نشریه علمی
مدیریت نوآوری
سال نهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹
صفحه ۹۳-۶۳

مدیریت نوآوری

پویایی تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد

علی حاجی غلام سریزدی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

چکیده

پارک علم و فناوری یزد در جهت ایجاد، رشد و بقا شرکت‌های فناور به‌عنوان رسالت اصلی خود، همیشه به دنبال بهبود سیستم‌ها و ساختارهای خود بوده است. در این میان، یکی از ضرورت‌های پارک بهبود مکانیزم پذیرش و خروج شرکت‌های فناور و همچنین کمک به توسعه فناوری آن‌ها می‌باشد که این ضرورت با توجه به‌سرعت فزاینده تغییرات فناوری در جهان و فاصله فناوری شرکت‌های فناور مستقر در پارک یزد با آن دارای اهمیت بیش‌ازپیش شده است. در این راستا پارک یزد به دنبال بررسی ساختار حاکم بر تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در جهت تعیین اثرگذاری آن و تحقق بهبود سیستمی است. لذا این مقاله باهدف درک پویایی تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد تدوین گردیده است. بررسی این پویایی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها انجام‌شده که شبیه‌سازی مدل نشان داد؛ رصد فناوری نه‌تنها شکاف فناوری را کاهش نمی‌دهد بلکه با افزایش نرخ خروج شرکت‌ها، سبب افزایش شکاف می‌گردد. همچنین مدل نشان داد که وجود ارتباطات بین‌المللی قوی به همراه رصد فناوری، شکاف فناوری را از طریق نوآوری بنیادین کاهش می‌دهد.

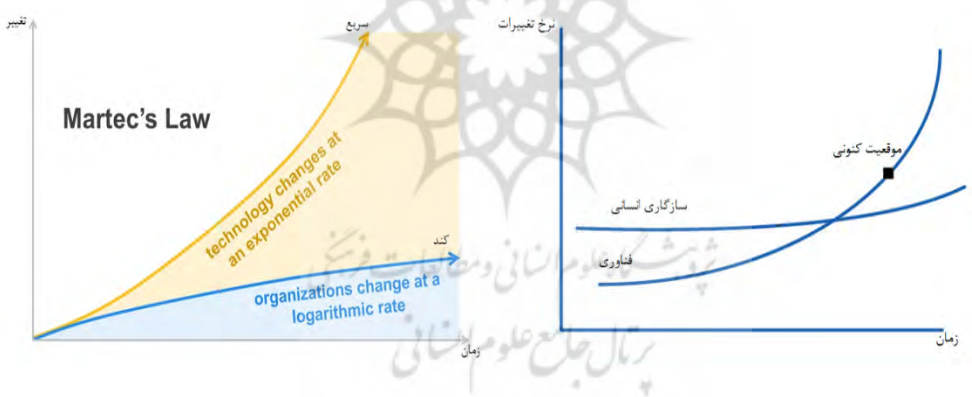
واژگان کلیدی: مدل‌سازی اسنادی، مدل‌سازی فردی، رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، رصد فناوری، شرکت‌های فناور، پارک علم و فناوری یزد.

۱- پژوهشگر پسادکتری پویایی‌شناسی سیستم‌ها، دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف، مدیر گروه پژوهشی پویایی‌شناسی سیستم‌ها در موسسه آموزش عالی امام جواد (ع) یزد،ایران./ نویسنده مسئول مکاتبات، saryazdi@sharif.edu

۱- مقدمه

تغییرات فزاینده فناوری یکی از چالش‌ها و فرصت‌های اقتصاد دانش‌بنیان و عصر اطلاعات می‌باشد. بررسی روندها نشان می‌دهد که از سال‌های ۲۰۰۰ به بعد و با شروع انقلاب صنعتی چهارم، تغییرات فناوری شتابان و سریع یا به‌عبارت‌دیگر دارای رشد نمایی بوده است که این بیانگر ظهور سریع یک فناوری و سپس بلوغ و نهایتاً افول سریع آن می‌باشد (Lee, 2013; Rej, 2017).

با توجه به تغییرات فناوری امروزه یکی از دغدغه‌های تمام سازمان‌ها از جمله پارک‌های علم و فناوری و شرکت‌های فناور مستقر در آن‌ها، فاصله بین سطح فناوری و سرعت تغییرات فناوری در جهان و آن‌ها می‌باشد (حاجی غلام سریزدی و بورقانی فراهانی، ۱۳۸۹؛ Davidson, 2002). شکل (۱) این فاصله را هم از بُعد فردی (انسانی)[1] و هم از بُعد سازمانی نشان می‌دهد. طبق قانون مارتک[2] فناوری به‌صورت نمایی و سریع رشد می‌کند درحالی‌که تغییرات سازمان‌ها و قدرت انطباق آن‌ها با تغییرات فناوری در محیط، لگاریتمی و کند است به صورتی که در گذر زمان شکاف بین فناوری محیط و سازمان آن‌قدر زیاد می‌شود که چاره‌ای جز تحول در سازمان یا ورشکستگی نمی‌باشد (Ashburner, 1990; Costa, 2018).



شکل (۱): روند رشد فناوری در مقایسه با رشد سازگاری انسان‌ها و سازمان‌ها

پارک‌های علم و فناوری باهدف کاهش فاصله بین دانشگاه و صنعت، توسعه فناوری و تجاری‌سازی آن و درنهایت توسعه اقتصاد دانش‌بنیان تأسیس شده‌اند که این اهداف از طریق ایجاد، رشد و بقا شرکت‌های فناور قابل تحقق است (عشریه، اصغری و شفیع، ۱۳۹۵؛ Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). پارک علم و فناوری یزد در طول سال‌های مختلف از طریق ایجاد سازوکارها و سیستم‌های مختلف در پی بهبود فعالیت‌ها و عملکرد خود در جهت تحقق اهداف فوق فعالیت نموده‌است (حاجی غلام سریزدی

و منطقی، ۱۳۹۲). در سال‌های اخیر پارک علم و فناوری یزد ازیک‌طرف به بازنگری برنامه راهبردی، آیین‌نامه‌ها و سازوکارهای خود پرداخته و ساختارها و سیستم‌های جدیدی مانند ارزیابی شرکت‌های فناور را ایجاد نموده است و از طرف دیگر نتایج حاصل از پایش و ارزیابی بیانگر فاصله بین اهداف پارک، سطح فناوری در دنیا و سطح فناوری شرکت‌های فناور مستقر در پارک می‌باشد. لذا پارک به دنبال فهم پویایی حاکم بر تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور مستقر در پارک، تبیین نقش آن در ارزیابی شرکت‌های فناور و مکانیزم‌های حمایتی پارک (مانند ارزیابی، پذیرش و ...) بوده تا بتواند در راستای حمایت از شرکت‌های فناور به‌عنوان رسالت اصلی پارک و در جهت ایجاد، رشد و بقا شرکت‌های فناور به بهبود مکانیزم‌های پارک و ارتقا فناوری و عملکرد شرکت‌های فناور بپردازد.

بررسی ادبیات پژوهش در داخل و خارج در خصوص توسعه فناوری شرکت‌های فناور با توجه به قلمرو موضوعی و مکانی پژوهش و روش پژوهش نشان می‌دهد که مطالعات نسبتاً خوبی در این زمینه در سه حوزه اشاعه و توسعه فناوری (صفائی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Sterman, 2000; Tsai & Hung, 2014; Dutta et al., 2017)، پارک‌های علم و فناوری (حاجی غلام سریزدی و منطقی، ۱۳۹۲؛ Yan-fei & Zhong-gou, 2008; Albahari et al., 2018; Kefan Xie et al., 2018) و توسعه شرکت‌های فناور (جهانیان، امینی و شائمی برزکی، ۱۳۹۷؛ خوراکیان و عطارمقدم، ۱۳۹۷؛ Mezias & Kuperman, 2001; Bianchi, 2002; Bianchi & Bivona, 2002; Schmidt & Gary, 2002; Hopp & Sonderegger, 2015) انجام‌شده است. بررسی این مطالعات نشان می‌دهد که تاکنون پویایی‌های حاکم بر تعامل تغییر فناوری در محیط با تغییر فناوری شرکت‌های فناور و همچنین اثر مکانیزم‌های پارک‌های علم و فناوری در کاهش شکاف فناوری بین محیط و شرکت‌های فناور بررسی نشده است.

با توجه به خلأ نظری فوق‌الذکر و همچنین ضرورت و نیاز عملی در پارک علم و فناوری یزد، این مقاله باهدف درک پویایی تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها و مدل‌سازی اسنادی[۳] و فردی[۴] تدوین‌شده است.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- رصد فناوری

امروزه بدلیل سرعت و شدت زیاد تحولات علمی و فناوری، ظهور و افول سریع فناوری و نیاز به نوآوری برای بقای شرکت‌های دانشی؛ نیاز به شناخت و رصد کلان حرکت‌های علمی و فناورانه جهت اطلاع از

این تغییرها، هماهنگی و پاسخ مناسب و به‌موقع به آن‌ها و استفاده از فناوری‌های نوین می‌باشد (میرشاه ولایتی و نظری زاده، ۱۳۹۸ ; Wang et al., 2020 ; Nyberg & Palmgren, 2011). رصد فناوری به کشف روندها، کارکردها، سازوکارها، چهارچوب‌ها و اصول حاکم بر نظام فناوری در جهت اتخاذ تصمیمات و برنامه‌های مناسب برای شناسایی مسائل فناوری و توسعه فناوری می‌پردازد (پورحیدر و همکاران، ۱۳۹٤). به‌عبارت‌دیگر کارایی و اثربخشی نظام پژوهش و فناوری در گرو رصد فناوری می‌باشد (عباسی، ۱۳۹۳). رصد فناوری عبارتست از ارزیابی انتقادی و مشاهده تغییرات فناوری و درک آن‌ها از دیدگاه رخدادها، تصمیم‌گیری، گزینه‌ها، پیامدها و انواع آینده‌های بدیل (امین نژاد، گلرومفرد و جباری، ۱۳۹٤). رصد فناوری بر روندها بجای تمرکز صرف بر رخدادها تأکید دارد (واعظی‌نژاد و سروری، ۱۳۸۹). در زمینه رصد فناوری پژوهشکده‌ها، پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد و رصدخانه‌های فناوری نقش مهمی را ایفا می‌کنند (واعظی‌نژاد و سروری، ۱۳۸۹).

۲-۲- پارک‌های علم و فناوری

به نقل از انجمن بین‌المللی پارک‌های علمی[۵]، یک پارک علمی سازمانی باهدف افزایش ثروت در جامعه از طریق ارتقاء فرهنگ نوآوری و رقابت در میان شرکت‌های حاضر در پارک و مؤسسات متکی بر علم و دانش است. برای دستیابی به این هدف، یک پارک علمی جریان دانش و فناوری را در میان دانشگاه‌ها، مؤسسات تحقیق و توسعه، شرکت‌های خصوصی و بازار به حرکت انداخته و مدیریت می‌کند و رشد شرکت‌های متکی بر نوآوری را از طریق مراکز رشد و فرایندهای زایشی تسهیل می‌کند (IASP, 2018).

ایجاد پارک‌های علم و فناوری در دهه ۱۹۵۰ در ایالات‌متحده آغاز شد. از آن به بعد، کشورهای مختلف این پارک‌ها را برای توسعه و احیای مناطق، ارتقاء صنایع با فناوری پیشرفته، تقویت تعاملات صنعت و دانشگاه، پشتیبانی از شرکت‌های مبتنی بر فناوری‌های جدید و تشویق شرکت‌های زایشی دانشگاهی ایجاد کردند (Henriques, Sobreiro, Kimura, 2018). با توجه به مأموریت‌ها و اشکال مختلف پارک‌های علم و فناوری در دنیا می‌توان کارکردهای مهم و مشترک آن‌ها را کمک به ایجاد شرکت‌های فناور، ارائه حمایت‌ها و تسهیلات مالی، دانشی و فناوری به آن‌ها در جهت رشد، بقا و توسعه بازار داخلی و خارجی، ارزیابی عملکرد شرکت‌ها در جهت عارضه‌یابی و رفع مسائل شرکت‌ها و رصد و ارزیابی فناوری بیان کرد (Arauzo-Carod, Segarra-Blasco & Teruel, 2018؛ حاجی غلام سریزدی و منطقی، ۱۳۹۲).

حاجی غلام سریزدی و منطقی (۱۳۹۸) در طراحی پارک فناوری هوایی بیان می‌کنند که یکی از راهبردهای کلان برای توسعه پارک، وجود نقشه راه فناوری و محصول مبتنی بر رصد فناوری می‌باشد چراکه رصد

فناوری منجر به توسعه فناوری و به‌تبع آن توسعه شرکت‌های فناوری مستقر در پارک می‌شود.

همان‌طور که در جدول (۱) مشخص است بررسی ادبیات پژوهش در داخل و خارج در خصوص توسعه فناوری شرکت‌های فناور با توجه به قلمرو موضوعی و مکانی پژوهش (فناوری در پارک‌های علم و فناوری) و روش پژوهش (پویایی‌شناسی سیستم‌ها) نشان می‌دهد که مطالعات نسبتاً خوبی در این زمینه در ۳ حوزه اشاعه و توسعه فناوری، پارک‌های علم و فناوری و توسعه شرکت‌های فناوری انجام‌شده است.

جدول (۱): خلاصه مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش (یافته‌های پژوهش)

حوزه	نویسندگان (سال)	توضیحات
اشاعه و توسعه فناوری	صفائی و همکاران (۱۳۹۷)	مدل پویایی‌شناسی سیستمی اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران
	Sterman (2000)	مدل پویای اشاعه فناوری باس
	Tsai & Hung (2014)	مدل پویای اشاعه فناوری رایانش ابری
	Dutta et al. (2017)	مدل توسعه‌یافته راجرز در زمینه اشاعه فناوری هندست سیستم‌عامل اندروید و ای او اس
پارک‌های علم و فناوری	Eslami Nosratabadi, Pourdarab, and Abbasian (2011); Yami, Changchun and Han (2018)	ارزیابی اثربخشی و کارایی پارک‌های علم و فناوری
	Löfsten, Klofsten, and Cadorin (2020); Magalhães Correia, da Veiga (2019); Desai Narasimhalu (2013) میر فخرالدینی و عزیزی (۱۳۹٤)	بررسی ساختارها و مکانیزم‌ها در پارک‌ها مانند مدیریت جذب و پذیرش استعدادها، مدل مدیریتی فرایندها، ارزیابی شرکت‌ها، ارائه خدمات نوآورانه و ...
	حاجی غلام سریزدی و منطقی (۱۳۹۲)	مدل پویایی‌شناسی سیستم‌های تأثیر سیاست‌های پارک علم و فناوری یزد بر توسعه فناوری موسسه‌های مستقر در آن
	(Yan-fei & Zhong-gou (2008	شبیه‌سازی پروژه‌های برنامه‌ریزی در پارک علم و فناوری کشاورزی ZHUOZHOU با پویایی‌شناسی سیستم‌ها
	Ubeda, Ortiz-de-Urbina-Criado, Mora-Valentin (2018); Arauzo-Carod, Segarra-Blasco & Teruel (2018)	اثر پارک‌ها بر عملکرد شرکت‌های فناور مستقر
	Albahari et al. (2018)	تأثیر پارک علم و فناوری بر نتایج نوآوری شرکت‌ها
	Kefan Xie et al. (2018)	شبیه‌سازی مدل پویای تعاملی بین نوآوری فناوری، نوآوری نهادی، کارآفرینی فناوری و فرهنگ کارآفرینی در پارک WUHAN DONGHU

حوزه	نویسندگان (سال)	توضیحات
توسعه شرکت‌های فناوری	جهانیان، امینی و شائمی برزکی (۱۳۹۷)	مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها در زمینه ظرفیت جذب دانش و تأثیر آن بر عملکرد شرکت
	خوراکیان و عطارمقدم (۱۳۹۷)	مدل پویای عوامل اثرگذار بر زمان فاز رشد فرآیند توسعه محصول جدید در شرکت‌های دانش‌بنیان
	Mezias & Kuperman (2001)	پویایی کارآفرینی در صنعت فیلم‌سازی
	Bianchi & Bivona (2002)	مدل پویایی‌شناسی سیستم چالش‌های مرتبط با استراتژی‌های تجارت الکترونیک در شرکت‌ها
	Bianchi (2002)	برنامه‌ریزی جهت مدیریت رشد شرکت‌ها
	Schmidt & Gary (2002)	مدل پویایی‌شناسی تصمیمات راهبردی در شرکت‌های فناور خودروساز
	Hopp & Sonderegger (2015)	پویایی‌های کارآفرینی در شرکت‌های استارت آپی

در حوزه اشاعه و توسعه فناوری ضمن تأکید بر رشد سریع فناوری (Lee, 2013; Rej, 2017) تمرکز مطالعات بر مدل‌سازی ورود محصولات نوآورانه به بازار و تحلیل پویایی‌های بازار از جمله تبلیغ دهان‌به‌دهان (مدل باس و راجرز) بوده و به‌نوعی پویایی تغییر و اشاعه فناوری در محیط را مدنظر قرار داده است (صفائی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Sterman, 2000; Tsai & Hung, 2014; Dutta et al., 2017)

در حوزه مطالعات پارک‌های علم و فناوری، مقالات در سه حوزه قابل تقسیم‌بندی هستند. حوزه اول به تأثیر، کارآمدی و اثربخشی پارک‌های علم و فناوری به‌عنوان یک سازمان پرداخته است (Eslami Nosratabadi, Pourdarab, and Abbasian, 2011; Yami, Changchun and Han, 2018). در حوزه دوم به بررسی مکانیزم‌ها و ساختارهای پارک‌ها پرداخته‌شده است. به‌عنوان‌مثال مدیریت جذب و پذیرش استعدادها در پارک‌ها (Löfsten, Klofsten, Cadorin, 2020)، مدل مدیریتی فرایندها (Magalhães Correia and da Veiga, 2019)، ارزیابی شرکت‌ها (میر فخرالدینی و عزیزی، ۱۳۹٤) و ارائه خدمات نوآورانه (Desai Narasimhalu, 2013). در حوزه سوم به تأثیر این مکانیزم‌ها در توسعه فناوری شرکت‌ها پرداخته‌شده است. به‌عنوان‌مثال حاجی غلام سریزدی و منطقی (۱۳۹۲) به تحلیل تأثیر سیاست‌های پارک علم و فناوری یزد بر توسعه فناوری موسسه‌های مستقر در آن با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها پرداخته و بعضی از سیاست‌ها را مثبت و بعضی را منفی می‌دانند. همچنین در مطالعات مختلف ظرفیت جذب شرکت‌ها در مثبت یا منفی بودن اثر پارک در عملکرد کلی شرکت‌ها مؤثر دانسته‌اند (Ubeda, Ortiz-de-Urbina-Criado, Mora-Valentin, 2018; Arauzo-Carod, Segarra-Blasco & Teruel, ۲۰۱۸). در این زمینه به‌صورت خاص به مطالعه اثر پارک‌ها بر نوآوری و فناوری شرکت‌ها نیز پرداخته‌شده است (Albahari et al., 2018;

Kefan Xie et al., 2018) و شاخص ارتقا فناوری به‌عنوان یک شاخص مهم در ارزیابی عملکرد پارک‌ها بیان‌شده است (مصلحی، راستی برزکی و مهدوی، ۱۳۸٦). بااین‌حال در این حوزه هرچند بعضی از محققان به مدل‌سازی تأثیر حمایت‌ها و سیاست‌های پارک بر توسعه شرکت‌ها و فناوری آن‌ها پرداخته‌اند ولی باز تمرکز بر توسعه فناوری محیطی و توسعه محیط بوده است.

در حوزه شرکت‌های فناور نیز تمرکز بر مدل‌های درون شرکتی و تحلیل پویایی‌های داخلی شرکت‌ها بوده است. به‌عنوان‌مثال در این حوزه جهانیان، امینی و شائمی برزکی (۱۳۹۷) به اثر ظرفیت جذب دانش بر عملکرد شرکت‌ها پرداخته‌اند. خوراکیان و عطارمقدم (۱۳۹۷) نیز عوامل مؤثر بر کاهش زمان رشد در نوآوری و ارائه محصول جدید را احصا نموده‌اند. مطالعات دیگر نیز به اثر فناوری اطلاعات و تجارت الکترونیک، برنامه‌ریزی راهبردی و کارآفرینی و نوآوری بر توسعه شرکت‌های فناور و توسعه فناوری اشاره کرده‌اند (Bianchi & Bivona, 2002; Hopp & Sonderegger, 2015).

بررسی پژوهش‌های گذشته بیانگر آن است که هرچند پویایی‌های حاکم بر رشد فناوری محیطی و اثر پارک‌ها و همچنین مکانیزم‌های داخلی شرکت‌ها بررسی‌شده است ولی بررسی پویایی حاکم بر شکاف بین سطح فناوری محیطی (محیط دور) و سطح فناوری شرکت‌ها (محیط نزدیک) و تحلیل اثر مکانیزم‌ها و حمایت‌های پارک‌های علم و فناوری بر کاهش این شکاف انجام‌نشده است. به‌عبارت‌دیگر می‌توان گفت ادبیات موضوع نشان می‌دهد که تاکنون پویایی‌های حاکم بر تعامل تغییر فناوری در محیط با تغییر فناوری شرکت‌های فناور و همچنین اثر مکانیزم‌های پارک‌های علم و فناوری در کاهش شکاف فناوری بین محیط و شرکت‌های فناور بررسی نشده است. با توجه به خلأ نظری فوق و همچنین ضرورت و نیاز عملی در پارک علم و فناوری یزد لذا این مقاله با هدف درک پویایی تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها و مدل‌سازی اسنادی و فردی تدوین شده است.

۳- روش پژوهش

ازنظر فلسفی، پژوهش‌های پویایی‌شناسی سیستم‌ها در یک مکتب خاصی نمی‌گنجد و به عبارتی به نظر بعضی از متخصصان پویایی‌شناسی سیستم‌ها خود یک پارادایم فلسفی و یا بسته به موضوع و نحوه استفاده از آن، در یک پارادایم مرتبط قرار می‌گیرد. با توجه به دسته‌بندی فرتوک زاده و ذوالفقاریان (۱۳۹۰)، این پژوهش به دلیل وجود متغیرهای نرم، رفتار مرجع و هدف عملگرایانه و نه کشف واقعیت، همچنین تمرکز بر یافتن سیاست‌ها و خط‌مشی‌های بهبودساز می‌تواند فلسفه پراگماتیسم را به خود اختصاص دهد. البته

باید اذعان کرد که ادعای تطابق کامل با این پارادایم دور از منطق است (فرتوک زاده و ذوالفقاریان،۱۳۹۰). این پژوهش ازنظر ماهیت، توصیفی- پیمایشی و ازنظر هدف، کاربردی است. همچنین طرح تحقیق (رویکرد حاکم بر این مطالعه)، رویکرد آمیخته (ترکیبی) است. به‌عبارت‌دیگر در این پژوهش هم از داده‌های کمی و هم کیفی در مدل‌سازی استفاده‌شده است.

برای جمع‌آوری داده‌ها نیز از روش مدل‌سازی اسنادی برای تعریف مسئله و ساخت مدل و مدل‌سازی فردی (مصاحبه) برای برآورد داده‌های کمی و معادلات مدل و تائید مدل استفاده‌شده است که در ادامه تشریح شده است.

علم پویایی سیستم یا رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها[۶] روشی برای مطالعه و مدیریت سیستم‌های پیچیده و دارای بازخورد است (Forrester, 1961). این سیستم‌ها می‌توانند در حوزه‌های مختلفی مثل کسب‌وکار، اقتصاد، محیط‌زیست، مدیریت انرژی، مسائل شهری و سایر حوزه‌های اجتماعی و انسانی وجود داشته باشند (حاجی غلام سریزدی و منطقی، ۱۳۹۲). گام‌های مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها معمولاً شامل ساختاردهی مسئله (تعریف مسئله)، مدل کردن حلقه‌های علت و معلولی، مدل‌سازی پویا، مدل‌سازی و برنامه‌ریزی سناریو و پیاده‌سازی و یادگیری سازمانی است (Sterman, 2000).

در پویایی‌شناسی سیستم‌ها منابع مختلف عددی، مکتوب و ذهنی برای جمع‌آوری داده‌ها وجود دارد (Forrester, 1980) که مبتنی بر این منابع روش‌های مختلف مدل‌سازی طراحی‌شده است. یکی از این روش‌های مدل‌سازی، مدل‌سازی اسنادی است که مبتنی بر پایگاه داده عددی و مکتوب می‌باشد. در این روش با بررسی و مداقه مستندات موجود شامل مقالات، کتب، گزارش‌ها و ... به استخراج دانش، متغیرها و ساخت مدل پرداخته می‌شود (Haji Gholam Saryazdi et al., 2019). بر این اساس منابع اطلاعاتی استفاده‌شده در این پژوهش عبارتند از: بررسی ادبیات موضوع (مقالات، گزارش‌های مختلف و ...) بررسی اسناد و مدارک پارک علم و فناوری یزد (تغییرات آیین‌نامه‌های پارک، نتایج ارزیابی شرکت‌ها و ...) و مشاهده مستقیم مکانیزم‌های پارک علم و فناوری یزد.

روش دیگر در کسب اطلاعات در پویایی‌شناسی سیستم‌ها مدل‌سازی فردی است. در این روش از مصاحبه فردی با خبرگان و ذینفعان استفاده می‌شود. بر این اساس برای تعیین پارامترها و فرمول‌ها و تست مدل از مصاحبه با ذینفعان مسئله شامل ۲ نفر مدیرعامل واحد فناور و ۲ مدیر مرکز رشد فناوری و ۱ مدیر ارزیابی استفاده شد. نحوه تولید داده‌ها و تبدیل آن‌ها به یافته‌ها براساس گام‌های مدل‌سازی در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲): گام‌های مدل‌سازی و منابع کسب اطلاعات (حاجی غلام سریزدی و همکاران، ۲۰۲۰)

نام گام	نام زیر مراحل	نام روش مدل‌سازی
گام اول: ساختاردهی به مسئله	تعریف مسئله	مدل‌سازی اسنادی – بررسی داده‌های حاصل از ارزیابی شرکت‌ها
گام دوم: تدوین فرضیه پویا	فرضیه پویا	مدل‌سازی اسنادی – بررسی ادبیات موضوع شامل مقالات، گزارش‌های مختلف و ... – بررسی اسناد و مدارک پارک علم و فناوری یزد شامل نتایج ارزیابی شرکت‌ها، تغییرات آیین‌نامه‌های پارک و ... – مشاهده مستقیم مکانیزم‌های پارک علم و فناوری یزد
گام سوم: مدل‌سازی و فرمول کردن	تدوین مدل جریان	مدل‌سازی اسنادی – بررسی ادبیات موضوع شامل مقالات، گزارش‌های مختلف و ... – بررسی اسناد و مدارک پارک علم و فناوری یزد شامل نتایج ارزیابی شرکت‌ها، تغییرات آیین‌نامه‌های پارک و ... – مشاهده مستقیم مکانیزم‌های پارک علم و فناوری یزد
	تدوین مدل ریاضی برای معادلات	مدل‌سازی فردی (جلسه با ۵ خبره) – ۲ نفر مدیرعامل واحد فناور – ۲ نفر مدیر مرکز رشد فناوری – ۱ نفر مدیر ارزیابی شرکت‌های فناور
گام چهارم: اعتبارسنجی مدل و شبیه‌سازی	–	مدل‌سازی اسنادی و فردی – اعتبارسنجی از طریق تست‌های رفتاری و ساختاری – تائید خبرگان (مدل‌سازی فردی)
گام پنجم: تجزیه‌وتحلیل نتایج (ارزیابی سیاست‌ها)	–	مدل‌سازی فردی – ارائه راهکار توسط خبرگان

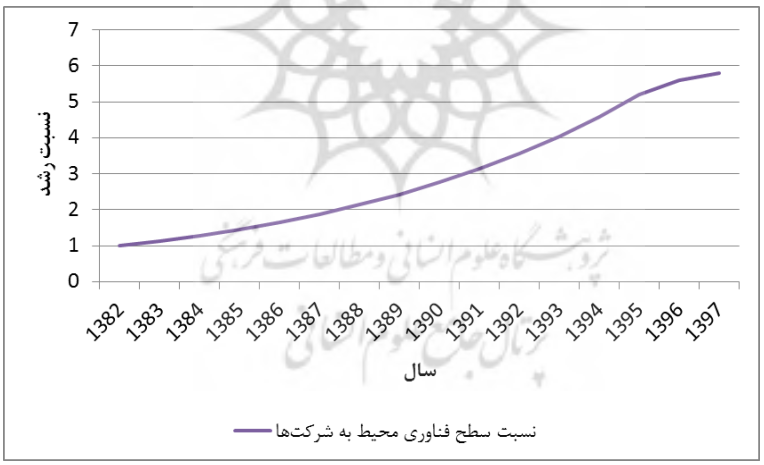
٤- تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش در قالب گام‌های مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها (شامل تعریف مسئله، تدوین فرضیه پویا، ترسیم مدل جریان، اعتبارسنجی مدل و شبیه‌سازی آن) در ادامه ارائه شده است.

٤-١- تعریف مسئله

تعریف مسئله اولین و مهم‌ترین گام در تمام روش‌های حل مسئله ازجمله پویایی‌شناسی سیستم‌ها می‌باشد. در این گام موضوع و وضعیت مسئله از طریق مد مرجع که رفتار متغیرهای اصلی مسئله را در طول زمان نشان می‌دهد ترسیم می‌گردد (حاجی غلام سریزدی و همکاران، ١٣٩٦).

همان‌طور که در مسئله عمومی نهادهای فناور در رابطه با وجود شکاف در سطح فناوری محیط و سطح فناوری سازمان ناشی از تغییرات سریع فناوری در محیط و تغییرات کند سازمانی بیان شد در پارک علم و فناوری یزد نیز این مسئله مشهود است. نمودار مرجع زیر رفتار این مسئله را خاص پارک علم و فناوری یزد نشان می‌دهد. همان‌طور که از شکل (٢) مشخص است از ابتدای ایجاد پارک علم و فناوری یزد و استقرار اولین شرکت‌های فناور تا به امروز سرعت تغییرات فناوری در محیط و ارتقا سطح فناوری بشدت فزاینده و دارای رفتار نمایی است درحالی‌که متوسط سرعت تغییرات فناوری شرکت‌های فناور و ارتقا سطح فناوری آن‌ها کند و بطئی می‌باشد بطوریکه شکاف بین سطح فناوری محیط و شرکت‌ها در طول زمان گسترش یافته است.



شکل (٢): مد مرجع شکاف فناوری محیط و شرکت‌های فناور مستقر در پارک علم و فناوری یزد

این عدم رشد مناسب در سطح فناوری در نتایج ارزیابی شرکت‌های فناور مستقر در پارک خود را نشان داده است بطوریکه شاخص مدیریت فناوری شرکت‌ها در وضعیت بدی قرار داشته و به‌عنوان هشدار برای پارک اعلام شده است. همچنین در این ارزیابی مشخص شد که هزینه کرد شرکت‌ها بیشتر معطوف به

خرید مواد و تجهیزات بوده است تا هزینه تحقیق و توسعه و آموزش و کسب مشاوره فنی و تخصصی؛ که این نیز در کنار سایر عوامل ازجمله مسائل و مشکلات کلان اقتصادی و سیاسی مانند نوسانات نرخ ارز، تحریم‌ها و مناسبات سیاسی و مسائل شرکت‌ها ازجمله ضعف در بازاریابی، کمبود نقدینگی، کیفیت و رقابت‌پذیری پایین سبب شده است سهم فروش محصولات شرکت‌ها به خارج از کشور (صادرات) ناچیز باشد (میرجلیلی، حسینی و عبدی، ۱۳۹۷، Sandu and Ciocanel, 2014).

لذا با توجه به مسئله فوق، پارک علم و فناوری یزد به سه دلیل عمده زیر به دنبال تبیین پویایی حاکم بر تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور مستقر در پارک می‌باشد:

– حمایت از شرکت‌های فناور به‌عنوان رسالت اصلی پارک در جهت ایجاد، رشد و بقا شرکت‌های فناور از طریق بهبود مکانیزم پذیرش و خروج و کمک به توسعه فناوری شرکت‌های فناور موجود.

– تبیین نقش ارزیابی شرکت‌های فناور در ایفای رسالت فوق.

– تبیین نقش رصد فناوری در مکانیزم‌های حمایتی پارک (مانند ارزیابی، پذیرش و ...)

لذا با توجه به اهداف فوق سؤالات زیر مطرح است:

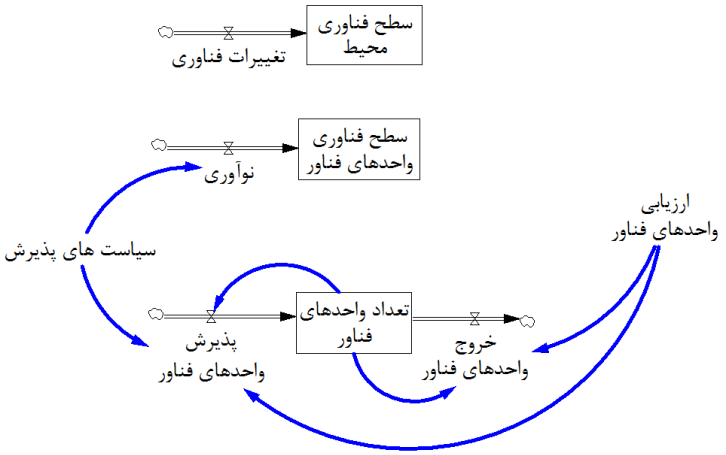
– ساختار حاکم بر تغییرات فناوری در شرکت‌های فناور چگونه است؟

– مکانیزم پذیرش و خروج شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد چگونه است؟

– رفتار سطح فناوری و تعداد شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد با و بدون رصد فناوری چگونه است؟

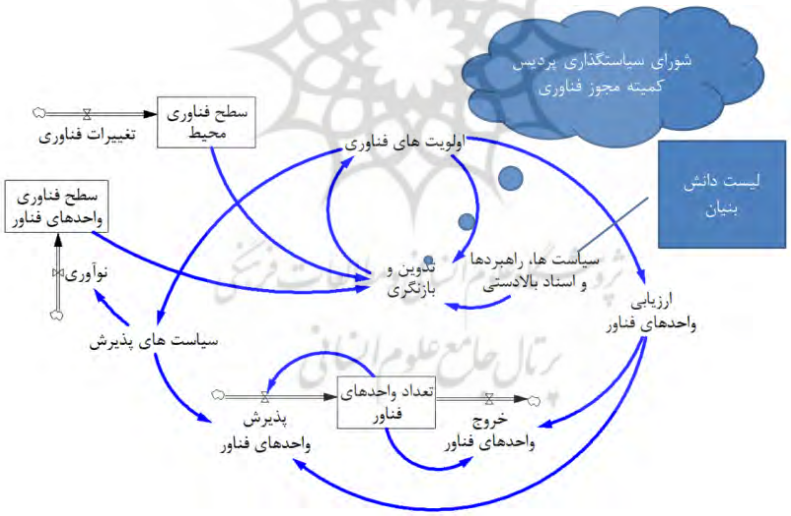
٤-۲- تدوین فرضیه پویا

به‌صورت کلی جریان فعلی شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد به‌صورت شکل (۳) می‌باشد. در وضعیت موجود پذیرش و استقرار شرکت‌های فناور در پارک هرچند مبتنی بر سیاست‌های پذیرش می‌باشد ولی این سیاست‌ها در طول زمان تغییر نکرده و ثابت بوده که این سبب شده است سطح ایده و فناوری ورودی به پارک نیز تغییر نکند. به‌عبارت‌دیگر سطح فناوری شرکت‌های مستقر در پارک تغییر زیادی نداشته است. از طرف دیگر هرچند مکانیزم ارزیابی شرکت‌ها در پارک فعال بوده است اما این مکانیزم تابعی از تغییرات محیط نبوده که این سبب شده است شرکت‌های مستقر نیز تغییر چندانی در سطح فناوری خود نداشته باشند.



شکل(۳): جریان ورود و خروج شرکت‌های فناور (ساختار موجود)

با توجه به ضعف ساختار فوق، پارک علم و فناوری یزد باهدف نیل به اهداف خود، نیاز داشت تا ساختار شکل (۳) را تغییر داده و به ساختار مطلوبی که در شکل (٤) نشان داده شده است برساند.



شکل (٤): ساختار مطلوب

در این ساختار با ایجاد مکانیزم رصد فناوری، سیاست‌های پذیرش و همچنین ارزیابی شرکت‌های فناور مبتنی بر شرایط موجود (سطح فناوری شرکت‌ها)، تغییرات محیطی (سطح فناوری محیط) و اهداف راهبردی ملی و پارک (سیاست‌ها، راهبردها و اسنادبالادستی) بروز می‌شود. مکانیزم رصد فناوری در پارک بر اساس

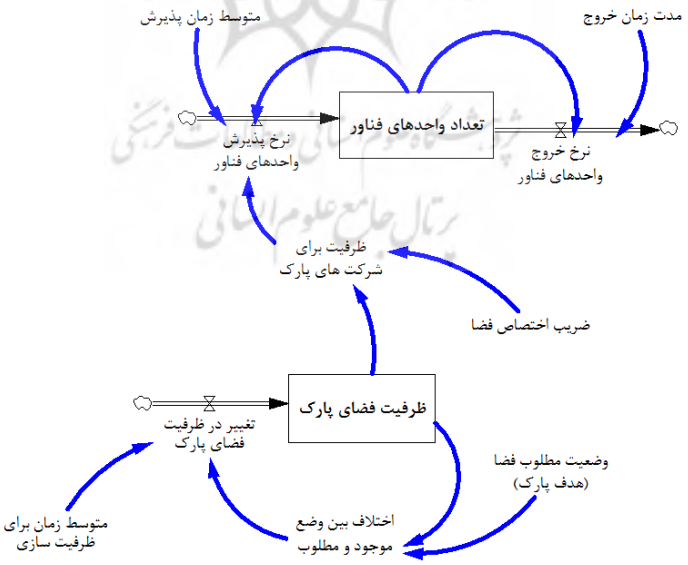
لیست شرکت‌های دانش‌بنیان و با تصویب در شورای سیاست‌گذاری و کمیته مجوز فناوری پارک سالانه انجام می‌پذیرد.

بعبارت دیگر طبق فرضیه فوق، پارک علم و فناوری یزد در نظر دارد با ایجاد مکانیزم رصد فناوری (و تعیین اولویت‌های فناوری جهت پذیرش و خروج شرکت‌ها)، شکاف بین سطح فناوری محیط و شرکت‌ها را کاهش دهد. لذا این سؤال مطرح است که این فرضیه (ایجاد مکانیزم رصد فناوری برای کاهش شکاف فناوری) صحیح می‌باشد؟ و اگرنه، چه راهکارهایی برای کاهش شکاف فناوری وجود دارد.

٤-٣- رسم مدل

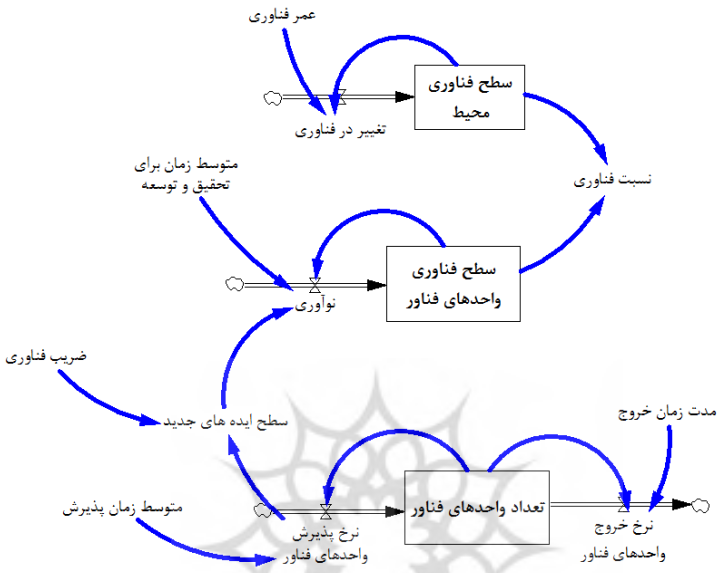
با توجه به مسئله و فرضیه پژوهش، در ادامه مدل جریان تبیین و ترسیم گردیده است.

همان‌طور که از شکل (٥) مشخص است بر اساس وضع موجود، سیاست پذیرش پارک مبتنی بر اولویت فناوری نمی‌باشد و تعداد شرکت‌های فناور مستقر در پارک تابعی از زمان و فضای فیزیکی پارک می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر با توجه به اینکه پذیرش شرکت‌ها نیاز به وجود فضای فیزیکی جهت استقرار داشته (محدودیت فضا) و از طرفی پذیرش و خروج شرکت زمان‌بر می‌باشد لذا در وضع موجود تنها مؤلفه‌های مؤثر در پذیرش و خروج شرکت‌ها تنها زمان و وجود فضای خالی می‌باشد. هرچند با گسترش فضای فیزیکی در طول زمان، این محدودیت نیز تاحدودی کمرنگ‌تر شده است.



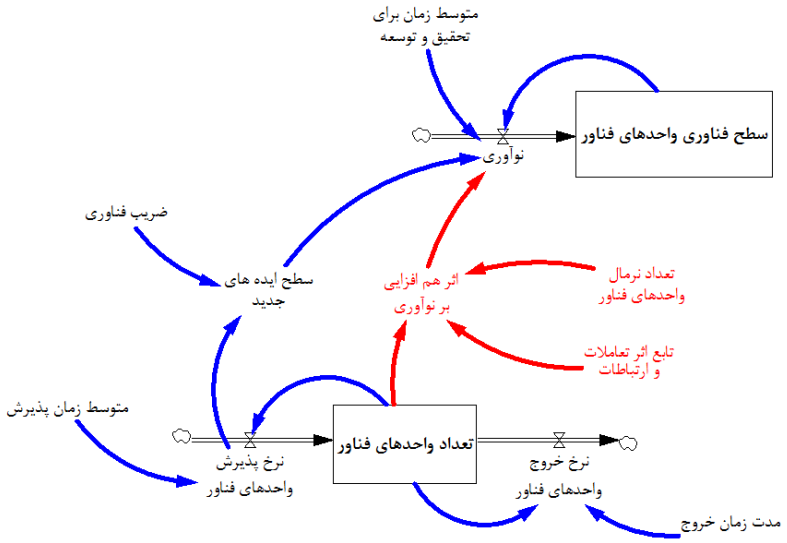
شکل (٥): جریان پذیرش و استقرار شرکت‌ها

سطح فناوری در محیط به‌صورت فزاینده در حال تغییر است. از طرف دیگر شرکت‌های جدید ایده نوآورانه داشته و سطح فناوری را ارتقا می‌دهند ولی تغییرات فناوری شرکت‌ها تابعی از تغییرات محیط نیست. به‌عبارت‌دیگر سرعت تحقیق و توسعه شرکت‌ها نسبت به محیط خیلی کمتر است (شکل (٦)).



شکل (٦): جریان تغییر سطح فناوری محیط و شرکت‌ها

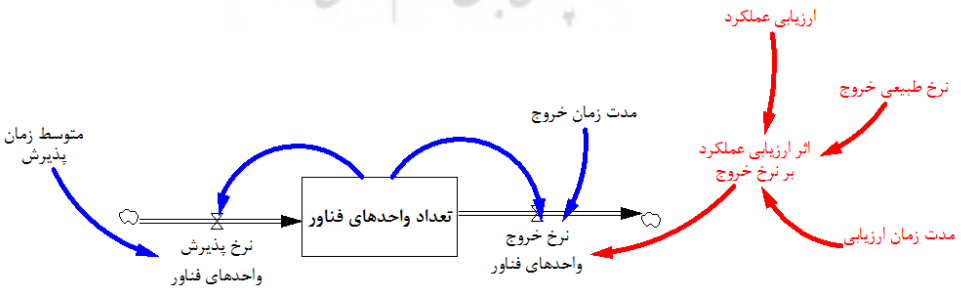
در شکل (٧) اثر سینرژی بین شرکت‌های مستقر در پارک در توسعه فناوری نشان داده‌شده است. به‌عبارت‌دیگر نزدیکی و تعامل بین شرکت‌ها در پارک سبب ارتقا و تغییر سطح فناوری شرکت‌ها می‌گردد. این اثر تابعی از فرهنگ کار مشارکتی و تعداد شرکت‌ها مستقر در پارک می‌باشد. فرهنگ کار مشارکتی و تیمی، نرمال تعداد شرکت‌ها برای اثرگذاری سینرژی در توسعه فناوری را تعیین می‌کند. هرچقدر این فرهنگ بالاتر باشد تعداد نرمال کمتر می‌باشد.



شکل (۷): اثر سینرژی بر جریان تغییر سطح فناوری شرکت‌ها

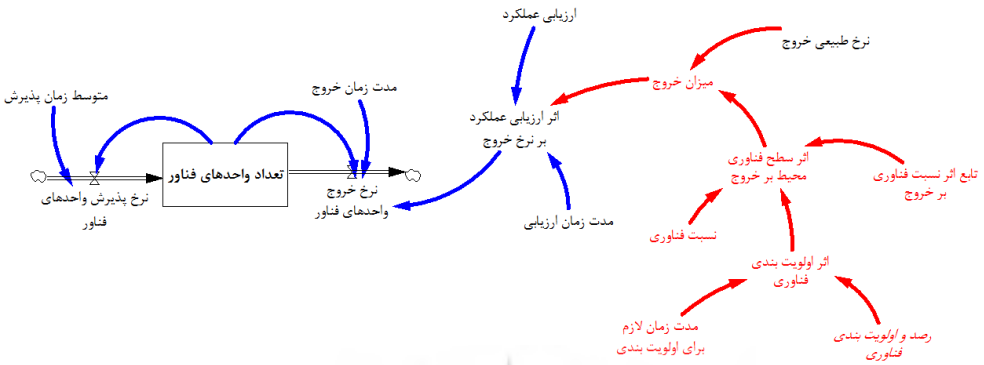
مکانیزم ارزیابی شرکت‌های فناور، نرخ خروج را تغییر می‌دهد (شکل (۸)). به‌عبارت‌دیگر شرکت‌هایی که از توانمندی‌های یک شرکت فناور مستقل برخوردار نیستند از پارک خارج می‌شوند.

از طرف دیگر اثر ارزیابی عملکرد شرکت‌های فناور (ناشی از تخصیص امتیازهای تعامل بین شرکت‌ها) بر تعداد نرمال شرکت‌ها در سینرژی در پارک علم و فناوری یزد ناچیز برآورد شد. همچنین اثر سطح فناوری شرکت‌ها (بلوغ شرکت) بر تعداد نرمال شرکت‌ها در سینرژی در پارک علم و فناوری یزد ناچیز دانسته شد. لذا بر اساس تفکر عملیاتی که یکی از اصول تفکر سیستمی در مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها است (حاجی غلام سریزدی، ۱۳۹۷) ساختار این دو اثر در مدل رسم نگردید.



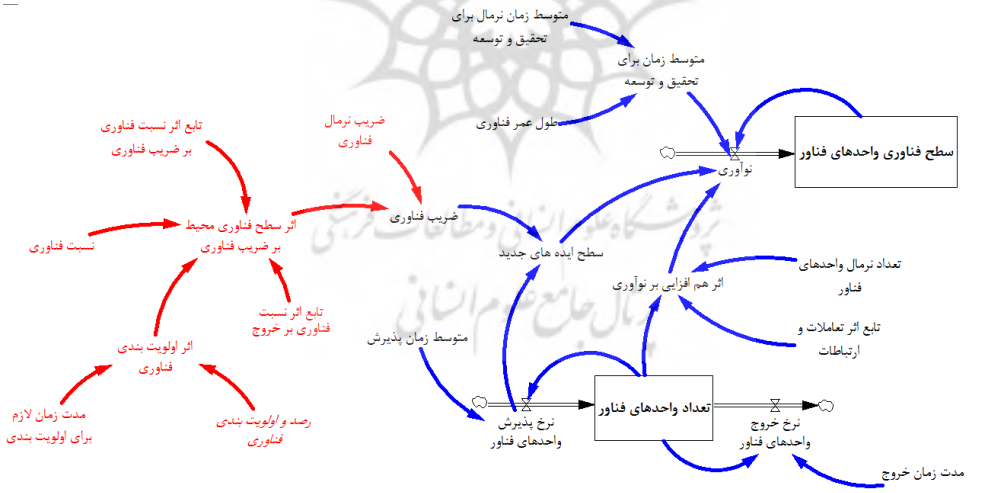
شکل(۸): اثر مکانیزم ارزیابی

شکل (۹) و (۱۰) اثر رصد فناوری بر خروج شرکت‌های فناور و همچنین بر ارتقا ورودی‌های شرکت‌ها را نشان می‌دهد. در شکل (۹) با رصد فناوری، اولویت‌های فناوری پارک به روز شده و شرکت‌هایی که نتوانند نوآوری داشته و سطح فناوری خود را ارتقا دهند از پارک خارج می‌گردند.



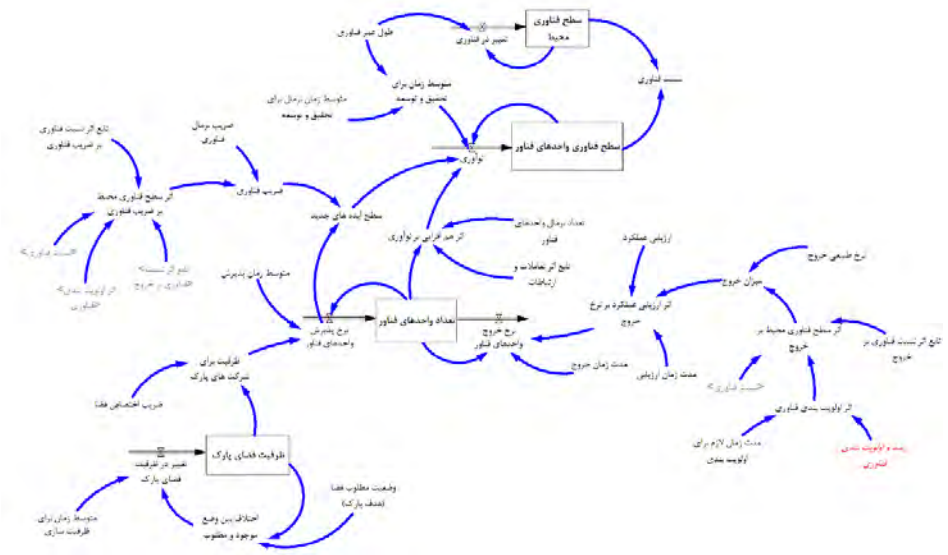
شکل (۹): اثر رصد فناوری بر میزان خروج

همچنین با رصد فناوری و تعیین اولویت‌های فناوری پارک، سطح ایده‌ها و شرکت‌های ورودی ارتقا می‌یابد.



شکل (۱۰): اثر رصد فناوری بر ضریب فناوری شرکت‌های ورودی

شکل (۱۱) نمودار کل سیستم را نشان می‌دهد.



شکل (۱۱): مدل جریان

٤-٤- فرمول دهی به مدل

بعد از ساخت مدل جریان نیاز است تا مدل ریاضی به آن اضافه شود. به‌عبارت‌دیگر برای اینکه بتوان مدل را شبیه‌سازی کرد نیاز است پارامتر و مقادیر ثابت برآورد و فرمول بین متغیرها تعیین شود. لذا در این مقاله با استفاده از ۵ جلسه مصاحبه فردی با ذینفعان مسئله شامل ۲ نفر مدیرعامل واحد فناور و ۲ مدیر مرکز رشد فناوری و ۱ مدیر ارزیابی به برآورد پارامترها و تعیین فرمول بین متغیرها پرداخته شد. جدول (۳) فرمول متغیرهای حالت و نرخ آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۳): فرمول متغیرهای حالت

ردیف	نام متغیر حالت	متغیرهای نرخ	فرمول
۱	ظرفیت فضای پارک	تغییر در ظرفیت فضای پارک	ظرفیت فضای پارک = انتگرال (تغییر در ظرفیت فضای پارک، با مقدار اولیه ۶۰۰) - واحد: متر مربع
۲	تعداد واحدهای فناور	نرخ پذیرش واحدهای فناور	تعداد واحدهای فناور= انتگرال (نرخ پذیرش واحدهای فناور – نرخ خروج واحدهای فناور، ۱۲)
		نرخ خروج واحدهای فناور	واحد: شرکت
۳	سطح فناوری واحدهای فناور	نوآوری	سطح فناوری واحدهای فناور= انتگرال (نوآوری –نرخ خروج فناوری، ۱۲)
		نرخ خروج فناوری	واحد: TRL
٤	سطح فناوری محیط	تغییر در فناوری	سطح فناوری محیط= انتگرال (تغییر در فناوری، ۱۲)
			واحد: TRL

٤-٥- اعتبارسنجی مدل

در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها اعتبارسنجی مدل به تست ساختار و رفتار مدل طراحی‌شده، می‌پردازد (Sterman, 2000). معمولاً در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها ترکیبی از چند روش اعتبارسنجی استفاده می‌شود که در ادامه تست‌های بکار رفته شده در این پژوهش تشریح می‌شوند.

٤-٥-١-اعتبارسنجی ساختار مدل

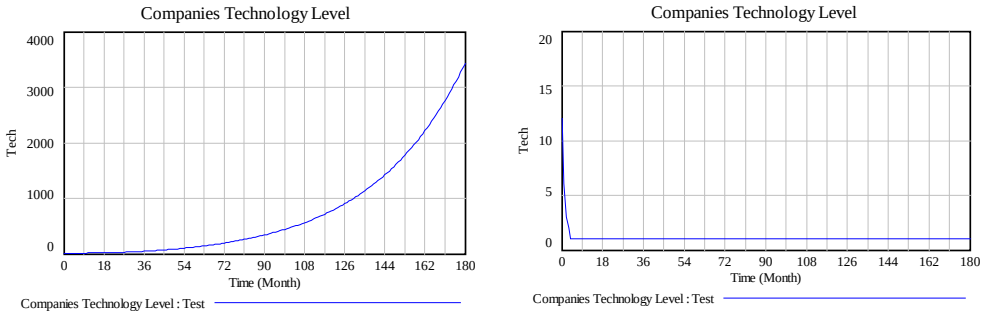
در این پژوهش از تست‌های تائید ساختار، تست پارامترها، کفایت حدومرز و سازگاری ابعادی برای اعتبارسنجی ساختار استفاده شد. برای تست تائید ساختار و پارامترها و کفایت مرز مدل از نظر خبرگان جهت تائید مدل استفاده گردید. بدین صورت‌که بعد از اتمام مدل‌سازی از خبرگان در این رابطه سؤال شد و ساختار مورد تائید قرار گرفت. همچنین با استفاده از گزینه Check Model از لحاظ ساختاری مدل توسط نرم‌افزار نیز تائید گردید. در رابطه با تست سازگاری ابعادی که به بررسی معادلات و استفاده از آنالیزهای روتین نرم‌افزارهای پویایی‌شناسی سیستم‌ها برای اطمینان از سازگاری واحدهای متغیرهای مدل با معادلات پرداخته می‌شود در اینجا با استفاده از گزینه Unit Check به تست واحدها پرداخته شد که بعد از اصلاح چند واحد، همه‌ی واحدها تائید شد.

٤-٥-٢-اعتبارسنجی رفتار مدل

در این پژوهش از دو روش تست باز تولید رفتار و شرایط حدی استفاده شد. در تست شرایط حدی با تعیین مقادیر اولیه متغیرها در حالت‌های حدی میزان پایداری رفتار سیستم بررسی می‌شود. برای این منظور هم از تست شرایط حدی برای تائید ساختار با تعیین مقادیر حدی در مقدار اولیه متغیرهای حالت و هم از تست شرایط حدی برای تائید رفتار با تعیین مقادیر حدی پارامترهای مدل استفاده‌شده است (Forrester & Senge, 1980).

برای تست شرایط حدی ساختاری، مقادیر اولیه متغیرهای تعداد شرکت‌ها و فضای فیزیکی موجود را برابر صفر (حد کمینه) و مقدار خیلی زیاد (حد بیشینه) قرار گرفت که ساختار مدل تائید شد.

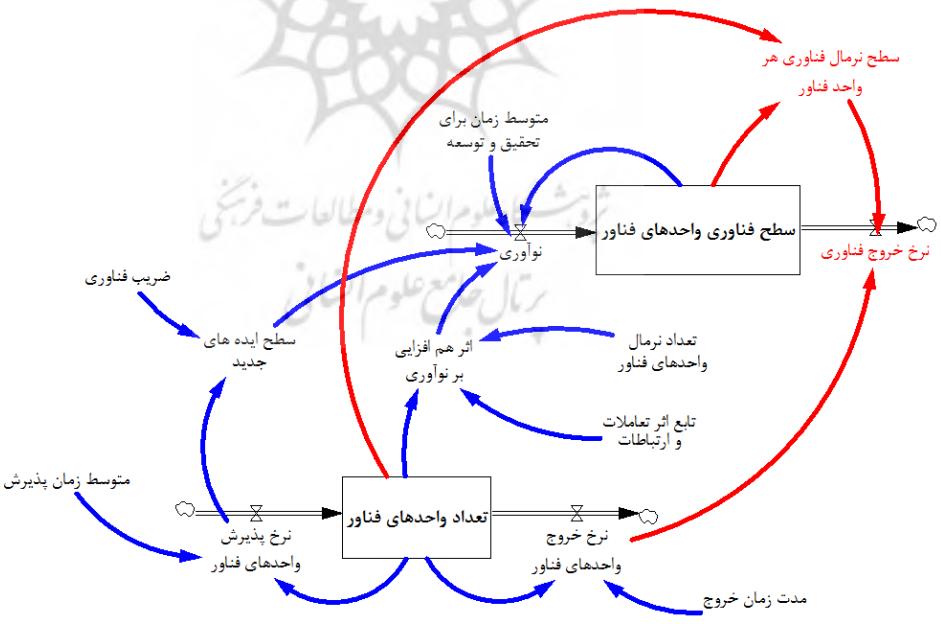
برای تست شرایط حدی رفتاری، مقدار پارامتر مدت زمان لازم برای پذیرش را در حد بیشینه و همچنین مقدار پارامتر مدت زمان لازم برای خروج را برابر حد کمینه قرار گرفت که ابتدا رفتار مدل تائید نشد (نمودار سمت راست شکل (۱۲)). همان‌طور که مشخص است وقتی نرخ ورود کمینه و نرخ خروج بیشینه گردد شرکتی در پارک مستقر نخواهد شد لذا سطح فناوری نیز صفر خواهد شد ولی در نمودار این موضوع رخ نمی دهد.



شکل (۱۲): رفتار متغیر سطح فناوری شرکت‌ها در تست شرایط حدی

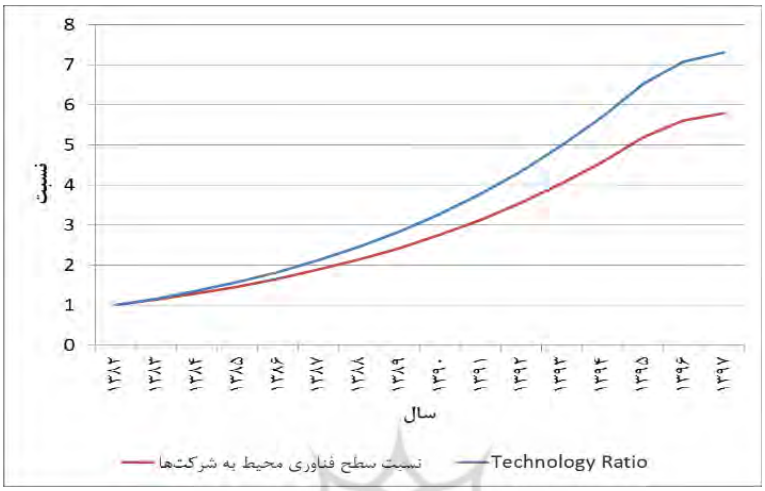
با بررسی مدل متوجه دو ایراد شدیم که با برطرف کردن آن، مدل رفتار منطقی از خود بروز داد (نمودار سمت چپ شکل(۱۲)). اولین ایراد مربوط به تابع اثر سینرژی بود که وقتی مقدار تعداد شرکت‌ها به نرمال شرکت‌ها صفر شود را یک قرار داده بودیم که این اشتباه بود و به صفر اصلاح شد.

دومین ایراد این بود که نرخی برای خروج فناوری در نظر گرفته نشده بود که در مدل اصلاحی این قسمت به مدل اضافه شد (شکل (۱۳)).



شکل (۱۳): اصلاح ساختار مدل

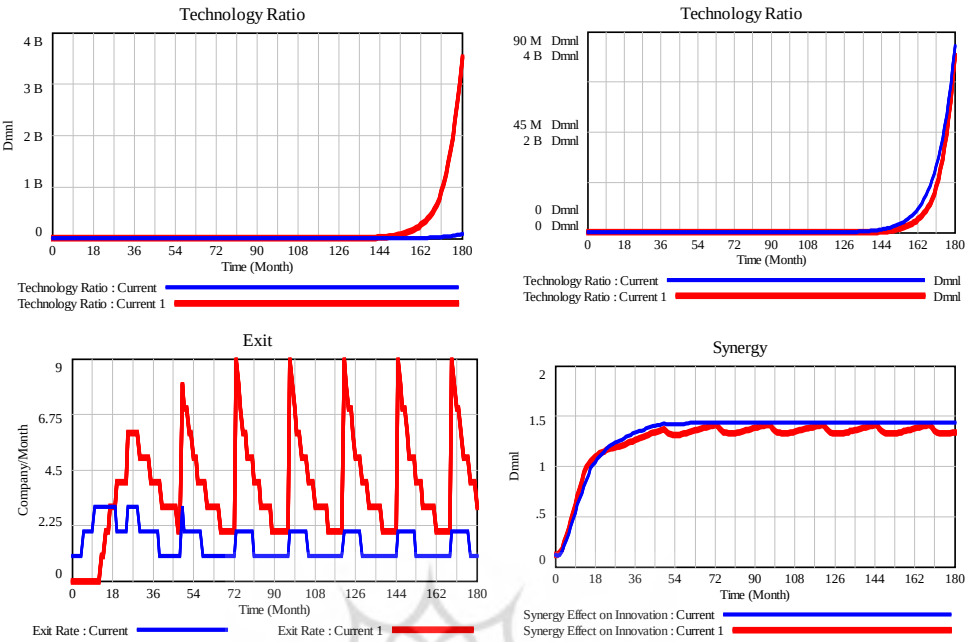
در تست باز تولید رفتار، نمودار متغیر نسبت فناوری با مدل‌های مرجع تعریف مسئله مقایسه و با توجه به رفتار یکسان با واقعیت، مدل از نظر رفتاری تائید می‌گردد (شکل (١٤)).



شکل (١٤): تست بازتولید رفتار متغیر

٤-٦- شبیه‌سازی مدل

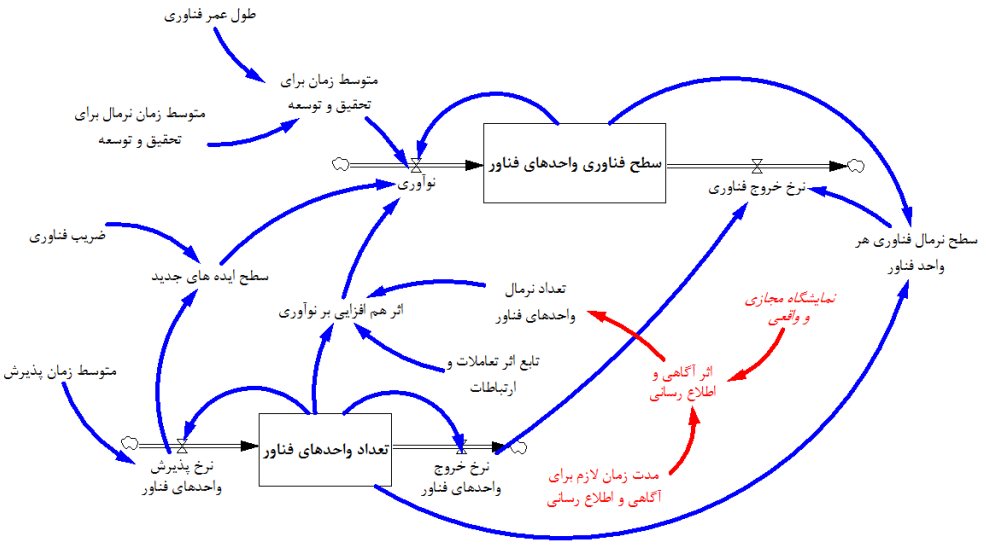
در این قسمت در ابتدا به بررسی رفتار مدل در دوحالتی که رصد فناوری وجود ندارد (وضع کنونی -Current) و دارد (Current 1) پرداخته‌شده است. همان‌طور که از نمودارهای ردیف اول شکل (١٥) مشخص است رفتار متغیر نسبت فناوری هرچند بیانگر تفاوت و شکاف فزاینده بین محیط و شرکت‌های پارک است اما بر خلاف تصور و انتظار مدیران پارک، در حالت وجود رصد فناوری از وضع قبلی بدتر شده است. با بررسی ساختار سیستم دلیل این موضوع این می‌باشد که با رصد فناوری، میزان خروجی شرکت‌ها و به‌تبع آن خروج فناوری افزایش‌یافته و همچنین میزان سینرژی در ارتقا فناوری بدلیل کاهش شرکت‌ها کاهش‌یافته و سطح فناوری کاهش می‌یابد (نمودارهای ردیف دوم شکل (١٥)).



شکل (۱۵): رفتار متغیر نسبت سطح فناوری، خروج و سینرژی شرکت‌ها

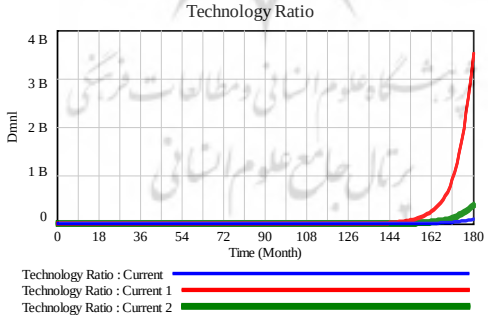
رفتار عجیب و خلاف شهود[۷] مدل، فرضیه پارک علم و فناوری یزد در رابطه با ایجاد مکانیزم رصد فناوری (و تعیین اولویت‌های فناوری جهت پذیرش و خروج شرکت‌ها)، شکاف بین سطح فناوری محیط و شرکت‌ها را کاهش دهد را بر اساس ساختار فعلی پارک رد می‌کند. لذا پارک بدنبال آن شد که چه راهکارهایی برای کاهش شکاف فناوری وجود دارد. برای این منظور دو راهکار اطلاع‌رسانی از طریق ایجاد نمایشگاه مجازی و واقعی و ارتباطات بین‌المللی ناشی از اثر دفاتر تبادل فناوری نیز ارائه گردید. در ادامه به بررسی رفتار مدل بر اساس این راهکارها پرداخته‌شده است.

اطلاع‌رسانی بر نرمال تعداد شرکت‌ها برای اثرگذاری سینرژی در توسعه فناوری اثرگذار بوده و آن را کاهش می‌دهد. برای اجرایی شدن این راهکار، پارک در نظر دارد تا از طریق ایجاد نمایشگاه مجازی و واقعی، دستاوردها، توانمندی‌ها و همچنین نیازمندی‌های شرکت‌ها را به عموم و همچنین سایر شرکت‌های فناور به نمایش بگذارد که این سبب خواهد شد شرکت‌ها از هم مطلع شده و مشارکت بیشتری از طرق مختلفی چون تشکیل کنسرسیوم، قرادادهای دوجانبه و چندجانبه داشته باشند که این حداقل تعداد شرکت لازم برای اثرگذاری بر سینرژی را کاهش می‌دهد (شکل (۱۶)).



شکل (١٦): اثر اطلاع‌رسانی بر نرمال شرکت‌ها در سینرژی

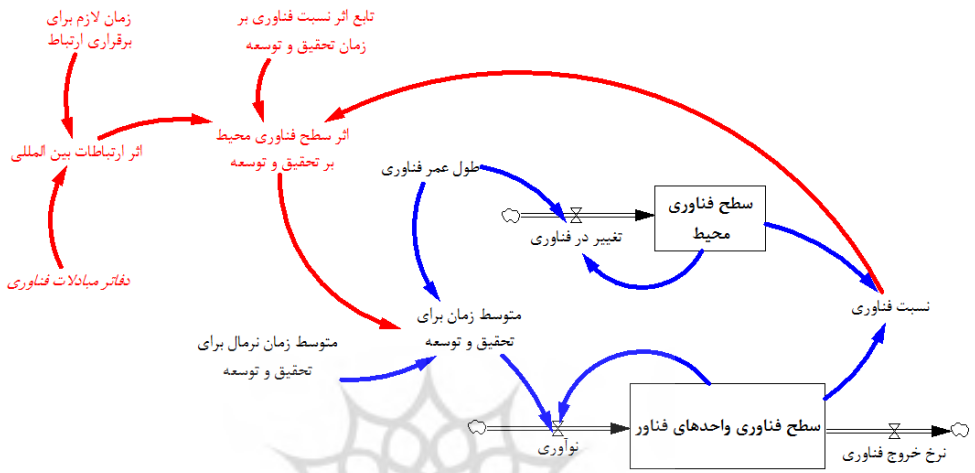
نمودار شکل (۱۷) نشان می‌دهد که اطلاع‌رسانی نیز هرچند وضعیت را بهبود می‌بخشد ولی خیلی مؤثر و کارا نیست. یکی از دلایل این امر، درونی بودن این مکانیزم است که اثرگذاری تغییرات فناوری در محیط به پارک و شرکت‌های فناور مستقر در آن خیلی زیاد نمی‌باشد.



شکل (۱۷): رفتار متغیر نسبت سطح فناوری در راهکار اطلاع‌رسانی

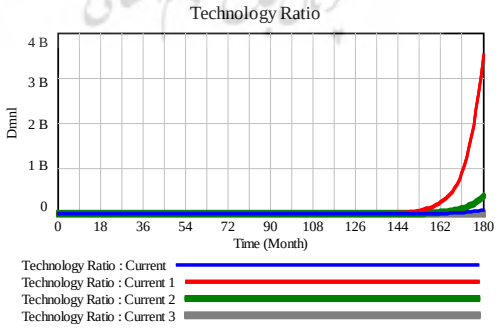
راه‌کار دوم که همان ارتباطات بین‌المللی ناشی از اثر دفاتر تبادل فناوری است دارای دو اثر یکی کوتاه‌مدت و یک بلندمدت است. اثر کوتاه‌مدت در نوآوری شرکت‌ها و توسعه R&D رخ‌داده و باعث بهبود آن‌ها می‌گردد (شکل (۱۸)).

راه‌کار دوم که همان ارتباطات بین‌المللی ناشی از اثر دفاتر تبادل فناوری است دارای دو اثر یکی کوتاه‌مدت و یک بلندمدت است. اثر کوتاه‌مدت در نوآوری شرکت‌ها و توسعه R&D رخ‌داده و باعث بهبود آن‌ها می‌گردد (شکل (۱۸)).



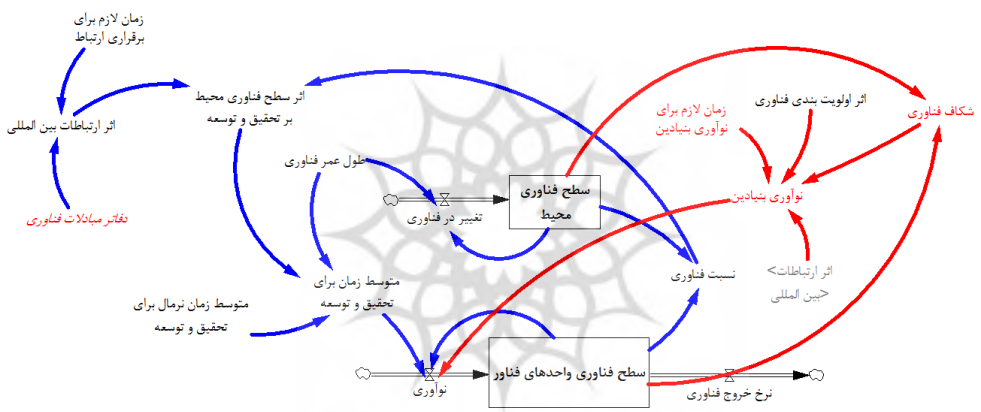
شکل (۱۸): اثر ارتباطات بین‌الملل بر نوآوری شرکت‌ها (R&D)

طبق شکل (۱۹)، اثر کوتاه‌مدت نیز نمی‌توان خیلی مثمرثمر باشد هرچند نسبت به سایر وضعیت‌ها، شکاف فناوری شرایط بهتری را دارد. به‌عبارت‌دیگر با نوآوری درون شرکتی که پروسه‌ایی زمانبر است و ازآنجاکه سرعت تغییرات فناوری محیط فزاینده است شکاف بین فناوری محیط و شرکت‌ها کاهش می‌یابد ولی همچنان این شکاف زیاد می‌باشد.

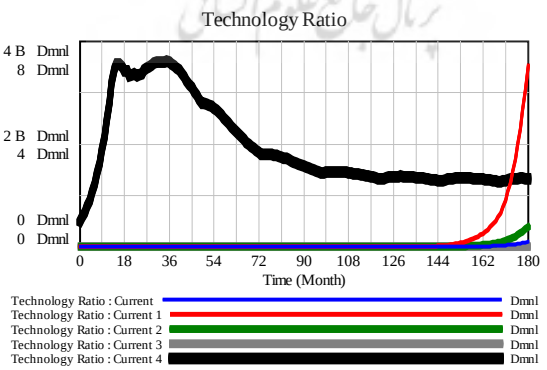


شکل (۱۹): رفتار متغیر نسبت سطح فناوری در اثر کوتاه‌مدت ارتباطات بین‌الملل

اثر بلندمدت ارتباطات بین‌الملل درصورتی رخ می‌دهد که رصد فناوری در پارک علم و فناوری یزد فعال باشد. شکل (۲۰) ساختار این اثر را نشان می‌دهد. این ساختار بیان می‌کند که ارتباطات بین‌المللی ناشی از اثر دفاتر تبادل فناوری و رصد فناوری باعث ایجاد نوآوری اساسی در شرکت‌ها می‌گردد. این نوآوری شکاف بین فناوری محیط و شرکت‌ها را کاهش می‌دهد (شکل(۲۱)). به‌عبارت‌دیگر این راهکار یک میان‌بر بوده که ضمن بهبود وضعیت سطح فناوری شرکت‌ها، زمان این بهبود و کاهش شکاف را نیز کم می‌کند. نکته بعدی در این نمودار این است که هرچند رفتار شکاف فناوری بشدت با سایر وضعیت‌ها متفاوت بوده و بهبودیافته است اما این شکاف در ابتدا افزایش یافته ولی با تاثیرگذاری راهکارها در طول زمان این شکاف در حد معقول و قابل قبولی باقی می‌ماند. به‌عبارت‌دیگر همچنان شکاف بین محیط و شرکت‌های فناور وجود دارد ولی این شکاف معقول و مفید می‌باشد.

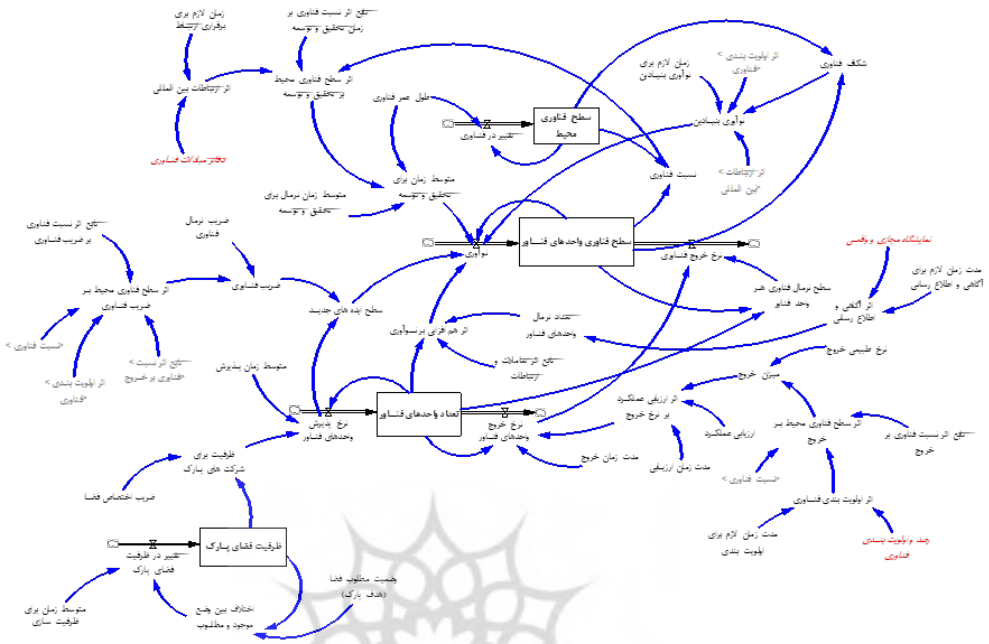


شکل (۲۰): اثر ارتباطات بین‌الملل بر نوآوری اساسی شرکت‌ها



شکل (۲۱): رفتار متغیر نسبت سطح فناوری در اثر بلندمدت ارتباطات بین‌الملل

شکل (۲۲) نمودار ساختار کل مدل بعد از اعمال ساختار راهکارها را نشان می‌دهد.



شکل (۲۰): اثر ارتباطات بین‌الملل بر نوآوری اساسی شرکت‌ها

۵- جمع‌بندی

همان‌طور که اشاره شد پارک‌های علم و فناوری در جهت ایجاد، رشد و بقا شرکت‌های فناور در راستای توسعه اقتصاد دانش‌بنیان، توسعه فناوری و ایجاد رفاه اجتماعی تأسیس‌شده‌اند. یکی از مأموریت‌های پارک‌های علم و فناوری بهبود مکانیزم‌های مختلف مدیریتی خود از جمله پذیرش، خروج و کمک به توسعه فناوری شرکت‌های فناور می‌باشد که این ضرورت با توجه به‌سرعت فزاینده تغییرات فناوری در جهان و فاصله فناوری شرکت‌های فناور مستقر در پارک‌ها با آن دارای اهمیت بیش‌ازپیش شده است.

پارک علم و فناوری یزد در طول سال‌های مختلف به بهبود سازوکارهای مدیریتی خود شامل بازنگری برنامه راهبردی، آیین‌نامه‌ها و سازوکارهای خود پرداخته و ساختارها و سیستم‌های جدیدی مانند ارزیابی شرکت‌های فناور را ایجاد نموده است. نکته مهم در سیاست‌گذاری پارک که حاصل نتایج پایش و ارزیابی عملکرد شرکت‌ها بود بیانگر فاصله بین اهداف پارک، سطح فناوری در دنیا و سطح فناوری شرکت‌های فناور مستقر در پارک می‌باشد. لذا پارک به دنبال فهم پویایی حاکم بر تغییرات سطح فناوری شرکت‌های

فناور مستقر در پارک، تبیین نقش آن در ارزیابی شرکت‌های فناور و مکانیزم‌های حمایتی پارک (مانند ارزیابی، پذیرش و ...) بوده تا بتواند در راستای حمایت از شرکت‌های فناور به‌عنوان رسالت اصلی پارک و در جهت ایجاد، رشد و بقا شرکت‌های فناور به بهبود مکانیزم‌های پارک و ارتقا فناوری و عملکرد شرکت‌های فناور بپردازد.

بررسی ادبیات موضوع نشان داد که مطالعات نسبتاً خوبی در سه حوزه اشاعه و توسعه فناوری، پارک‌های علم و فناوری و توسعه شرکت‌های فناور انجام‌شده است اما تاکنون پویایی‌های حاکم بر تعامل تغییر فناوری در محیط با تغییر فناوری شرکت‌های فناور و همچنین اثر مکانیزم‌های پارک‌های علم و فناوری در کاهش شکاف فناوری بین محیط و شرکت‌های فناور بررسی نشده است.

در این راستا با توجه به وجود خلأ نظری و همچنین نیاز عملی و کاربردی این موضوع، این مقاله باهدف درک پویایی تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد تدوین شد.

بررسی این پویایی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها انجام شد که روشی برای درک ساختارهای حاکم بر مسائل سیستم‌های پیچیده می‌باشد. در این مقاله ابتدا در پاسخ به سؤال اول، به ترسیم ساختار حاکم بر تغییرات سطح فناوری در قالب مدل جریان (شکل‌های (٦)، (٧)، (١٠) و (١٣)) پرداخته شد. همان‌طور که مشخص شد سطح فناوری شرکت‌ها تابع نوآوری و تحقیق و توسعه شرکت‌ها، ورود ایده‌های جدید ناشی از ورود شرکت‌های جدید، خروج شرکت‌ها و اثر هم‌افزایی (سینرژی) بین شرکت‌ها است. در پاسخ به سؤال دوم، مکانیزم پذیرش و خروج شرکت‌ها در قالب شکل‌های (٥)، (٨) و (٩) ترسیم شد و نشان داده شد که به‌غیراز زمان و فضا، ارزیابی عملکرد و رصد فناوری در پذیرش و خروج شرکت‌ها مؤثر هستند. در پاسخ به سؤال سوم، بعد از ساخت و اعتبارسنجی مدل، نتایج بررسی ساختار حاکم بر توسعه فناوری در پارک علم و فناوری یزد از طریق شبیه‌سازی مدل شاهد یک رفتار عجیب و خلاف شهود بودیم. مدل نشان داد که رفتار متغیر نسبت فناوری هرچند بیانگر شکاف فزاینده بین محیط و شرکت‌های پارک است اما برخلاف تصور و انتظار مدیران پارک، در حالت وجود رصد فناوری از وضع فعلی بدتر شده است که این بدان دلیل بود که با رصد فناوری، میزان خروجی شرکت‌ها و به‌تبع آن خروج فناوری افزایش‌یافته و همچنین میزان سینرژی در ارتقا فناوری به دلیل کاهش شرکت‌ها کاهش‌یافته و سطح فناوری کاهش می‌یابد. سپس با پیشنهاد خبرگان، دو راهکار اطلاع‌رسانی از طریق ایجاد نمایشگاه مجازی و واقعی و ارتباطات بین‌المللی ناشی از اثر دفاتر تبادل فناوری نیز به مدل اضافه شد. نتایج نشان داد که اطلاع‌رسانی بیشتر کارکرد درونی دارد و اثر چندانی بر رفتار سیستم ندارد. راهکار ارتباطات بین‌الملل نیز دارای دو اثر کوتاه‌مدت و

بلندمدت بود که رفتار بلندمدت بدلیل توأمان شدن اثر آن با اثر رصد فناوری سبب بهبود R&D شرکت‌ها و ایجاد نوآوری بنیادین شرکت‌ها گردیده و سبب بهبود وضعیت سیستم و کاهش شکاف فناوری می‌شود. نوآوری این پژوهش از دو بُعد قابل‌بررسی است. اول اینکه همان‌طور که اشاره شد این مقاله خلأ نظری ادبیات موضوع پیرامون مدل‌سازی پویایی‌های حاکم بر تعامل تغییر فناوری در محیط با تغییر فناوری شرکت‌های فناور و همچنین اثر مکانیزم‌های پارک‌های علم و فناوری در کاهش شکاف فناوری بین محیط و شرکت‌های فناور را پر کرد. دوم اینکه خروجی مدل یک رفتار جالب را نشان داد که رصد فناوری در شرایطی که تبادلات بین‌المللی ضعیف باشد وضعیت را بدتر می‌کند چراکه رصد فناوری بدون تبادلات تنها منجر به نوآوری بنیادین نخواهد شد.

٦- منابع

Albahari, A., Barge-Gil, A., Pérez-Canto, S., and Modrego, A. 2018. The influence of Science and Technology Park characteristics on firms' innovation results. Papers in Regional Science, 97: 253– 279.

Arauzo-Carod, J.M., Segarra-Blasco, A., Teruel, M. (2018), The role of science and technology parks as firm growth boosters: an empirical analysis in Catalonia, Regional Studies, 52:5, 645-658, DOI: 10.1080/00343404.2018.1447098.

Ashburner, L. 1990. Impact of Technological and Organisational Change. Personnel Review, Vol. 19 Issue: 2, pp.16-20, https://doi.org/10.1108/00483489010143285.

Bianchi, C. 2002. Introducing SD modelling into planning and control systems to manage SMEs' growth: a learning-oriented perspective. System Dynamics Review, 18: 315-338. Doi: 10.1002/sdr.258.

Bianchi, C. and Bivona, E. 2002. Opportunities and pitfalls related to e-commerce strategies in small–medium firms: a system dynamics approach. System Dynamics Review, 18: 403-429. Doi: 10.1002/sdr.256.

Costa, C. V. 2018. The Laws of the Digital Age: from Moore to Martec. (http://www.carlosvictorcosta.com/en/laws-of-digital-moore-to-martec/).

Davidson, E.J. 2002. Technology frames and framing: A socio-cognitive investigation of requirements determination. MIS Quarterly, Vol. 26, No. 4 (Dec., 2002), pp. 329-358.

Desai Narasimhalu, A. 2013, Innovating Services in Science and Technology Parks, World Technopolis Association Internation Conference, Daejon, Korea, September 25-26 2013. Research Collection School of Information Systems.

Dutta, A., Puvvala, A., Roy, R., & Seetharaman, P. 2017. Technology diffusion: Shift happens—The case of iOS and Android handsets. Technological Forecasting and So-cial Change, 118, 28-43.

Eslami Nosratabadi, H., Pourdarab, S., Abbasian, M. 2011. Evaluation of Science and Technology Parks by Using Fuzzy Expert System. Journal of Mathematics and Computer Science, 2, no. 4 (2011): 594—606.

Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. 2000. The dynamics of innovation: from national systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university –industry–government relations. Research Policy, 29, pp. 109–123.

Forrester, J. 1980. Information Sources for Modeling the National Economy. Journal of the American Statistical Association, 75(371), 555-566. Doi: 10.2307/2287644.

Forrester, J. W. 1961. Industrial Dynamics. MIT Press: Cambridge, MA.

Forrester, J. W., Senge, P. M. 1980. Tests for building confidence in system dynamics models. In System Dynamics (A. A. Legast, J. W. Forrester and J. M. Lyneis, eds). Amsterdam: North-Holland.

Haji Gholam Saryazdi, A., Rajabzadeh Ghatari, A., Mashayekhi, A. N., Hassanzadeh, A. 2019. Designing a Qualitative System Dynamics Model of Crowdfunding by Document Model Building. Qualitative Research in Financial Markets, Volume 11, Issue 3, 2019, 1027-1051.

Haji Gholam Saryazdi, A., Rajabzadeh Ghatari, A., Mashayekhi, A. N., Hassanzadeh, A. 2019. The Design of System Dynamics Model of Crowdfunding for Support of New Knowledge-based IT Startups, International Journal of Simulation and Process Modelling, https://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=ijspm.

Henriques, I. C., Sobreiro, V. A., Kimura, H. (2018), Science and Technology Park: Future challenges, Technology in Society, https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.01.009.

Hopp, C., & Sonderegger, R. 2015. Understanding the Dynamics of Nascent Entrepreneurship—Prestart-Up Experience, Intentions, and Entrepreneurial Success. Journal of Small Business Management, 53: 1076-1096. doi:10.1111/jsbm.12107.

https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2020.103018.

Kefan Xie, Yu Song, Weiyong Zhang, Jiahui Hao, Zimei Liu, Yun Chen. 2018. Technological entrepreneurship in science parks: A case study of Wuhan Donghu High-Tech Zone. Technological Forecasting and Social Change, Volume 135, 2018, Pages 156-168.

Lee, M. 2013. Meeting aliens will be nothing like Star Trek—fact. Available at: https://phys.org/news/2013-05-aliens-star-trekfact.html (Accessed: 10 May 2017).

Löfsten, H., Klofsten, M., Cadorin, E. 2020. Science Parks and talent attraction management: university students as a strategic resource for innovation and entrepreneurship, European Planning Studies, DOI: 10.1080/09654313.2020.1722986.

Magalhães Correia, A. M., da Veiga, C. P. 2019. Management model by processes for science parks, Cogent Business & Management, 6:1, DOI: 10.1080/23311975.2019.1580121.

Mezias, S.J. & Kuperman, J.C. 2001. The community dynamics of entrepreneurship: The birth of the American film industry, 1895–1929. Journal of Business Venturing. 16: 209.

Nyberg, A., & Palmgren, S. 2011. Using Indicators for Technology Monitoring. Steps toward a proposed

framework. Master of Science Thesis in the Master Degree Programme, Business Design, Department of Technology Management and Economics, 2011.

Rej, M. 2017. A Critical Assessment of Planning Approaches for Uncertain Futures. Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.), Master of Urban Design, Technische Universität Berlin.

Sandua, S. and Ciocanel, B. 2014. Impact of R&D and Innovation on high - tech export. Procedia Economics and Finance, 15, 80-90.

Schmidt, M. J. and Gary, M. S. 2002. Combining system dynamics and conjoint analysis for strategic decision making with an automotive high-tech SME. System Dynamics Review, 18: 359-379. Doi: 10.1002/sdr.257.

Sterman, J. 2000. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill Publishing.

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.

Ubeda, F., Ortiz-de-Urbina-Criado, M., Mora-Valentin, E. 2018, Do firms located in science and technology parks enhance innovation performance? The effect of absorptive capacity, The Journal of Technology Transfer, https://doi.org/10.1007/s10961-018-9686-0.

Wang, J., Kang, J., Liu, L., Nistor, I., Wei, Y. 2020. Research trends in carbon capture and storage: A comparison of China with Canada. International Journal of Greenhouse Gas Control, Volume 97, 2020, 103018,

Yami, M., Changchun, G., Han, G. 2018. The Science and Technology Parks (STPs) Evaluation Model Approach to Eco-Innovation Key Indicator. International Business Research, Vol. 11, No. 11 (2018): 187-200.

Yan-fei, Z., Zhong-gou, C. 2008. The Simulation for Programming Project of Zhuozhou Agriculture Science and Technology Park-Based on System Dynamics. Journal of Agricultural Mechanization Research, 6 (13), pp.110-125.

امین نژاد، ف.، گلرومفرد، م.، جباری، م. ۱۳۹٤. تدوین متدولوژی رصد فناوری در حوزه صنایع هوایی با مطالعه تطبیقی شرکت‌های High Tech، کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت و مهندسی صنایع، تهران، شرکت مدیران ایده پردازان پایتخت ایلیا، https://www.civilica.com/Paper-ICMNGCONF01-ICMNGCONF01_041.html.

پورحیدر، ا.، خلیلی، ا.، رودی، ا.، دیداری، م. ۱۳۹٤. رصد کلان حوزه علم، فناوری و نوآوری. شرکت تترا، جامعه اندیشکده‌های ایران، (https://iranthinktanks.com/macro-observation-of-science-technology-and-innovation/).

جهانیان، س.، امینی، ف.، شائمی برزکی، ع. ۱۳۹۷. شناسایی سیاست‌های بهبود ظرفیت جذب دانش و تأثیر آن‌ها بر عملکرد سازمانی با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم. مدیریت نوآوری، دوره ۷، شماره ۳، صص ۱٤۳ – ۱٦۸.

حاجی غلام سریزدی، ع. ۱۳۹۷. پویایی‌شناسی سیستم‌ها و آموزش نرم‌افزارهای مختلف آن به زبان ساده (معرفی و آموزش ۱٤

نرم افزار). با پیشگفتاری از دکتر علینقی مشایخی، انتشارات دانش ماندگار عصر، چاپ اول، تهران.
حاجی غلام سریزدی، ع.، بورقانی فراهانی، س. ۱۳۸۹. تحلیل تأثیر تکنولوژی بر رفتار سازمانی با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستمی. اولین کنفرانس بین‌المللی و پنجمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری، تهران.
حاجی غلام سریزدی، ع.، رجب‌زاده قطری، ع.، مشایخی، ع.، حسن‌زاده، ع. ۱۳۹٦. معمای مسائل دینامیکی: ارائه چارچوبی برای فرایند تعریف مسئله. پژوهش‌های مدیریت در ایران، دروه ۲۱، شماره ۲، صص ۲٦-۱.
حاجی غلام سریزدی، ع.، منطقی، م. ۱۳۹۲. تحلیل تأثیر سیاست‌های پارک علم و فناوری یزد بر توسعه فناوری موسسه‌های مستقر در آن با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم. نشریه علمی – پژوهشی مدیریت نوآوری، سال دوم، شماره ۲، صص ۹۸ ٦۹-.
حاجی غلام سریزدی، ع.، منطقی، م. ۱۳۹۸. طراحی پارک فناوری هوایی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها. فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره ۳۸، صص ۳۹ ٥٦-
خوراکیان، ع.، عطارمقدم، ن. ۱۳۹۷. عوامل اثرگذار بر زمان فاز رشد فرآیند توسعه محصول جدید در شرکت‌های دانش‌بنیان با استفاده از رویکرد دیمتل و سیستم پویا. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، دوره ٦، شماره ۱، صص ۷۳ – ۱۰۱.
سایت http://www.iasp.ws، IASP، 2018 .
صفائی، ب.، مصلح شیرازی، ع.، محمدی، ع.، علیمحمدلو، م. ۱۳۹۷. ارائه مدل سیستمی اشاعه فناوری نرم تجاری در صنعت نفت ایران. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، دوره ٦، شماره ۳، صص ٤۱ – ۷۰.
عباسی، م. ۱۳۹۳. طرح کلان رصد شاخص‌ها و اولویت‌های علم و فناوری در ایران. تهران: پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران.
عشریه، ز.، اصغری، ح.، شفیع، س. ۱۳۹۵. فراتحلیل پیوند صنعت و دانشگاه. نشریه صنعت و دانشگاه، سال نهم، شماره ۳۱ و ۳۲، صص ٦۵ – ۸۰.
فرتوک زاده، ح.، ذوالفقاریان، م. ۱۳۹۰. تبیین مبانی فلسفی مطالعات پویایی‌شناسی سیستم با استفاده از رویکرد استقرایی: طبقه بندی پارادایمی از مدل‌های مطالعات پویایی‌شناسی سیستم. اندیشه مدیریت راهبردی، سال پنجم، شماره اول، شماره پیاپی ۹، صص ۱۲۵- ۱٦۸.
مصلحی، ق.، راستی برزکی، م.، مهدوی، ح. ۱۳۸٦. ارزیابی عملکرد مراکز رشد واحدهای فناوری و پارک‌ها به‌وسیله شاخص ارتقا سطح فناوری، فصلنامه رشد فناوری، دوره ۳، شماره ۱۲، صص ۱۳ تا ۱۷.
میر فخرالدینی، س. ح.، عزیزی، ف. ۱۳۹٤. ارائه‌ی مدلی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی شرکت‌های فناور پارک علم و فناوری با رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و شش سیگما، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۳ (۳٦) صص ۲٦-۵.
میرجلیلی، س. ح.، حسینی، س. ش.، عبدی، ی. (۱۳۹۷). بررسی عوامل مؤثر بر توسعه صادرات محصولات دانش‌بنیان (با فناوری بالا) در کشورهای منتخب. فصلنامه مطالعات بین‌رشته‌ای دانش راهبردی، ۸ (۳۳)، صص ۱۱۵-۱٤٤.
میرشاه ولایتی، ف.، نظری زاده، ف. ۱۳۹۸. الگوی دیدبانی فناوری: فرایند و ساختاری برای رصد تحول‌های فناورانه. آینده‌پژوهی دفاعی، ٤(۱۳)، صص ٦۸-٤۱.
واعظی‌نژاد، م.، سروری، ح. ۱۳۸۹. مطالعه تطبیقی رصدخانه‌های علم و فناوری جهان و ارائه الگوی پیشنهادی، چهارمین کنفرانس مدیریت تکنولوژی، تهران، انجمن مدیریت تکنولوژی ایران.

1 Human Adaptability
2 Martec’s Law
3 Document Model Building (DMB)
4 Individual Model Building (IMB)
5 International Association of Science Parks (IASP)
6 System Dynamics Approach
7 Counterintuitive

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی