

همچنین تغییرات در سیاست‌های انرژی‌های موردنیاز برای وسایل نقلیه در کشور چین در مقاله سان و همکاران (۲۰۲۰) با موضوعیت مدل‌سازی پویای سیستمی در ارزیابی بازارهای انرژی وسایل نقلیه، رزیابی راهبردهای متناسبی برای هرحالت ارائه شد [۲۵]. ارزیابی راهبردها در بازارهای نفتی و روندهای حاکم بر آن‌ها در مقاله رفیساخی و همکاران (۲۰۱۷) با موضوع مدل‌سازی پویای سیستمی بازارهای نفت بر پایه اطلاعات آماری نشان داد که تغییرات جهانی در استفاده از انرژی نیازمند بازنگری در سیاست‌های کلان این بازارهای نفتی است که باید بر پایه ارزیابی‌های راهبردی و نتایج مدل‌سازی پویای سیستمی صورت گیرند [۲۱]. همچنین ارتباطات تأمین‌کنندگان و مصرف‌کنندگان این بازارها در تحقیق روش‌های شبیه‌سازی عددی براساس بهینه‌سازی کویرینن (۲۰۱۷) اثرات تغییرات مختلف براساس ارزیابی راهبردهای منتخب موردبررسی قرار گرفت [۱۹].

باتوجه به مرور پیشینه تحقیق ، مهم‌ترین شکاف‌های پژوهش‌های نبود مدلی برای ارزیابی راهبردی در یک شرکت فناورانه دانشگاهی در بازارهای ایران است. همچنین مشخص نبودن خروجی‌ها و معیارهای کلیدی در بازه‌های زمانی مختلف برای ارزیابی راهبردهای مختلف از دیگر نکاتی است که در این پژوهش موردتوجه قرار گرفته است. قابل‌ذکر است که به‌خاطر منحصربه‌فرد بودن هر سازمان و شرایط آن، مدل‌های شبیه‌سازی‌شده برای سایر سازمان‌ها قابلیت پاسخگویی به یک سازمان خاص را ندارند و تنها می‌توانند ایده‌هایی برای طراحی مدل مناسب ارائه کنند؛ همچنین پیچیدگی‌های جدیدی در بازارهای جدید ایجادشده است که مدل‌های قبلی را ناکارآمد ساخته است. بنابراین استفاده از مدلی که بتواند پیچیدگی‌های مختلف را در نظر بگیرد، برای ارزیابی اثرات راهبردهای مختلف ضروری است که در این پژوهش برای درنظرگیری این ضرورت از مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها استفاده‌شده است. از طرفی نیازمندی تصمیمات مدیریتی به ارزیابی‌هایی که بتوانند اثرات هر راهبرد را در بازه‌های

زمانی مختلف براساس معیارهای خروجی کلیدی در یک شرکت نشان دهد، بدیهی است که اهمیت این پژوهش را نشان می‌دهد.

ازاین‌رو می‌توان نوآوری‌های این مقاله را به‌صورت زیر بیان کرد:

- ارائه مدل پویای سیستمی ارزیابی راهبردهای شرکت فناورانه در کشور ایران؛
- اجرای مدل طراحی‌شده به‌صورت مطالعه موردی با هماهنگی براساس نظرات کارشناسان؛
- مشخص ساختن معیارهای خروجی کلیدی جهت ارزیابی راهبردها براساس نظر کارشناسان؛
- ارزیابی راهبردهای منتخب براساس معیارهای شناسایی‌شده در بازه‌های زمانی مختلف.

۳. روش‌شناسی پژوهش

باتوجه به هدف این تحقیق که ارزیابی راهبردها در یک شرکت فناورانه دانشگاهی است، جامعه آماری شامل تمامی مدیران و متخصصان شرکت موردمطالعه می‌باشد. طبق دسترسی‌های ممکن، روش نمونه‌گیری غیرتصادفی برای این پژوهش انتخاب شد. بنابراین گروهی از کارشناسان شرکت برای انجام مصاحبه و شرکت در مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته برای شناخت روابط مدل پویای سیستمی اولیه و انتخاب معیارهای خروجی مناسب، انتخاب شدند. برای گردآوری داده‌های مرتبط با ارتباطات بین عوامل مدل از پرسشنامه استاندارد برمبنای مدل سروکوال استفاده شد. مدل سروکوال یکی از گسترده‌ترین مدل‌های کاربردی برای ارزیابی روابط است [۲۳]. پس از شناسایی بهترین روابط بین عوامل مدل طراحی‌شده باتوجه به نتایج پرسشنامه‌ها، به استخراج معیارهای خروجی شرکت براساس پرسشنامه دیگری پرداخته شد. برای این منظور از پرسشنامه‌استفاده شد. درنهایت تأثیر هر راهبرد بر معیارهای خروجی مختلف در مدل پویای سیستمی طراحی‌شده شناسایی شد و نتایج آن تجزیه‌وتحلیل شد.

بنابراین تحقیق حاضر از نظر پارادایم به حالت تفسیری، نوع هدف پژوهش کاربردی، از نظر روش پژوهش توصیفی و از نظر رویکرد به‌صورت کمّی و کیفی (ترکیبی) است. روش پژوهش موردنظر، روش کتابخانه‌ای، تفسیری و تحلیلی می‌باشد. برای این منظور تمامی داده‌ها از طریق مطالعه کتاب‌ها و مقالات علمی، صنعتی و تجاری موجود به‌صورت فارسی، انگلیسی و همچنین تارنماهای مرتبط گردآوری و طبقه‌بندی شدند؛ بنابراین تحقیق حاضر کلی‌نگر است. همچنین در طراحی پرسشنامه‌های طراحی‌شده در این پژوهش، علاوه بر مطالعات کتابخانه‌ای از نظرات کارشناسان نیز استفاده‌شده است.

پس در این تحقیق از پژوهش‌ها میدانی نیز استفاده‌شده است. تمرکز پژوهش‌ها میدانی بر شناسایی روابط در مدل‌های کسب‌وکار با استفاده از پرسش‌نامه، مصاحبه و تحلیل محتواست. قابل‌ذکر است که برای طراحی مدل‌هااز نرم‌افزار Vensim و برای بررسی سنجه‌های آماری پرسشنامه‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده‌شده است.

روایی پرسشنامه‌ها. روش‌های متعددی برای سنجش روایی وجود دارد که شاخص نسبت روایی محتوایی یکی از آن‌ها است. این شاخص توسط لاوشه[1] طراحی‌شده است. جهت محاسبه این شاخص از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه محتوای آزمون موردنظر استفاده می‌شود و با توضیح اهداف آزمون برای آن‌ها و ارائه تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات به آن‌ها، از آن‌ها خواسته می‌شود تا جایگاه هریک از سؤالات را براساس طبقه‌بندی‌های از پیش تعیین‌شده مشخص کنند.

سپس براساس فرمول $CVR = \frac{N_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$، نسبت روایی محتوایی محاسبه می‌شود. در این فرمول N برابر تعداد کل متخصصین و N_e برابر تعداد متخصصینی که ضروری بودن سؤال را تائید کرده‌اند، است [۲]. ازاین‌رو براساس

[1] Lawshe

تعداد متخصصینی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، حداقل مقدار نسبت روایی محتوایی قابل‌قبول محاسبه می‌شود. سؤالاتی که مقدار نسبت روایی محتوایی محاسبه‌شده برای آن‌ها کمتر از میزان موردنظر باتوجه به تعداد متخصصین ارزیابی‌کننده سؤال باشد، بایستی از آزمون کنار گذاشته شوند چراکه براساس شاخص روایی محتوایی، روایی محتوایی قابل قبولی ندارند. در این مرحله از نظرات ۱۱ کارشناس در مورد پرسشنامه ۱ (مرتبط با شناسایی روابط درون مدل پویای سیستم طراحی‌شده) و ۸ کارشناس در مورد پرسشنامه ۲ (مرتبط با معیارهای خروجی شرکت) استفاده شد. باتوجه به حداقل نسبت روایی محتوایی قابل‌قبول در روش لاوشه (۰/۵۹ برای ۱۱ خبره و ۰/۷۵ برای ۸ خبره) تعدادی از سؤالات برای هر پرسشنامه انتخاب شد.

پایایی پرسشنامه‌ها. برای ارزیابی و محاسبه هماهنگی درونی ابزار اندازه‌گیری که خصیصه‌های مختلف را اندازه‌گیری می‌کند، از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. برای محاسبه ضریب آلفای کرونباخ ابتدا باید واریانس نمره‌های هر زیرمجموعه سؤال‌های پرسشنامه و واریانس کل را محاسبه کرد. سپس با استفاده از فرمول $r_{\propto} = \frac{J}{J-1}\left(1 - \sum_{j=1}^{n} S_j^2 \Big/ S^2\right)$ مقدار ضریب آلفا را محاسبه می‌کنیم. در این فرمول J برابر تعداد زیرمجموعه‌های سؤال‌های پرسشنامه یا آزمون، S_j^2 برابر واریانس زیر آزمون J ام و S^2 برابر واریانس کل پرسشنامه است [۲۷]. بنابراین به‌منظور اندازه‌گیری قابلیت اعتماد، از روش آلفای کرونباخ یک نمونه اولیه شامل ۲۵ پرسشنامه ۱ و ۲۵ پرسشنامه ۲ پیش‌آزمون شده و سپس با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از این پرسشنامه‌ها و به کمک نرم‌افزار آماری SPSS، میزان پایایی با روش آلفای کرونباخ برای این ابزار محاسبه شد. مقدار پایایی پرسشنامه‌های ۱ و ۲ پس از انجام محاسبات مربوطه به ترتیب برابر با ۰/۹۵۶ و ۰/۹۸۳ به‌دست‌آمده است، بنابراین می‌توان پرسش‌نامه‌ها را برخوردار از اعتبار کافی دانست.

در ادامه باتوجه به بررسی روایی و پایایی پرسش‌نامه‌های طراحی‌شده، پرسشنامه‌های نهایی در اختیار تعدادی از افراد جامعه هدف این پژوهش قرار گرفت. قابل‌ذکر است که برای انتخاب حجم نمونه کارشناسان در این پژوهش از نظریه کلاین استفاده‌شده است.

طبق این نظریه، برای انتخاب حجم نمونه از فرمول کوکران[1] $n = \frac{NZ_{\propto/2}^2 p(1-p)}{(N-1)d^2 + Z_{\propto/2}^2 p(1-p)}$ استفاده می‌شود. در این فرمول n برابر حجم نمونه؛ N برابر جامعه؛ p برابر نسبت موفقیت در جامعه؛ (1-p) برابر نسبت عدم موفقیت در جامعه؛ α برابر دقت برآورد؛ $Z_{\alpha/2}$ برابر توزیع جامعه نرمال و d برابر خطای پذیرفته‌شده توسط محقق یا بازه قابل‌تحمل از برآورد پارامتر موردنظر است که معمولاً در علوم اجتماعی برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود. همچنین اگر مقدار p برای این فرمول در دسترس نباشد، می‌توان مقدار ۰/۵ را برای آن در نظر گرفت [۴]. در این حالت، این فرمول بزرگ‌ترین و محافظه‌کارانه‌ترین عدد ممکن را به دست خواهد داد که در این پژوهش نیز عدد ۰/۵ برای آن در نظر گرفته شد. براساس اطلاعات مرتبط با این پژوهش، حجم نمونه مناسب برای بررسی روابط مدل پویای سیستمی و تعیین خروجی‌های سیستمی حداقل ۵۵ نفر از کارشناسان و خبرگان این سازمان برای هر پرسشنامه تعیین شد. برای این منظور جامعه آماری متشکل از ۱۱ مدیر شرکت، ۸ استاد دانشگاه مشغول به کار در این شرکت، ۱۷ دانشجوی دکتری مشغول به کار در این شرکت و بیش از ۱۹ کارشناس درون بخشی این شرکت شناسایی شد و سؤال‌های ذکرشده در هر پرسشنامه از آن‌ها پرسیده شد. همچنین سایر اطلاعات جمعیت‌شناسی مرتبط با نمونه آماری موردبررسی در این پژوهش به‌صورت زیر است:

- جنسیت: ۴۳ نفر مرد و ۱۲ نفر زن؛

[1] Cochran

- سن: ۲۲ نفر بین ۲۵ تا ۳۰ سال، ۱۳ نفر بین ۳۰ تا ۳۵ سال، ۱۱ نفر بین ۳۵ تا ۴۰ سال، ۹ نفر بیشتر از ۴۰ سال؛
- میزان تحصیلات: ۱۳ نفر کارشناسی، ۲۸ نفر کارشناسی‌ارشد، ۱۴ نفر دکتری؛
- سابقه کاری: ۲۱ نفر بین ۱ تا ۵ سال، ۱۱ نفر بین ۵ تا ۱۰ سال، ۲۳ نفر بیشتر از ۲۰ سال؛

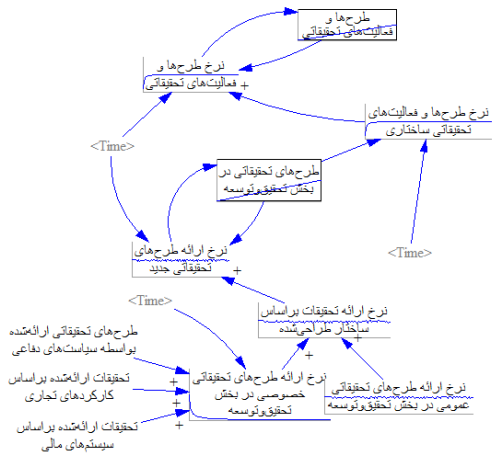
بنابراین می‌توان ادعا داشت که جامعه آماری انتخاب‌شده در این مقاله شامل طیف وسیعی از کارشناسان و مدیران این شرکت است. نکته قابل‌توجه آنکه بعد از برگزاری جلسات با برخی از خبرگان این شرکت، اشباع نظری در مورد ارزیابی راهبردها حاصل شد. همچنین با هریک از نفرات موردنظر قبل از تکمیل پرسشنامه‌ها نیز جلسه‌ای برگزار شد تا از رسیدن به اشباع نظری مطلوب برای پاسخ‌دهی به سؤالات طراحی‌شده، اطمینان حاصل شود. معیار انتخاب این افراد، دارا بودن زمینه تحصیلی مرتبط و درک مناسب از مسائل مطرح‌شده در پرسشنامه‌ها بود.

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

برای طراحی مدل پویای سیستمی اولیه در این پژوهش از مرور اپیشینه و مطالعه مقالات مختلفی استفاده شد. برای درک بهتر، ۵ مدل اصلی بررسی‌شده در ادامه ارائه می‌شوند:

مدل اول. در تحقیق سامرا[1] و همکاران مدل سیستمی جدیدی برای ارزیابی اثر سیاست‌های نوآورانه بر سیستم نوآوری ملی ارائه شد [۲۴]. در این مدل ابعاد مختلفی از جمله سیاست‌های اعمال‌شده، سرمایه‌گذاری‌های نوآورانه، سطح فعالیت‌های علمی و تعاملات آن با سیستم‌های مالی مشخص‌شده است. این محققان توانستند با استفاده از این مدل به پیش‌بینی و بررسی ابعاد مختلفی از سیستم نوآوری ملی بپردازند. نتایج بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های مختلفی مانند سرمایه‌گذاری‌های مطالعاتی و سیاست‌های سیستمی چطور می‌توانند موجب تغییر سیستم نوآوری ملی یک کشور شوند. این مدل به‌خوبی ابعاد مختلفی برای بررسی ابعاد مختلف سیستم‌های نوآورانه یک حوزه را مشخص می‌کند و نتایج مناسبی از بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد.

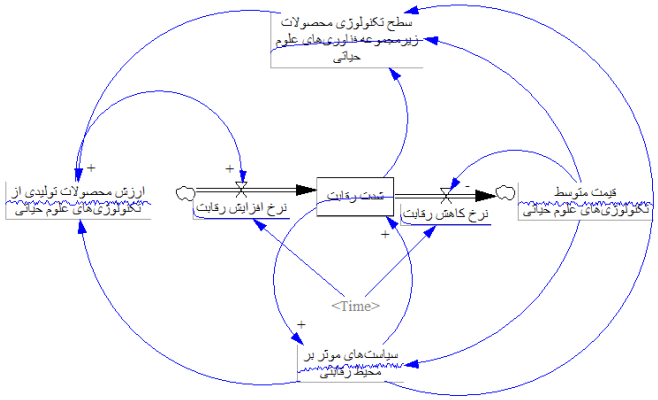
بر این اساس می‌توان انتظار داشت که استفاده از مدلی مشابه با این مدل بتواند در مورد حوزه نوآورانه در شرکت موردمطالعه نتایج مشابهی داشته باشد؛ بنابراین مشخصه‌های مختلف این مدل برای شرکت موردمطالعه تغییراتی می‌کنند و روابطی متناسب با مدل این مقاله بین آن‌ها ایجاد می‌شود. این مدل در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. مدلی توسعه‌یافته برای بررسی طرح‌های پژوهش‌های در شرکت موردمطالعه

[1] Samara

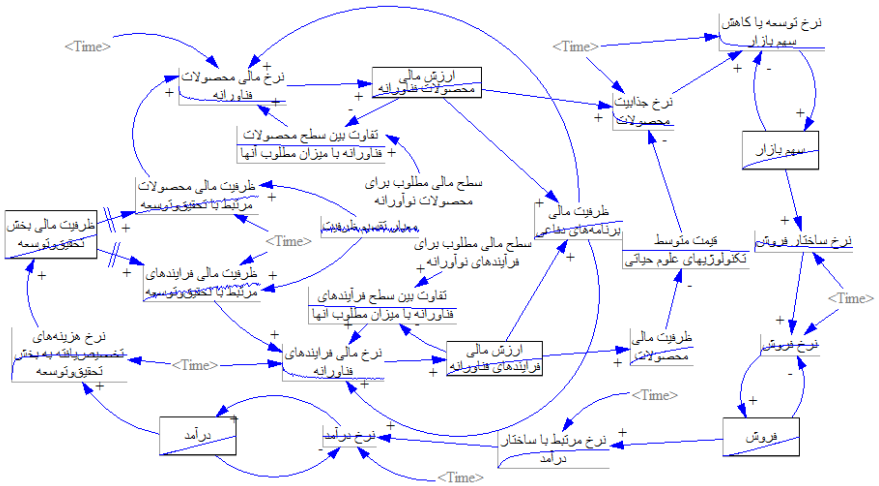
مدل دوم. در تحقیق یونا[1] و همکاران مدل سیستمی جدیدی برای ارزیابی سطح رقابت در بازارهای فروش گاز ارائه‌شده است [۳۲]. در این مدل ابعاد مختلفی از جمله سیاست‌های اعمال‌شده، قیمت، سطح تکنولوژی و چگونگی ارائه محصولات مشخص‌شده است. این محققان توانستند با استفاده از این مدل به پیش‌بینی و بررسی ابعاد مختلفی از بازار فروش گاز در چین بپردازند. نتایج بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های مختلفی مانند قیمت تکنولوژی، سیاست‌های سیستمی و ... چطور می‌توانند موجب تغییر بازارهای فروش گاز در کشورها شوند. این مدل به‌خوبی ابعاد مختلفی را برای بررسی جنبه‌های مختلف بازارهای رقابتی تکنولوژیکی یک حوزه را مشخص می‌کند و نتایج مناسبی از بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد. بر این اساس می‌توان انتظار داشت که استفاده از مدلی مشابه با این مدل بتواند در شرکت موردمطالعه نتایج مشابهی داشته باشد؛ بنابراین مشخصه‌های مختلف این مدل برای شرکت موردمطالعه تغییراتی می‌کنند و روابطی متناسب با مدل این مقاله بین آن‌ها ایجاد می‌شود. این مدل در شکل ۲ ارائه‌شده است.



شکل ۲. مدلی توسعه‌یافته برای بررسی ابعاد رقابتی در شرکت موردمطالعه

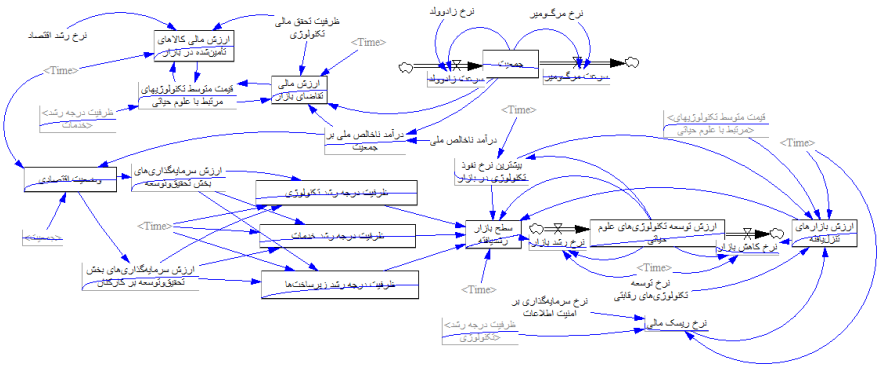
مدل سوم. در تحقیق دنگلیکو[2] و همکاران مدل سیستمی جدیدی برای ارزیابی اثرات متقابل بازار بر روندهای پژوهش‌های و توسعه آن‌ها ارائه شد [۷]. در این مدل ابعاد مختلفی از جمله نرخ رشد بازار، سرمایه‌گذاری‌ها و بودجه‌ها، سطح فعالیت‌های علمی و تعاملات آن با سیستم‌های تجاری مشخص‌شده است. این محققان توانستند با استفاده از این مدل به پیش‌بینی و بررسی ابعاد مختلفی از سیستم پژوهش‌های بپردازند. نتایج بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های مختلفی مانند سرمایه‌گذاری‌های مطالعاتی، ساختارهای سیستمی چطور می‌توانند موجب تغییر بازارها و روندهای علمی یک کشور شوند. این مدل به‌خوبی ابعاد مختلفی برای بررسی ابعاد مختلف سیستم‌های تجاری و علمی یک حوزه را مشخص می‌کند و نتایج مناسبی از بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد. بر این اساس می‌توان انتظار داشت که استفاده از مدلی مشابه با این مدل بتواند در شرکت موردمطالعه نتایج مشابهی داشته باشد؛ بنابراین مشخصه‌های مختلف این مدل برای شرکت موردمطالعه تغییراتی می‌کنند و روابطی متناسب با مدل این مقاله بین آن‌ها ایجاد می‌شود. این مدل در شکل ۳ ارائه شده است.

[1] Yunna
[2] Dangelico



شکل ۳. مدلی توسعه‌یافته برای بررسی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بازار از روندهای پژوهش‌وتوسعه مرتبط با شرکت موردمطالعه

مدل چهارم. در تحقیق تسایی[1] و همکاران مدل سیستمی جدیدی برای چگونگی انتشار تکنولوژی یارانش ابری ارائه‌شده است [۳۰]. در این مدل ابعاد مختلفی از جمله زیرساخت‌های تکنولوژیکی و چگونگی ارتباط آن‌ها با ابعاد اقتصادی، حفاظت اطلاعات و شاخص‌های بازار مشخص‌شده است. این محققان توانستند با استفاده از این مدل به پیش‌بینی و بررسی ابعاد مختلفی از یارانش ابری بپردازند. نتایج بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های مختلفی مانند قیمت تکنولوژی، زیرساخت‌های سیستمی و ... چطور می‌توانند موجب تغییر انتشار تکنولوژی یارانش ابری در جامعه شوند. این مدل به‌خوبی ابعاد مختلفی برای بررسی ابعاد مختلف تکنولوژیکی یک حوزه را مشخص می‌کند و نتایج مناسبی از بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد. بر این اساس می‌توان انتظار داشت که استفاده از مدلی مشابه با این مدل بتواند در شرکت موردمطالعه نتایج مشابهی داشته باشد؛ بنابراین مشخصه‌های مختلف این مدل برای شرکت موردمطالعه تغییراتی می‌کنند و روابطی متناسب با مدل این مقاله بین آن‌ها ایجاد می‌شود. این مدل در شکل ۴ ارائه شده است.

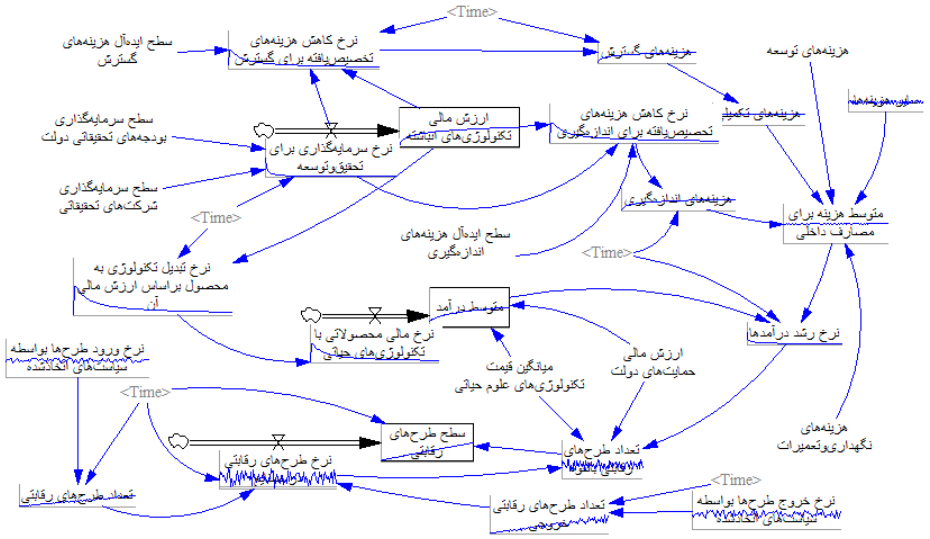


شکل ۴. مدلی توسعه‌یافته برای بررسی عملکرد شرکت موردمطالعه در محیط بازار با در نظرگیری رقابت‌های بازار و نوسانات جمعیتی

مدل پنجم. در تحقیق اسکیولیمویسکی[2] مدل سیستمی جدیدی برای ارزیابی سطح رقابت در بازارهای فروش گاز با درنظرگیری هزینه‌های مختلف تهیه محصولات ارائه شد [۲۵]. در این مدل ابعاد مختلفی از جمله سیاست‌های اعمال‌شده، قیمت، سطح تکنولوژی، بودجه‌های پژوهش‌وتوسعه، اثرگذاری هریک از هزینه‌ها و چگونگی ارائه

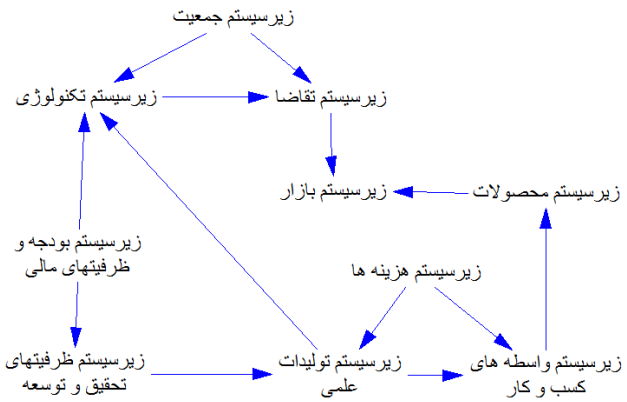
[1] Tsai
[2] Skulimowski

محصولات مشخص‌شده است. این محققان توانستند با استفاده از این مدل به پیش‌بینی و بررسی ابعاد مختلفی از بازار فروش گاز در چین با درنظرگیری ابعاد مختلف بپردازند. نتایج بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های مختلفی مانند بودجه پژوهش‌های، قیمت تکنولوژی، سیاست‌های سیستمی چطور می‌توانند موجب تغییر بازارهای فروش گاز و اثرگذاری آن بر توسعه کشورها شود. این مدل به‌خوبی ابعاد مختلفی و جامعی برای بررسی ابعاد مختلف هزینه‌ای در بازارهای رقابتی تکنولوژیکی یک حوزه را مشخص می‌کند و نتایج مناسبی از بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد. بر این اساس می‌توان انتظار داشت که استفاده از مدلی مشابه با این مدل بتواند در شرکت موردمطالعه نتایج مشابهی داشته باشد؛ بنابراین مشخصه‌های مختلف این مدل برای شرکت موردمطالعه تغییراتی می‌کنند و روابطی متناسب با مدل این مقاله بین آن‌ها ایجاد می‌شود. این مدل در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵. مدلی توسعه‌یافته برای بررسی عملکرد شرکت موردمطالعه در محیط بازار با در نظرگیری ابعاد مختلف هزینه‌های محصولات

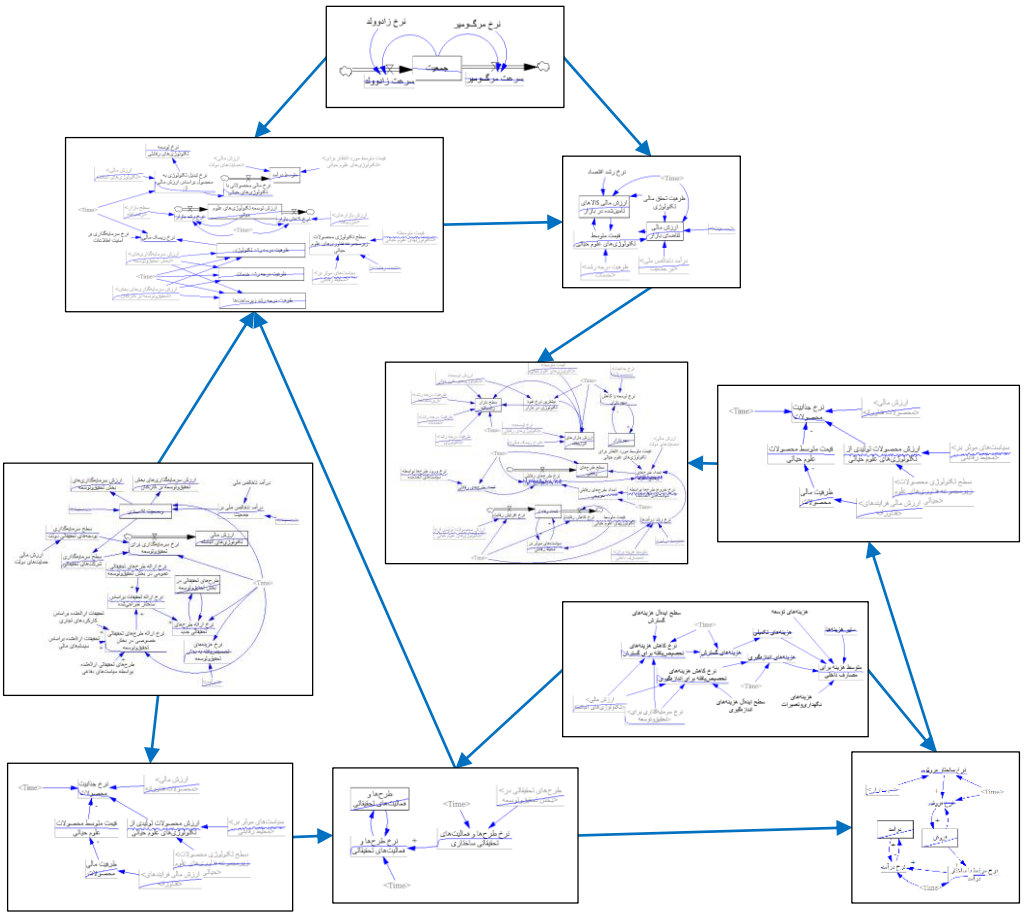
طبق مدل‌ها و روابط شناسایی‌شده در آن‌ها، مدلی اولیه برای بررسی عملکرد این شرکت طراحی شد. این مدل از نظر مرز مدل، ساختار مدل، تناسب ابعاد، وضعیت حدی و بازتولید رفتار براساس اطلاعات ۱۰ سال قبل شرکت موردمطالعه بررسی شد و توانست عملکرد مناسبی از خود نشان دهد. سپس روابط این مدل در چارچوب پرسشنامه‌هایی برای نمونه جمعیتی تعیین‌شده تشریح شد و تغییرات جدید درون مدل پیشنهادی برمبنای نتایج حاصل‌شده از پرسشنامه‌ها ایجاد شد. درنهایت مدلی شامل زیرسیستم‌های تکنولوژی، بودجه و ظرفیت‌های مالی، جمعیت، ظرفیت‌های پژوهش‌وتوسعه در شرکت موردمطالعه، تولیدات علمی شرکت، هزینه‌ها، واسطه‌های کسب‌وکار، محصولات فیزیکی شرکت، بازار و وضعیت تقاضای جامعه براساس ساختار شرکت موردمطالعه ایجاد شد. ساختار کلی و جزئی مدل نهایی در شکل‌های ۶ و ۷ ارائه‌شده است.



شکل ۶. ساختار کلی مدلی نهایی برای بررسی عملکرد شرکت موردمطالعه

مدل نهایی نیز از نظر مرز مدل، ساختار مدل، تناسب ابعاد، وضعیت حدی و بازتولید رفتار براساس داده‌ها و اطلاعات ۱۰ سال قبل شرکت موردمطالعه بررسی شد. هر موضوعی که موجب کاهش اعتبار مدل می‌شد، موردبررسی قرار گرفت و اصلاحاتی متناسب با این مشکل در مدل پیاده‌سازی شد. درنهایت مدل پیشنهادی توانست عملکرد مناسبی از خود نشان دهد.

پس از مشخص شدن مدل پویای سیستم برای این شرکت فناورانه دانشگاهی، به شناسایی خروجی‌های مناسب در این سازمان پرداخته شد. این موضوع با استفاده از پرسشنامه‌هایی که برمبنای شاخص لیکرت طراحی‌شده بودند، موردبررسی قرار گرفت. نتایج این پرسشنامه‌ها موجب انتخاب ۶ معیار خروجی از میان ۴۵ معیار شناسایی‌شده شد. وزن هر معیار نیز باتوجه به نتایج گرفته‌شده از پرسشنامه‌های تکمیل‌شده تعیین شد. برای این منظور از مقایسات زوجی بین معیارها استفاده شد و نتایج نهایی مقایسات زوجی استانداردسازی شد.

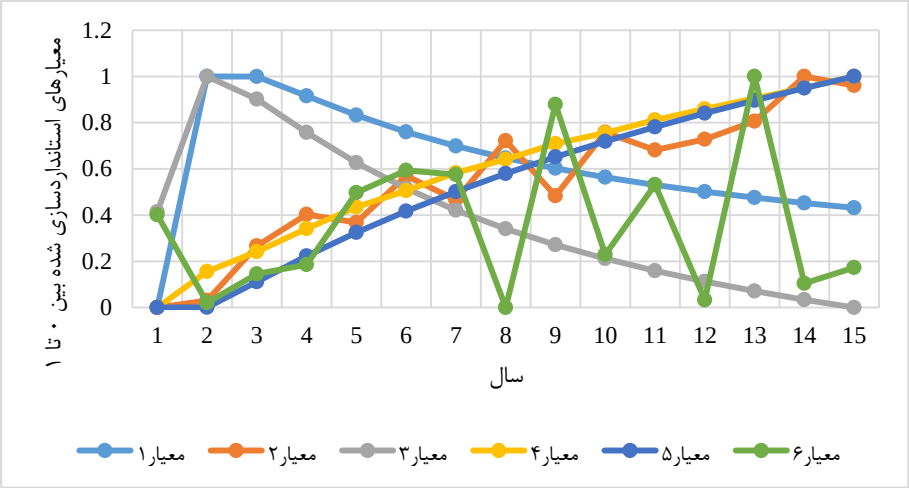


شکل ۷. ساختار جزئی مدلی نهایی برای بررسی عملکرد شرکت موردمطالعه

معیارهای خروجی منتخب برای این شرکت و وزن هرکدام به‌صورت زیر شناسایی شدند:

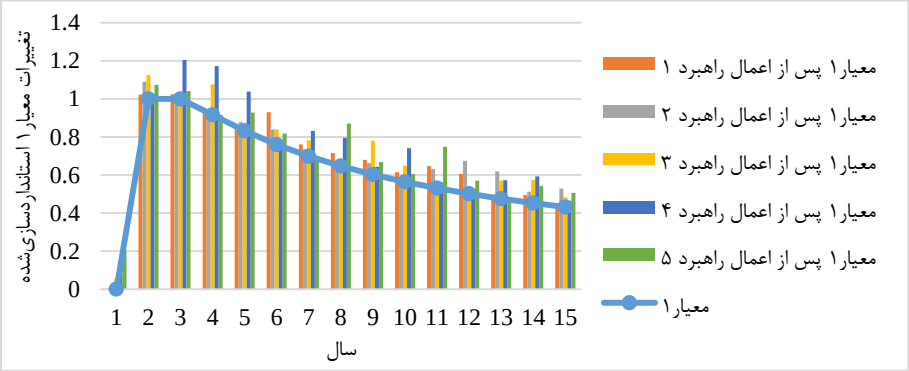
- معیار ۱: درآمد نهایی محصولات تولیدی (وزن معیار ۱: ۰/۱۸۷)؛
- معیار ۲: نسبت تعداد طرح‌های موفق به‌کل طرح‌ها (وزن معیار ۲: ۰/۱۵۹)؛
- معیار ۳: هزینه نهایی مرتبط با محصولات (وزن معیار ۳: ۰/۱۷۶)؛
- معیار ۴: میزان سرمایه جذب‌شده در شرکت به‌واسطه جذابیت طرح‌های معرفی‌شده به سرمایه‌گذاران (وزن معیار ۴: ۰/۱۸۵)؛
- معیار ۵: میزان استفاده از زیرساخت‌های شرکت نسبت به‌کل توانایی زیرساختی (وزن معیار ۵: ۰/۰۹۵)؛
- معیار ۶: سهم بازار کسب‌شده براساس محصولات نهایی شرکت موردمطالعه (وزن معیار ۶: ۰/۱۹۸).

در ادامه براساس معیارهای خروجی منتخب به بررسی اثرات راهبردهای مطرح در این شرکت پرداخته شد. برای درک بهتر این تأثیرات، ابتدا مقادیر معیارهای خروجی شناسایی‌شده بدون اعمال هیچ راهبردی مشخص شدند. تمامی معیارهای خروجی باتوجه به بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین مقداری که داشتند، به بازه ۰ تا ۱ تصویر شدند (استانداردسازی). همچنین نتایج خروجی برای ۱۵ سال آینده در این شرکت بررسی شدند. قابل‌ذکر است که به‌خاطر ماهیت تصادفی برخی پارامترها در این مدل، نتایج نهایی براساس میانگین ۳۰ اجرای مختلف تعیین شدند. نمودار ۱ نمایشی از معیارهای خروجی شرکت موردمطالعه براساس وضعیت فعلی‌اش را نشان می‌دهد.

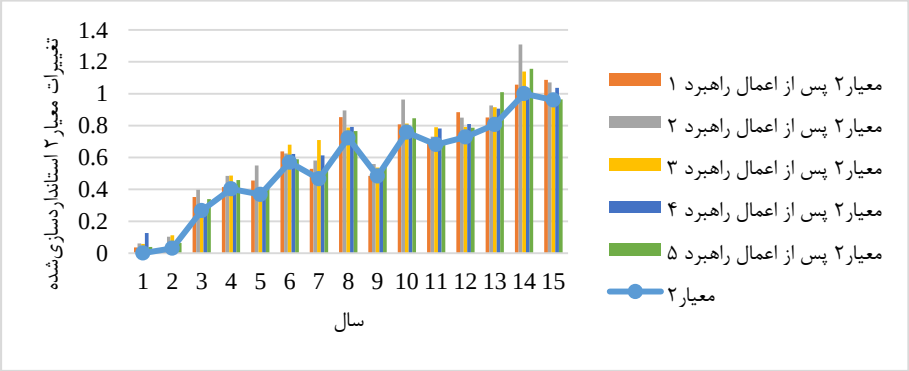


نمودار ۱. معیارهای خروجی شرکت موردمطالعه برای ۱۵ سال آینده با حفظ وضعیت فعلی

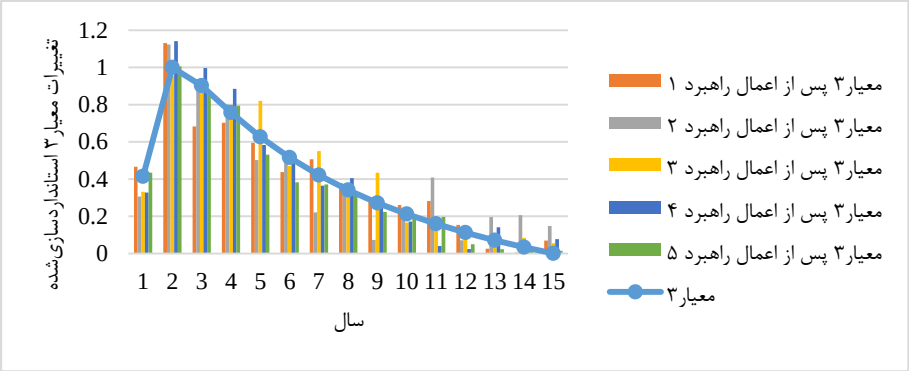
در ادامه راهبردهای مختلف بر مدل طراحی‌شده اعمال می‌شوند و نتایج معیارهای خروجی مرتبط با آن‌ها را نیز استانداردسازی می‌گردند. همچنین میانگین ۳۰ اجرای مختلف به‌خاطر ماهیت تصادفی برخی پارامترهای مدل برای بررسی اثرات هر راهبرد در نظر گرفته می‌شود. نتایج نهایی مربوط به اثرات راهبردهای مختلف برای هر معیار در نمودارهای ۲ تا ۷ ارائه شده‌اند.



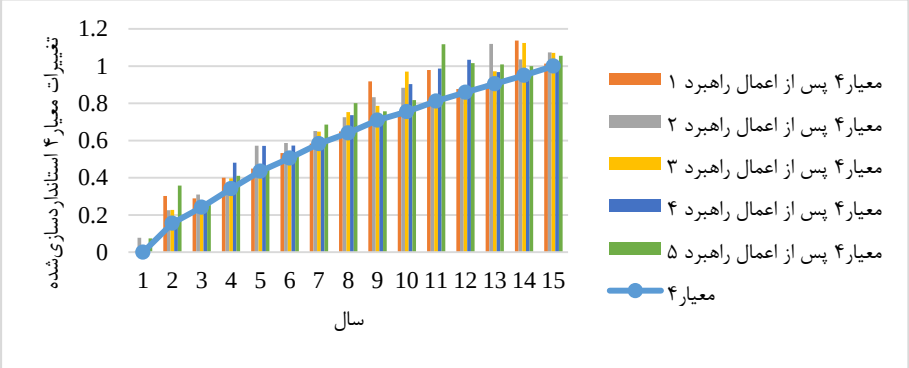
نمودار ۲. وضعیت معیار ۱ شرکت موردمطالعه برای ۱۵ سال آینده براساس راهبردهای مختلف



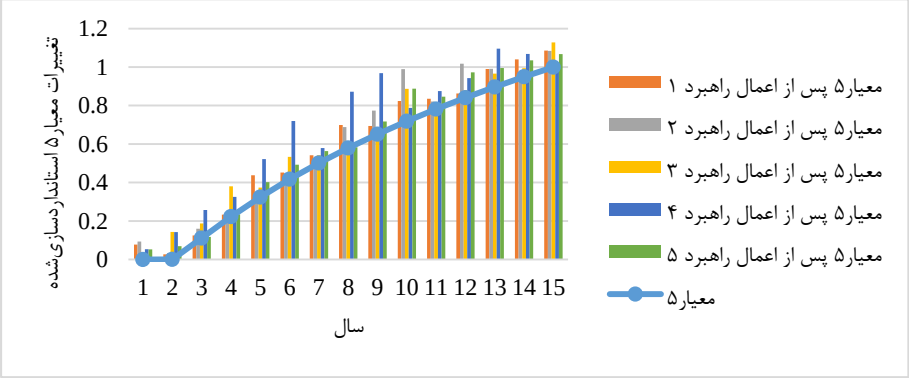
نمودار ۳. وضعیت معیار ۲ شرکت موردمطالعه برای ۱۵ سال آینده براساس راهبردهای مختلف



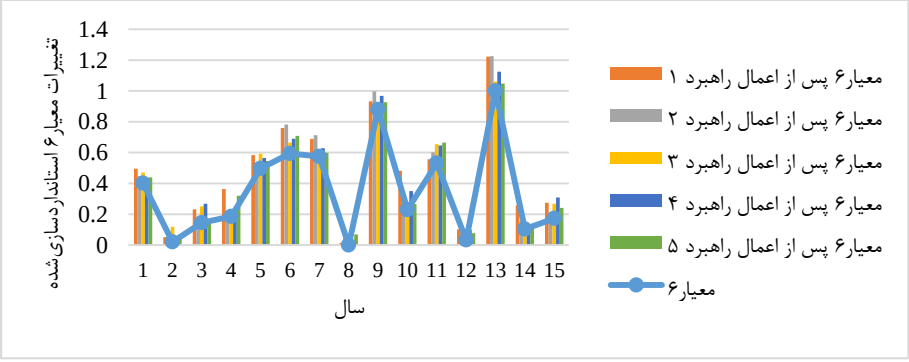
نمودار ۴. وضعیت معیار ۳ شرکت موردمطالعه برای ۱۵ سال آینده براساس راهبردهای مختلف



نمودار ۵. وضعیت معیار ۴ شرکت موردمطالعه برای ۱۵ سال آینده براساس راهبردهای مختلف



نمودار ۶. وضعیت معیار ۵ شرکت موردمطالعه برای ۱۵ سال آینده براساس راهبردهای مختلف



نمودار ۷. وضعیت معیار ۶ شرکت موردمطالعه برای ۱۵ سال آینده براساس راهبردهای مختلف

باتوجه به ماهیت نوسانی پیش‌بینی‌های انجام‌شده، برای مشخص شدن بهترین راهبردها براساس هر معیار، از اثرات استانداردسازی‌شده راهبردهای مختلف در افق‌های زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ سال میانگین‌گیری می‌شود. بهترین نتایج در هرحالت در جدول ۱ مشخص شده‌اند.

جدول ۱. نتایج مرتبط با اثرات راهبردها براساس هر معیار در افق‌های زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ سال

	افق ۵ ساله	افق ۱۰ ساله	افق ۱۵ ساله		افق ۵ ساله	افق ۱۰ ساله	افق ۱۵ ساله
معیار ۱	۰/۷۵۰	۰/۷۰۲	۰/۶۲۷	معیار ۴	۰/۲۳۵	۰/۴۳۷	۰/۵۹۳
معیار ۱ پس از اعمال راهبرد ۱	۰/۷۷۱	۰/۷۵۶	۰/۶۸۳	معیار ۴ پس از اعمال راهبرد ۱	۰/۲۸۹	۰/۴۸۹	۰/۶۵۳
معیار ۱ پس از اعمال راهبرد ۲	۰/۷۸۳	۰/۷۳۷	۰/۶۸۹	معیار ۴ پس از اعمال راهبرد ۲	۰/۳۰۶	۰/۵۲۱	۰/۶۷۷
معیار ۱ پس از اعمال راهبرد ۳	۰/۸۲۷	۰/۷۸۶	۰/۷۰۴	معیار ۴ پس از اعمال راهبرد ۳	۰/۲۶۹	۰/۵۰۱	۰/۶۶۰
معیار ۱ پس از اعمال راهبرد ۴	۰/۹۰۸	۰/۸۳۴	۰/۷۳۷	معیار ۴ پس از اعمال راهبرد ۴	۰/۲۹۵	۰/۵۰۲	۰/۶۶۶
معیار ۱ پس از اعمال راهبرد ۵	۰/۸۳۲	۰/۷۸۲	۰/۷۱۱	معیار ۴ پس از اعمال راهبرد ۵	۰/۳۰۹	۰/۵۱۴	۰/۶۹۰
معیار ۲	۰/۲۱۴	۰/۴۰۷	۰/۵۵۰	معیار ۵	۰/۱۳۲	۰/۳۵۳	۰/۵۳۳
معیار ۲ پس از اعمال راهبرد ۱	۰/۲۵۹	۰/۴۶۱	۰/۶۱۳	معیار ۵ پس از اعمال راهبرد ۱	۰/۱۸۰	۰/۴۱۱	۰/۵۹۵
معیار ۲ پس از اعمال راهبرد ۲	۰/۳۱۹	۰/۵۲۲	۰/۶۷۴	معیار ۵ پس از اعمال راهبرد ۲	۰/۱۷۱	۰/۴۲۸	۰/۶۱۰
معیار ۲ پس از اعمال راهبرد ۳	۰/۲۷۱	۰/۴۸۸	۰/۶۳۳	معیار ۵ پس از اعمال راهبرد ۳	۰/۲۲۰	۰/۴۳۳	۰/۶۰۷
معیار ۲ پس از اعمال راهبرد ۴	۰/۲۵۲	۰/۴۵۵	۰/۶۰۸	معیار ۵ پس از اعمال راهبرد ۴	۰/۲۶۰	۰/۵۲۳	۰/۶۸۲
معیار ۲ پس از اعمال راهبرد ۵	۰/۲۶۶	۰/۴۶۲	۰/۶۱۶	معیار ۵ پس از اعمال راهبرد ۵	۰/۱۷۵	۰/۴۱۲	۰/۶۰۳
معیار ۳	۰/۷۴۰	۰/۵۴۶	۰/۳۸۹	معیار ۶	۰/۲۵۰	۰/۳۵۳	۰/۳۵۸
معیار ۳ پس از اعمال راهبرد ۱	۰/۷۱۶	۰/۵۴۵	۰/۳۹۹	معیار ۶ پس از اعمال راهبرد ۱	۰/۳۴۵	۰/۴۶۰	۰/۴۶۸
معیار ۳ پس از اعمال راهبرد ۲	۰/۷۳۴	۰/۵۰۵	۰/۴۰۶	معیار ۶ پس از اعمال راهبرد ۲	۰/۲۷۴	۰/۴۲۲	۰/۴۳۲
معیار ۳ پس از اعمال راهبرد ۳	۰/۷۵۸	۰/۵۷۷	۰/۴۲۰	معیار ۶ پس از اعمال راهبرد ۳	۰/۳۲۷	۰/۴۰۸	۰/۴۲۰
معیار ۳ پس از اعمال راهبرد ۴	۰/۷۸۷	۰/۵۶۹	۰/۴۰۲	معیار ۶ پس از اعمال راهبرد ۴	۰/۲۹۵	۰/۴۱۴	۰/۴۳۰
معیار ۳ پس از اعمال راهبرد ۵	۰/۷۲۴	۰/۵۱۳	۰/۳۶۳	معیار ۶ پس از اعمال راهبرد ۵	۰/۳۰۳	۰/۴۰۹	۰/۴۱۷

با توجه به جدول ۱، مؤثرترین راهبردها برای هر معیار در افق‌های زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ سال مشخص شده‌اند. قابل‌ذکر است که معیار ۳ از جنس هزینه است؛ بنابراین کمترین مقادیر برای آن نشان‌دهنده مؤثرترین راهبرد است، اما مؤثرترین راهبرد برای سایر معیارها باید بیشترین مقدار میانگین را داشته باشد. باتوجه به نتایج این جدول می‌توان نتیجه گرفت که راهبردهای مختلف رتبه‌های متفاوتی براساس هر معیار می‌گیرند. همچنین افق‌های زمانی مختلف نیز بر اثرات راهبردها تأثیرگذار است و می‌تواند موجب تغییر راهبرد برتر باتوجه به هریک از معیارها شود. براساس این نتایج شرکت فناورانه دانشگاهی موردمطالعه می‌تواند بهترین تصمیم‌گیری را براساس وزن‌دهی به معیارها در مدت افق زمانی تعیین‌شده مشخص نماید. این موضوع در جدول ۲ مشخص‌شده است.

جدول ۲. نتایج مرتبط با مجموع اثرات راهبردها براساس وزن معیارها در افق‌های زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ سال

نتایج نهایی مرتبط با هرحالت	افق ۵ ساله	افق ۱۰ ساله	افق ۱۵ ساله
میانگین وزنی معیارها بدون اعمال هیچ راهبردی	۰/۴۱۰۰	۰/۴۷۶۷	۰/۵۰۴۴
میانگین وزنی معیارها پس از اعمال راهبرد ۱	۰/۴۵۰۲	۰/۵۳۱۲	۰/۵۶۵۴
میانگین وزنی معیارها پس از اعمال راهبرد ۲	۰/۴۵۳۴	۰/۵۳۰۳	۰/۵۷۶۲
میانگین وزنی معیارها پس از اعمال راهبرد ۳	۰/۴۶۶۶	۰/۵۴۰۷	۰/۵۶۹۱
میانگین وزنی معیارها پس از اعمال راهبرد ۴	۰/۴۸۶۱	۰/۵۵۳۰	۰/۵۷۸۴
میانگین وزنی معیارها پس از اعمال راهبرد ۵	۰/۴۵۹۱	۰/۵۲۵۲	۰/۵۶۲۳

طبق نتایج جدول ۲، باتوجه به وزن‌های شناسایی‌شده برای هر معیار و نتایج گرفته‌شده از جدول ۱، بهترین راهبرد برای این شرکت، راهبرد ۴ در افق‌های زمانی ۵، ۱۰ و ۱۵ ساله تعیین‌شده است. بدیهی است که بدون تعریف مدل پویای سیستمی مناسب و معیارهای خروجی متناسب با این شرکت، ارزیابی مناسبی از راهبردها قابل‌دستیابی نبود.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این تحقیق مشخص شد که ارتباط بالای شرکت فناورانه دانشگاهی در حوزه علوم و فناوری‌های حیاتی با حوزه‌های علمی و بازار موجب پیچیدگی بیش‌ازحد روابط در این شرکت شده است. این موضوع موجب شد تا ارزیابی راهبردهای منتخب برای این شرکت بدون استفاده از مدل شبیه‌سازی پویای سیستمی مشکل باشد؛ بنابراین در ابتدا به مطالعه مدل‌های مرتبط و سازمان‌دهی ارتباط‌ها بین عوامل این مدل‌ها پرداخته شد. اعتبار مدل اولیه طراحی‌شده براساس آزمون‌های اعتبارسنجی مختلفی بررسی و تأیید شد. برای این منظور از اطلاعات ۱۰ سال قبل این شرکت استفاده شد.

در ادامه روابط شناسایی‌شده درون مدل اولیه با استفاده از نظر کارشناسان این شرکت مورد بازبینی قرار گرفت تا این مدل کاملاً با شرایط شرکت سازگار شود. پس از هماهنگی مدل با نظرات کارشناسان این شرکت، مجدداً آزمون‌های اعتبارسنجی موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. پس از تأیید عملکرد مدل نهایی براساس آزمون‌های اعتبارسنجی، معیارهای خروجی متناسب با این شرکت باتوجه به نظر خبرگان در پرسشنامه‌ی دیگری موردبررسی قرار گرفت. پس از انتخاب معیارهای خروجی مناسب برای این شرکت، عملکرد مدل شبیه‌سازی‌شده نهایی باتوجه به راهبردهای مختلف و معیارهای شناسایی‌شده موردبررسی قرار گرفت. باتوجه به ماهیت نوسانی برخی پارامترها در مدل شبیه‌سازی‌شده نهایی، میانگین ۳۰ اجرای مختلف برای هر راهبرد موردتوجه قرار گرفت. قابل‌ذکر است که متغیرهای مدل به‌گونه‌ای تنظیم شدند که شرکت در شروع افق‌های زمانی برای هر راهبرد در وضعیت یکسانی باشد تا اعتبار نتایج برای مقایسه اثرات راهبردهای مختلف حفظ شود. درنهایت بهترین راهبردها باتوجه به هر معیار در افق‌های زمانی مختلف مشخص شد. این نتایج نشان می‌دهد که بهترین راهبرد براساس هر معیار و در هر افق برنامه‌ریزی می‌تواند متفاوت باشد؛ بنابراین شرکت بایستی براساس اهمیت هر معیار در افق‌های زمانی مختلف، بهترین راهبرد را انتخاب نماید.

همچنین براساس وزن‌های شناسایی‌شده برای هر معیار براساس نتایج پرسشنامه و استانداردسازی معیارهای خروجی، بهترین راهبرد برای این شرکت شناسایی شد. این نتایج به‌خوبی ماهیت پیچیده سازمان در بازارهای امروزی و حساسیت‌های مختلف ایجادشده براساس هر معیار خروجی را نشان می‌دهند. ازاین‌رو لازم است برای ارزیابی راهبردها در هر شرکت، از مدل پویای سیستمی مناسب، معیارهای خروجی متناسب با شرایط فعلی آن شرکت و وزن یا اهمیت هر معیار استفاده شود که در این پژوهش نیز تمامی آن‌ها موردتوجه قرار گرفتند. باتوجه به یافته‌های پژوهش، حساسیت‌های کلیدی در اثرگذاری هر راهبرد باتوجه به معیارهای خروجی، نظرات خبرگان و افق‌های برنامه‌ریزی مختلف وجود دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود به‌صورت دوره‌ای خروجی‌های مدل به‌روزآوری شوند و اثرات مسائل پیش‌بینی‌نشده در مدل لحاظ شود. همچنین می‌توان مدل را با نظرات کارشناسان و خبرگان رده میانی و عملیاتی شرکت سازگار ساخت تا خروجی‌های مدل به واقعیت نزدیک‌تر شوند.

منابع

1. Arghode, V., Jandu, N., & McLean, G. N. (2020). Exploring the connection between organizations and organisms in dealing with change. European Journal of Training and Development.
2. Baghestani, A. R., Ahmadi, F., Tanha, A., & Meshkat, M. (2019). Bayesian critical values for Lawshe's content validity ratio. Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 52(1), 69-73.
3. Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society, 12(3), 183-210.
4. Cochran, W. G. (2007). Sampling techniques. John Wiley & Sons.
5. Cosenz, F. (2017). Supporting start-up business model design through system dynamics modelling. Management Decision.
6. Csaszar, F. A., & Ostler, J. (2020). A contingency theory of representational complexity in organizations. Organization Science.
7. Dangelico, R. M., Garavelli, A. C., & Petruzzelli, A. M. (2010). A system dynamics model to analyze technology districts' evolution in a knowledge-based perspective. Technovation, 30(2), 142-153.
8. Ershadi, M. M., & Shemirani, H. S. (2020). Simulation and optimization for improving performance of maintenance. Facilities.
9. Espinoza, A., Bautista, S., Narváez, P. C., Alfaro, M., & Camargo, M. (2017). Sustainability assessment to support governmental biodiesel policy in Colombia: A system dynamics model. Journal of Cleaner Production, 141, 1145-1163.
10. Gholizad, A., Ahmadi, L., Hassannayebi, E., Memarpour, M., & Shakibayifar, M. (2017). A system dynamics model for the analysis of the deregulation in electricity market. International Journal of System Dynamics Applications (IJSDA), 6(2), 1-30.
11. Hamidizadeh, Mohammad Reza(2015). System dynamics, Tehran: Shahid Behshti University Pub.
12. Janošková, M., Csikósová, A., & Čulková, K. (2018). Measurement of company performance as part of its strategic management. In Managerial strategies for business sustainability during turbulent times, 309-335. IGI Global.
13. Kelly, C., Onat, N. C., & Tatari, O. (2019). Water and carbon footprint reduction potential of renewable energy in the United States: A policy analysis using system dynamics. Journal of Cleaner Production, 228, 910-926.
14. Li, M., Li, G., Huang, Y., & Deng, L. (2017). Research on investment risk management of Chinese prefabricated construction projects based on a system dynamics model. Buildings, 7(3), 83.
15. Liu, D., & Xiao, B. (2018). Can China achieve its carbon emission peaking? A scenario analysis based on STIRPAT and system dynamics model. Ecological Indicators, 93, 647-657.
16. Martinez-Moyano, I. J., & Richardson, G. P. (2013). Best practices in system dynamics modeling. System Dynamics Review, 29(2), 102-123.
17. Morcillo, J. D., Franco, C. J., & Angulo, F. (2018). Simulation of demand growth scenarios in the Colombian electricity market: An integration of system dynamics and dynamic systems. Applied Energy, 216, 504-520.
18. Morshedi, M. A., & Kashani, H. (2020). A system dynamics model to evaluate the housing market response to vulnerability reduction promotion policies. International journal of disaster risk reduction, 44, 101438.
19. Quirynen, R. (2017). Numerical simulation methods for embedded optimization.
20. Rafieisakhaei, M., Barazandeh, B., & Afra, S. (2017, March). A system dynamics approach on oil market modeling with statistical data analysis. In SPE Middle East Oil & Gas Show and Conference. Society of Petroleum Engineers.

21. Rafieisakhaei, M., Barazandeh, B., Moosavi, A., Fekri, M., & Bastani, K. (2016). Supply and demand dynamics of the oil market: A system dynamics approach. In The 34rd International Conference of the System Dynamics Society.
22. Rahimi Rise, Z., Ershadi, M. M., & Shahabi Haghighi, S. (2020). Scenario-Based Analysis about COVID-19 Outbreak in Iran using Systematic Dynamics Modeling-with a Focus on the Transportation System. Journal of Transportation Research.
23. Saini, S., & Singh, R. (2018). Service quality assessment of utility company in Haryana using SERVQUAL model. Asian Journal of Management, 9(1), 702-708.
24. Samara, E., Georgiadis, P., & Bakouros, I. (2012). The impact of innovation policies on the performance of national innovation systems: A system dynamics analysis. Technovation, 32(11), 624-638.
25. Skulimowski, A. M. (2011, October). Discovering complex system dynamics with intelligent data retrieval tools. In International Conference on Intelligent Science and Intelligent Data Engineering, 614-626. Springer, Berlin, Heidelberg.
26. Sun, H., Wan, Y., & Lv, H. (2020). System Dynamics Model for the Evolutionary Behaviour of Government Enterprises and Consumers in China's New Energy Vehicle Market. Sustainability, 12(4), 1578.
27. Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. Research in Science Education, 48(6), 1273-1296.
28. Thirupathi, R. M., Vinodh, S., & Dhanasekaran, S. (2019). Application of system dynamics modelling for a sustainable manufacturing system of an Indian automotive component manufacturing organisation: A case study. Clean Technologies and Environmental Policy, 21(5), 1055-1071.
29. 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.
30. Wilson, D. S., & Kirman, A. (Eds.). (2016). Complexity and evolution: Toward a new synthesis for economics (Vol. 19). MIT Press.
31. Xiao, S., Dong, H., Geng, Y., Tian, X., Liu, C., & Li, H. (2020). Policy impacts on Municipal Solid Waste management in Shanghai: A system dynamics model analysis. Journal of Cleaner Production, 121366.
32. Yunna, W., Kaifeng, C., Yisheng, Y., & Tiantian, F. (2015). A system dynamics analysis of technology, cost and policy that affect the market competition of shale gas in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 235-243.
33. Zhu, C., Fan, R., & Lin, J. (2020). The impact of renewable portfolio standard on retail electricity market: A system dynamics model of tripartite evolutionary game. Energy Policy, 136, 111072.