

طراحی پارک فناوری هوایی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها

■ علی حاجی غلام سریزدی* +

پژوهشگر پسادکتری پویایی‌شناسی سیستم‌ها، دانشکده
مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف، مدیر گروه
پژوهشی پویایی‌شناسی سیستم‌ها در موسسه آموزش
عالی امام جواد (ع) یزد

■ منوچهر منطقی^۱

استاد، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه مالک
اشتر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۶ و تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۱
صفحات: ۵۴-۳۷

چکیده

پارک فناوری هوایی با هدف حمایت از شرکت‌های هوایی در ایران تاسیس شده است. با توجه به ضرورت طراحی مدل مناسب برای ایجاد پارک فناوری هوایی به‌عنوان پارکی تخصصی و جدید و از آنجا که طراحی پارک امری پیچیده و پویاست، از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها استفاده شد. در این مقاله، با مطالعه ادبیات موضوع و با استفاده از رویکرد مدل‌سازی گروهی به استخراج مدل علت و معلولی پرداخته شد. در نهایت براساس تحلیل مدل، راهبردهای کلان مخصوص طراحی پارک تدوین شد که عبارتند از: تدوین نقشه راهبردی پارک شامل نقشه راه فناوری و محصول، فعالیت مشترک و در کنار هم موسسات نوپا و شرکت‌های زایشی از شرکت‌های بزرگ، ایجاد شبکه ارتباطی بین صنعت و دانشگاه و دیگر ذی‌نفعان، جهت‌دهی به شرکت‌ها در راستای پروژه هدف، مدیریت حرفه‌ای، ساختار ماتریسی پارک، ایجاد سیستم ارزیابی عملکرد با محوریت تکمیل پروژه هدف، توسعه ساختارهای پذیرش و بخش‌بندی، ایجاد مرکز مدیریت و انتقال فناوری، ایجاد خوشه‌های کوچک جهت تکمیل پروژه هدف، فرهنگ سازی، مدیریت سیستمی.

واژگان کلیدی: پارک فناوری هوایی، رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، مدل‌سازی گروهی.

* عهده دار مکاتبات

+ شماره نمابر: ۰۳۵-۳۸۲۸۱۲۰۰ و آدرس پست الکترونیکی: A.hajigholam@modares.ac.ir

۱ شماره نمابر: ۰۲۱-۲۲۴۱۴۱۹۰ و آدرس پست الکترونیکی: Manteghi@guest.ut.ac.ir

۱- مقدمه

رویکرد مناسب در طراحی که بتواند موضوع را از همه ابعاد بررسی کند و بتواند عوامل مختلف مرتبط را از دیدگاه‌های مختلف شناسایی و پیچیدگی‌ها و روابط متقابل بین آن‌ها را شناسایی کند لازم است. لذا این تحقیق با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها (و روش مدل‌سازی گروهی)، به طراحی پارک فناوری هوایی پرداخته و نقاط و اهرم‌های مثبت و اثربخشی را به سیاستگذاران و مدیران عالی متولی تاسیس، مدیریت و توسعه پارک فناوری هوایی ارائه می‌نماید. استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها به این دلیل است که مسئله پیچیده و دارای عوامل زیاد، دارای ذی‌نفعان با دیدگاه‌های مختلف و عدم وجود مدلی یکپارچه و جامع قبلی است [۳]؛ چراکه رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها رویکردی است که بدون نیاز به توسعه یک مدل کمی می‌تواند برای تجزیه و تحلیل مسائل پیچیده صنعتی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، بررسی رفتارها و سیاست‌های آن‌ها در یک دوره بلندمدت مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از روش مدل‌سازی گروهی در این رویکرد سبب استخراج دیدگاه‌های مختلف ذی‌نفعان می‌شود.

۲- مرور ادبیات موضوع

۲-۱- پارک فناوری هوایی

به نقل از انجمن بین‌المللی پارک‌های علمی^۲، یک پارک علمی سازمانی با هدف افزایش ثروت در جامعه از طریق ارتقاء فرهنگ نوآوری و رقابت در میان شرکت‌های حاضر در پارک و موسسات متکی بر علم و دانش است. برای دستیابی به این هدف یک پارک علمی، جریان دانش و فناوری را در میان دانشگاه‌ها، موسسات 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 [۱۵].

در حدود ۱۹ پارک فعال در زمینه هوایی عضو IASP است که هیچکدام از آن‌ها به صورت تخصصی در حوزه هوایی (دانش هوانوردی، هوافضا و فضاوردی)^۳ فعال نیست و معمولاً در حوزه‌های دیگر مانند صنعت خودرو، آموزش و منابع انسانی، انرژی‌های نو، محیط زیست، مواد جدید، الکترونیک و میکروالکترونیک، بیوتکنولوژی، شیمی و فناوری شیمیایی، کامپیوتر و تجهیزات جانبی، نرم افزار، ICT و رسانه، اپتیک، لیزر و ... نیز فعال است [۳ و ۵].

اما در دنیا پارک‌های تخصصی هوایی زیادی فعال است که در این میان کشور آمریکا با وجود پارک‌هایی چون پارک نکسجن،

صنایع هوایی یکی از هفت صنعت کلیدی جهان در سال‌های آینده است [۳ و ۱۸]. نیازها و کاربردهای رو به افزایش صنایع هوایی در بخش‌های مختلف و همچنین ارزش افزوده بالای آن در اقتصاد کشورها و اثرات مستقیم، غیرمستقیم و القایی آن بر صنایع دیگر منجر به برنامه‌ریزی کلان کشورها در این زمینه شده است [۳]. از این رو، ایران نیز به عنوان یک کشور در حال توسعه به فناوری‌های هوایی برای توسعه ملی نیاز دارد و همچنین در حوزه‌های هوایی پتانسیل فراوانی وجود دارد که باید با تلفیق این دو، دستاوردهای بیشتری را در آینده برای کشور رقم زد. در این راستا سند جامع توسعه هوافضای کشور در دی ماه سال ۹۱ در شورای عالی انقلاب فرهنگی به تصویب رسید. در این سند به توسعه فناوری‌های هوایی از طریق توسعه شرکت‌های دانش بنیان و شبکه‌سازی ملی و بین‌المللی تاکید شده است. در جهت اجرایی شدن اهداف سند جامع توسعه هوافضا مشارکت منحصربفردی از دانشگاه، دولت، صنعت و بخش خصوصی لازم است که یکی از ساختارهای ایجاد این مشارکت و تولید هم‌افزایی بین این بخش‌ها، ایجاد و توسعه پارک فناوری مدرن هوایی است. با توجه به جایگاهی که این پارک در برنامه‌های توسعه‌ای دارد، ضروری است که طراحی مناسب برای آن صورت پذیرد.

پارک‌های علم و فناوری از جمله سازمان‌های بزرگ و پیچیده‌ای است که به عنوان ساختاری نوین در زنجیره توسعه اقتصادی مبتنی بر دانش و فناوری در دهه‌های اخیر نقشی کلیدی را در اجرای سیاست‌ها و برنامه‌های کلان توسعه اقتصادی-اجتماعی کشورها برعهده گرفته است. شرایط اجتماعی-اقتصادی در هر منطقه و در نتیجه تفاوت در نوع شرکت‌هایی که در پارک‌ها می‌تواند مستقر شود و مشکلات و نیازهای این شرکت‌ها باعث شده است که مدل‌های مختلفی از پارک‌های علمی و فناوری در جهان بوجود آید. کاملاً واضح است که اولویت‌ها، روش‌ها و برنامه‌های پارک‌های علمی و فناوری در مناطق مختلف متفاوت است [۱۶]. از طرف دیگر، پارک تخصصی فناوری هوایی هم از حیث تخصصی بودن و هم از حیث تمرکز بر صنعت هوایی ویژگی‌های خاص خود را می‌طلبد. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و از آنجایی که پارک‌های فناوری اگر به درستی طراحی نشود، قادر به تحقق اهداف مورد نظر نخواهد بود و همچنین جدید بودن پارک تخصصی فناوری هوایی در ایران، نیاز به مطالعه دقیق و طرح‌ریزی مدل مناسب است. در این میان،

3 Aeronautics / Aerospace / Astronautics

2 International Association of Science Parks (IASP)

پیش‌بینی به دلیل وجود تاخیرهای زمانی با دوره‌های متفاوت زمانی، وجود کمیت‌های انباشتی مانند سطح فناوری، تعداد موسسات مستقر و ... و راه‌حل‌های موردنظر برای این پروژه راه‌حل‌های بلندمدت و حداقل در افق ۵ ساله و حداکثر ۲۰ ساله است، در نتیجه رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها مناسب است.

بنابراین در این تحقیق براساس گام‌های رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها [۳۱، ۳۸، ۵۱ و ۶۱]. ابتدا تعریف دقیقی از مسئله ارائه و سپس با ترسیم نمودار علت و معلولی سیستم، پویایی‌های حاکم بر آن در جهت افزایش بصیرت نسبت به مسئله با استفاده از نرم‌افزار ونسیم^۵ شناسایی شده و بهترین مدل پارک فناوری هوایی در ایران استخراج می‌شود.

مفهوم پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها^۶ در دهه ۱۹۸۰ به‌عنوان راهی برای تفکر درباره سیستم‌ها بدون نیاز به توسعه یک مدل کمی معرفی شد. به‌عبارت‌دیگر، در رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها تا مرحله دوم مدل‌سازی یعنی مرحله مفهوم‌سازی پیشرفته و براساس تحلیل‌های نمودار علت و معلولی سیاست‌ها و راهکارهای مناسب ارائه می‌گردد [۳ و ۳۳]. ساخت یک مدل کیفی (با بحث‌ها و گفتگوهای ذاتی آن) برای موضوعاتی با سطح بالایی از عدم اطمینان و پیچیدگی در کمی‌سازی سنتی مناسب بوده و روش‌های پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها می‌تواند به‌صورت تقریبی بینش‌هایی سریع‌تر و کارا تر از پویایی‌شناسی سیستم‌های سنتی فراهم کند. این رویکرد در مقایسه با دیگر روش‌های کیفی مانند نقشه‌های شناختی مخصوصاً وقتی موضوعاتی با دامنه گسترده و در مطالعات آینده‌پژوهی و طراحی در نظر گرفته می‌شود و نیاز به درک علی پدیده‌ها و ارتباطات متقابل باشد مناسب است [۳۳]. از رویکرد کیفی در حوزه‌های مختلفی استفاده شده است. گرونسین، روتلاف و هینزل^۷ (۲۰۱۵) به ایجاد نمودار حلقه علی به‌عنوان چارچوبی برای تحلیل فرایند نوآوری سیستم‌های خدماتی و برای درک عمیق‌تر از وابستگی‌های متقابل میان رشته‌های آن پرداخته‌اند [۴۲]. اینام و همکاران^۸ (۲۰۱۵) از طریق مدل‌سازی کیفی، مشکلات شوری خاک را در پاکستان به‌صورت مدل علت و معلولی استخراج و تحلیل کردند [۴۷]. اسنسوی و کارتر^۹ (۲۰۱۵) به مدل‌سازی پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌های سلامت پرداخته‌اند [۲۹]. لورنتی و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۴) نمودار علت و

فلوریدا و ... در صدر است [۵].

در ایران نیز پارک فناوری هوایی در جهت توسعه صنعت هوایی به‌صورت تخصصی و با هدف ارتقا سیستم‌ها و نظام هوایی و هوانوردی موجود و در نهایت، جایگزین‌سازی ساختارهای نوین مرتبط در کلیه بخش‌های طراحی، ساخت، تولید محصولات هوایی، تعمیر و نگهداری، خدمات فنی و بازرگانی و همچنین مشارکت در فعالیت‌های سرمایه‌گذاری و تجاری در بخش‌های مرتبط با حوزه هوایی در حال راه‌اندازی است. در نتیجه، پارک فناوری هوایی گام مثبت و مهمی در انسجام، یکپارچگی و هم‌افزایی همه بخش‌ها از جمله بخش‌های خصوصی و دولتی است که می‌خواهد در حوزه هوایی کار کند. این پارک در زمینی به مساحت حدود ۶۳ هکتار در آزاد راه تهران-کرج در کنار سازمان‌های مختلف صنعت هوایی قرار دارد.

۲-۲- رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها

رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها از دهه ۱۹۵۰ با کارهای فارستر^۴ آغاز گردید. وی با انتشار سه کتاب معروف خود یعنی پویایی‌های صنعتی، پویایی‌های شهری و پویایی‌های جهان رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها را پایه‌گذاری کرد [۲۰، ۳۴، ۳۵ و ۳۷]. رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها کمک می‌کند تا مسائل پیچیده سیستم‌های اجتماعی - اقتصادی به درستی دیده شود و با انتخاب روشی مناسب حل شود [۳۴].

حال باید به این سوال که "آیا پویایی‌شناسی سیستم‌ها مناسب این مسئله (طراحی پارک فناوری هوایی) است؟" پاسخ داد. برای پاسخ به این سوال نیاز به مشخص شدن نوع مسئله‌ای است که پویایی‌شناسی سیستم‌ها به حل آن کمک می‌کند. طبق ادبیات موضوع معیارهایی چون پویایی و پیچیدگی، چندپارامتریک، وجود رفتار کمیت‌های ادغامی و انباشتی و نیاز به راه‌حل‌های بلندمدت از ویژگی‌های مسائل پویایی‌شناسی سیستم‌ها است [۴، ۵۳، ۶۱ و ۶۴]. از آنجا که مسئله این مقاله بسیار پویا و پیچیده، شامل چندین فرایند وابسته بهم، عدم وجود یک راه‌حل قطعی برای آن (راه‌حل اقتصادی، فناورانه یا سازمانی)، نیاز به در نظر گرفتن عوامل مختلفی از جمله فرایندهای محیطی، اجتماعی، اقتصادی و فناوری، وجود دیدگاه‌ها و علائق مختلف (با ذی‌نفعان مختلف)، عدم اطمینان بالا به دلیل تغییرات فناورانه، اقتصادی، سیاسی و ... وجود رفتارهای غیرخطی غیرقابل

9 Esensoy and Carter

10 Laurenti et al.

4 Farrester

5 Vensim PLE

6 Qualitative System Dynamics (QSD)

7 Grosche, Rothlauf & Heinzl

8 Inam et al.

یکپارچه [۲۹، ۳۰، ۳۲ و ۵۵]، اقتصاد و مدیریت منابع [۲۶، ۳۶، ۵۲ و ۵۹]، مدیریت اجتماعی، مدل‌سازی بیولوژیکی و پزشکی، مهندسی نرم‌افزار، مدیریت زنجیره تامین، خدمات انسانی، کسب‌وکار، آموزش، انرژی، مدیریت پویایی‌های صنعتی [۱، ۱۷ و ۴۵]، منابع طبیعی، مدیریت نوآوری و فناوری [۴۲ و ۴۹]، جرم و جنایت [۱] اشاره کرد.

در زمینه پارک‌های علم و فناوری پورسراجیان و همکاران (۱۳۹۸) به ارائه الگوی تعاملی مدیریت منابع انسانی در پارک‌های علم و فناوری با تاکید بر رویکرد پویایی‌های سیستمی پرداخته‌اند [۲]. هو و ونگ^{۱۶} مدل پویای توسعه پایدار پارک‌های علمی کار را ایجاد کرده است [۴۶]. همچنین زرگر، مهدی آبادی و شهابی به تحلیل نقش ارتباط صنعت و دانشگاه در توسعه فناوری با رویکرد سیستمی پرداخته‌اند [۱۴]. در این مقاله نیاز به ارتباط صنعت و دانشگاه ضروری دانسته شده است که عملاً ضرورت وجود پارک‌های علم و فناوری را نشان می‌دهد [۱۴]. تمرکز و مرز مدل این دو تحقیق تنها به اثرات بیرونی پارک‌ها بر منطقه بوده و پویایی‌های داخلی پارک را در نظر نگرفته است. حاجی غلام سریزدی و پورسراجیان در زمینه استخراج پویایی‌های رفتاری موسسات مستقر در پارک‌های علم و فناوری با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم‌ها کار کرده‌اند [۷]. در مقاله آنان مدل علت و معلولی رفتار موسسات تحت سیاست‌های موسسین و الزامات پارک ترسیم شده و راه‌کارهایی برای برون‌رفت از مشکلات موسسات ارائه شده است [۷]. این تحقیق برخلاف تحقیق هو و ونگ و زرگر و همکاران بیشتر بر پویایی‌های داخلی پارک و تاثیرات آن بر موسسات مستقر در پارک است. حاجی غلام سریزدی و منطقی به تحلیل سیاست‌های پارک تحقیقات و فناوری هوایی نکسجن با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستمی پرداخته‌اند [۵]. آن‌ها در مقاله خود ضمن معرفی پارک فناوری هوایی نکسجن، سیاست‌های پارک را نیز مدل کرده‌اند. همچنین به تحلیل و بررسی تاثیر سیاست‌های پارک علم و فناوری یزد بر توسعه فناوری موسسات مستقر در آن با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستمی پرداخته‌اند [۵]. تحقیقات حاجی غلام سریزدی و منطقی در این مقاله نزدیک به رویکرد ماست که از دیدی جامع پویایی‌های داخلی و خارجی پارک را مورد بررسی قرار داده‌اند. همچنین نکته مهم در این تحقیقات روش تحقیق

معلولی اثرات محیطی بر سیستم‌های محصولی را با استفاده از مدل‌سازی گروهی جهت شناسایی متغیرهای اصلی استخراج کردند [۴۹]. میانگ گو و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۲) از این رویکرد و با روش مدل‌سازی گروهی برای ساخت نمودار علت و معلولی برای درک عواملی اثرگذار بر عملکرد ایمنی و سلامت شغلی استفاده کرده‌اند [۴۰].

۲-۳- مدل‌سازی گروهی

مدل‌سازی مشارکتی یا گروهی^{۱۲} اشاره به فرایند مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها با درگیر کردن مشتریان^{۱۳} به صورت عمیق در فرایند ساخت مدل دارد. به عبارت دیگر، مدل‌سازی گروهی روشی است که بر پایه روش‌های تفکر سیستمی از طریق درگیر کردن ذی‌نفعان توسط برقراری جلسات متعدد، به دنبال یافتن عوامل اصلی و تاثیرگذار در بررسی سیستم‌های پیچیده آمیخته با سطوح عمیقی از عدم اطمینان و ابهامات است [۲۸ و ۴۴].

مسئله مورد مطالعه می‌تواند به خوبی و با وضوح تعریف شده باشد و یا اینکه مسئله ناقص و یا آشفته و درهم و برهم^{۱۴} باشد [۴ و ۶۵]. موقعیت یا مسئله آشفته زمانی رخ می‌دهد که موقعیت شامل: ذی‌نفعان چندگانه (دربرگیرنده افراد مشارکت‌کننده با نگاه جزئی و بخشی و افراد با نگاه کلی به سیستم) است [۴، ۴۴ و ۶۶]. وجود اهداف متفاوت بین ذی‌نفعان [۴ و ۴۵] یا مواردی که نظرات افراد در سیستم کاملاً باهم متفاوت است، حتی در مورد وجود مسئله نیز اختلاف دارند [۴ و ۶۴]. موضوعات اغفال‌کننده^{۱۵} و سیاست‌های در نظر گرفته شده و نتایج احتمالی پیاده‌سازی آن‌ها دارای عدم اطمینان است [۲۱] یا در رابطه با مسائلی باشد که بر رفتار کل سیستم موثر است [۶۶].

مسئله طراحی پارک فناوری هوایی به دلیل وجود ذی‌نفعان مختلف با دیدگاه‌های متفاوت و گاهی متضاد، وجود موضوعات مختلف و عدم اطمینان محیطی مسئله‌ای آشفته است. لذا رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها و مدل‌سازی گروهی رویکردی مناسب است [۴۴].

۲-۴- پیشینه تحقیق

پویایی‌شناسی سیستم‌ها در گستره وسیعی از مسائل مورد استفاده واقع شده است که از جمله می‌توان به مدیریت شهری [۱۹ و ۳۵]، سیاستگذاری و برنامه‌ریزی راهبردی و طراحی

14 Ill-defined or Messy problem

15 Elusive

16 Ho and Wang

11 Goh et al.

12 Participative Model Building(PMB)/Group model building(GMB)

13 Client

۳-۲- سوالات تحقیق

این تحقیق از آنجا که اکتشافی است لذا فرضیه ندارد. در این تحقیق سوالات تحقیق عبارتند از: (۱) چه عواملی بر ایجاد پارک فناوری هوایی در ایران تأثیر می گذراند؟ (۲) تعاملات بین عوامل موثر بر ایجاد پارک فناوری هوایی در ایران چگونه است؟ (۳) بهترین مدل ایجاد پارک فناوری هوایی در ایران کدام است؟

۳-۳- روش تحقیق

در این تحقیق با استفاده از رویکرد پویایی شناسی کیفی سیستم‌ها^{۱۷} عوامل مرتبط با پارک‌های هوایی و شرایط صنعت هوایی ایران بصورت مدل علت و معلولی ترسیم می‌شود. به عبارت دیگر در این تحقیق با روش مدل‌سازی پویایی شناسی کیفی سیستم‌ها مدل بومی پارک استخراج می‌شود. درک این موضوع حایز اهمیت است که تمام مفاهیم این پژوهش از طریق استنتاج تجربی اطلاعات واقعی بدست می‌آید. به عبارت دیگر این پروژه با آزمون و اثبات فرضیه آغاز نشده بلکه تلاش شده از طریق بررسی پارک‌های هوایی دنیا و همچنین مصاحبه با ذی‌نفعان درگیر بر پارک فناوری هوایی به یک تئوری و مدل مناسب دست یافته شود.

در ادامه نمودار شکل ۱ روش اجرای این تحقیق را نمایش می‌دهد. همانطور که از شکل ۱ مشخص است این تحقیق ابتدا با انجام مطالعات کتابخان‌های و جمع آوری داده‌ها و اطلاعات از ادبیات موضوع و همچنین بررسی پارک‌های فناوری هوایی دنیا و همچنین پارک‌های علم و فناوری ایران به دو خروجی رسیده است. خروجی اول ذی‌نفعان پارک فناوری هوایی و خروجی دوم ترسیم مدل مرجع مبتنی بر مطالعه ساختارهای پارک‌های علم و فناوری می‌باشد. در ادامه با آنالیز ذی‌نفعان و شناسایی ذی‌نفعان کلیدی از طریق مطالعات میدانی و انجام مصاحبه با ذی‌نفعان درگیر بر پارک فناوری هوایی، عوامل اثر گذار بر پارک فناوری هوایی در ایران شناسایی و مدل گروهی (مدل علت و معلولی) با استفاده از نرم افزار ونسیم ساخته می‌شود. سپس این مدل با مدل مرجع با استفاده از روش نسبت فاصله مقایسه می‌شود. نهایتاً با شناسایی نقاط اثر گذار (نقاط اهرمی) مدل مورد نظر، سیاست‌ها و استراتژی‌های مناسب را استخراج و رویکرد و مدل مناسب را ارائه می‌نماییم.

آن است که به صورت مطالعه موردی است.

در جدول شماره ۱ به مروری بر کاربردهای پویایی‌شناسی سیستم‌ها در صنعت هوایی اشاره شده است. همانطور که مشاهده می‌شود پویایی شناسی سیستم‌ها در حوزه‌های زیادی از صنعت هوایی مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۱: مروری گذرا از کارهای پویایی‌شناسی سیستم‌ها در صنعت

هوایی

| موضوع تحقیق | نویسنده / نویسندگان |
|--------------------------------|---------------------|
| پیش بینی تقاضا ناوگان هوایی | [۵۰] |
| خطوط هوایی | [۵۶] |
| پیش‌بینی تقاضا مسافرت هوایی | [۲۴، ۴۱ و ۶۲] |
| ساخت و تعمیر و نگهداری هواپیما | [۲۲، ۲۵ و ۶۳] |
| سایر حوزه‌های هوایی | [۳۹، ۴۸ و ۵۴] |

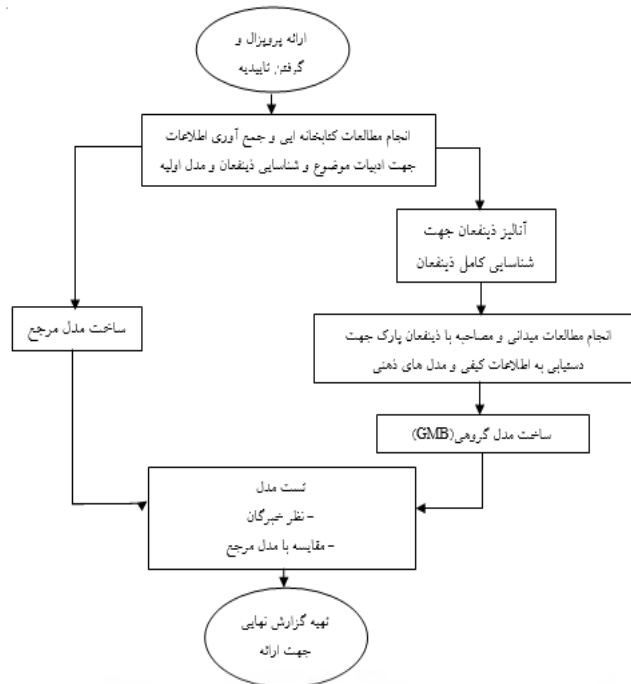
با بررسی تحقیقات و مقالات جدول شماره ۱ مشخص شد که هر چند استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها در حوزه هوایی زیاد است اما بیشتر تمرکز بر حوزه‌های عملیاتی بوده و کمتر به موضوع سیاستگذاری و تحلیل مدیریت فناوری و پارک‌های فناوری در این صنعت پرداخته شده است.

در نهایت می‌توان گفت، این تحقیق با رویکردی جامع به بررسی پارک فناوری در صنعت هوایی می‌پردازد. در نتیجه این تحقیق از یک طرف دارای جامعیت در تحلیل و به دور از تمرکز بر بخش خاص (داخل پارک یا خارج آن) است و از طرف دیگر، مطالعه موردی بوده و به بررسی پارک فناوری هوایی پرداخته است که پارکی تخصصی و جدید است.

۳- روش‌شناسی تحقیق

۳-۱- اهداف تحقیق

همانطور که اشاره شد هدف اصلی از این تحقیق طراحی پارک فناوری هوایی با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها می‌باشد و به عبارت دیگر طرح ریزی و توسعه مدل بومی پارک فناوری هوایی در ایران. در این راستا اهداف این تحقیق عبارتند از: (۱) تعیین عوامل موثر بر ایجاد پارک فناوری هوایی در ایران، (۲) نمایش تعاملات بین عوامل موثر بر ایجاد پارک فناوری هوایی در ایران، (۳) تعیین سیاست‌های مطلوب برای تدوین بهترین مدل برای پارک فناوری هوایی در ایران.



شکل ۱: نمودار مراحل انجام تحقیق

کاری و علمی فرد با موضوع تحقیق توجه کافی شود.

۳-۶- نمونه‌گیری

ونیکس و اندرسون و ریچاردسون^{۱۸} اندازه ۱۰-۱۲ نفر را مورد قبول و گروه با ۲۵ نفر را خیلی بزرگ می‌پندارند [۲۳ و ۶۴]. از آنجا که از یک طرف نیاز به افراد برای مصاحبه انفرادی است و از طرف دیگر، هدف از مصاحبه بررسی ذی‌نفعان مختلف و نگاه‌های مختلف است با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده از هر گروه ذینفع یک نفر (ذی‌نفعان فردی) انتخاب شد. بنابراین تعداد ذی‌نفعان فردی برای مصاحبه ۲۱ نفر تعیین شد.

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- مدل مرجع

برای ساخت مدل مرجع مبتنی بر ادبیات موضوع پارک‌ها و با استفاده از روش کتابخانه‌های مسائل مهم و تاثیرگذار بر پارک‌های فناوری هوایی مورد بررسی قرار گرفته و هدف از این بررسی، شناخت عوامل موثر در پارک‌های فناوری هوایی و در نهایت ترسیم مدل علت و معلولی (مدل مرجع) است. بدین منظور، ابتدا پارک‌های فناوری هوایی در جهان معرفی شد و پس از آن ۳ نمونه از این پارک‌ها شامل پارک‌های فناوری هوایی نکسجن [۹]، بیلسکو و تکنوگتاف [۶] معرفی و مورد بررسی موشکافانه قرار گرفت. سپس به بررسی دقیق ۲ پارک داخلی شامل پارک‌های علم و فناوری یزد [۵] و فارس پرداخته شد. در

۳-۴- روش گردآوری اطلاعات

با توجه به تقسیم‌بندی تحقیقات علمی از نظر هدف، تحقیق حاضر از نوع "تحقیق کاربردی" است. همچنین از نظر طرح تحقیق (یا روش گردآوری اطلاعات)، تحقیق حاضر از نوع تحقیق توصیفی-پیمایشی است؛ بدین معنا که محقق بدون تغییر در شرایط به بررسی و توصیف موضوع می‌پردازد و از ابزارهای پیمایش شامل بررسی آرشویی و مصاحبه گروهی برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز خود استفاده می‌کند.

۳-۵- جامعه آماری تحقیق

در پاسخ به این سوال که چه کسانی جامعه آماری ما را تشکیل می‌دهند یا به عبارت دیگر چه کسانی بایستی در جلسات مدل‌سازی درگیر شوند، از آنالیز ذی‌نفعان استفاده شده است. تعداد ذی‌نفعان بدست آمده ۲۱ عدد شامل ذی‌نفعان داخلی (ستاد مدیریتی، مرکز رشد، واحد چندمستاجر پارک، کارکنان، شرکت‌های ارائه دهنده خدمات عمومی و تخصصی و واحدهای فناوری) و خارجی (صنعت هوایی، دولت، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی، سازمان‌های سرمایه‌گذاری، کارآفرینان و نخبگان، پارک‌های علم و فناوری و سایر صنایع و خدمات دیگر) است. با توجه به ضرورت تخصص و خبرگی لازم از سازمان‌های ذی‌نفع درخواست شد، در معرفی افراد علاوه بر ملاک‌هایی چون تحصیلات (کارشناسی ارشد به بالا)، پست سازمانی (مدیریت مرتبط با فناوری و مدیریت آن) و تجربه (سابقه کافی)، به ارتباط سابقه

اینجا با تجمیع این مطالعات به همراه بررسی مقالات مختلف و پس از تمام بررسی‌ها، مدل علت و معلولی اولیه استخراج شده است. نمودار علت و معلولی کل سیستم شامل ۱۰ نمودار با ۲۶ حلقه علی است. در جدول شماره ۲ نام نمودارها و حلقه‌های آن‌ها آورده شده است.

جدول ۲: توضیح مختصر نمودارها و حلقه‌ها

| ردیف | نام نمودار | نام حلقه |
|------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ۱ | نمودار برنامه‌ریزی و فعالیت‌های اولیه پارک و پذیرش موسسات | حلقه R1: بازاریابی و پذیرش موسسات |
| | | حلقه R2: برنامه‌ریزی جهت جلب حمایت ذی‌نفعان |
| | | حلقه R3: انتخاب مدل پارک و بازار |
| ۲ | نمودار تخصصی بودن پارک | حلقه R4: بخش‌بندی مناسب پارک |
| | | حلقه R5: محیط مناسب پارک |
| | | حلقه R6: یکپارچه سازی شرکت‌های صنعت هوایی |
| ۳ | نمودار مدیریت پارک | حلقه R7: تیم مدیریتی و تسهیلات پارک |
| | | حلقه R8: تیم مدیریتی و پذیرش موسسات |
| ۴ | نمودار حمایت‌ها و ساختار فیزیکی پارک | حلقه R9: ساختار فیزیکی پارک |
| | | حلقه R10: حمایت‌های دانش و فناوری |
| | | حلقه R11: حمایت های مالی |
| ۵ | نمودار مدیریت تکنولوژی | حلقه R12: مدیریت تکنولوژی |
| ۶ | نمودار ارزیابی عملکرد پارک و موسسات | حلقه R13: ارزیابی عملکرد موسسات |
| | | حلقه R14: ارزیابی عملکرد پارک |
| | | حلقه B1: فشارهای پارک بر موسسات براساس ارزیابی عملکرد |
| ۷ | نمودار مرکز رشد | حلقه R15: ایجاد موسسات نوپا در مرکز رشد |
| | | حلقه R16: مراکز رشد اقماری |
| | | حلقه R17: حمایت‌های مرکز رشد در افزایش نرخ موفقیت موسسات نوپا |
| ۸ | نمودار هم‌افزایی ناشی از تجمع موسسات در پارک | حلقه R18: هم‌افزایی ناشی از تجمع شرکت‌ها |
| | | حلقه R19: صرفه‌جویی مقیاس و تجمع پارک |
| | | حلقه R20: شناسایی نیازهای صنعت و پاسخگویی به آن‌ها |
| ۹ | نمودار ارتباط صنعت و دانشگاه | حلقه R21: توسعه دانشگاه |
| | | حلقه R22: دانشگاه و صنعت در بهبود فناوری |
| | | حلقه R23: توسعه منطقه‌ای پارک |
| ۱۰ | نمودار اثرات بیرونی پارک | حلقه R24: توسعه ملی پارک |
| | | حلقه R25: جذب نخبگان و کارآفرینان |

۴-۲- مدل گروهی

در این تحقیق از مصاحبه نیمه ساختارمند (نیمه باز) و عمیق استفاده شده است. هدف مصاحبه استخراج سه لایه متغیر شامل متغیرهای مسئله، علل آن‌ها و نتایج متعاقب آن‌ها که بایستی در نقشه علی ترسیم شوند، است. در جدول شماره ۳ اقدامات و زمان-بندی جلسه مصاحبه آورده شده است.

جدول ۳: اقدامات جلسه مصاحبه و زمان‌بندی آن

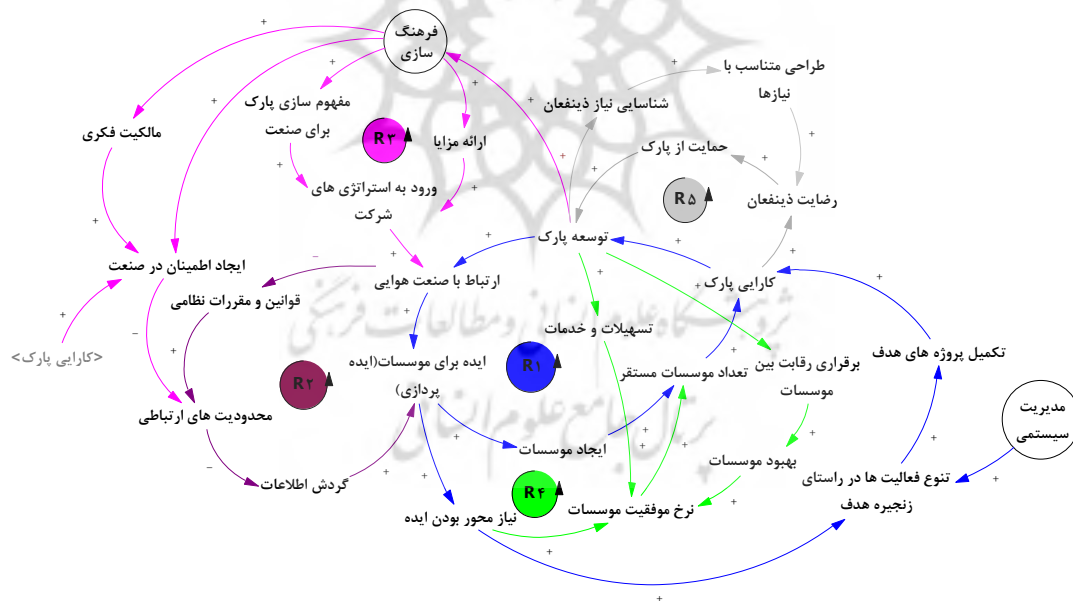
| ردیف | گام | زمان |
|------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ۱ | معرفی و بیان هدف پروژه و تشریح رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها به صورت مختصر | ۱۵ دقیقه |
| ۲ | معرفی پارک فناوری هوایی | ۱۵ دقیقه |
| ۳ | استخراج متغیرهای درگیر در پارک فناوری هوایی (ایجاد ۶ ضلعی‌ها) | متغیرهای تاثیرگذار بر پارک فناوری هوایی |
| | | متغیرهای تاثیرپذیر از پارک فناوری هوایی |
| | | خوشه‌بندی متغیرها و ترسیم ارتباط بین آن‌ها (نمودار تصویر غنی) |
| ۴ | ترسیم نمودار علت و معلولی (بیان ارتباط بین متغیرها) | ۴۵ دقیقه |
| ۵ | طراحی مدل مناسب پارک فناوری هوایی (راهبردهای کلان) | ۱۵ دقیقه |
| ۶ | جمع‌بندی | کل زمان جلسه: ۳ ساعت |

به عبارت دیگر، موسسات مبتنی بر نیازهای صنعت هوایی فعالیت می‌کنند. در نتیجه، با افزایش ارتباط با صنعت و دستیابی به نیازهای آن‌ها، ایده برای موسسات افزایش یافته و این منجر به ایجاد موسسات مبتنی بر این ایده‌ها می‌شود. یکی از عوامل مهم در کارایی پارک تعداد موسسات مستقر در پارک است که از این طریق افزایش می‌یابد و در نهایت منجر به توسعه پارک می‌گردد. از طرف دیگر، چون ایده‌ها مبتنی بر نیاز صنعت هوایی و راهبرد پارک است، تنوع فعالیت‌ها و موسسات در جهت زنجیره هدف افزایش یافته که این با مدیریت سیستمی (راهبرد پارک) به دلیل تنوع فعالیت‌ها منجر به تکمیل پروژه‌های هدف پارک می‌شود. شاخص مهم کارایی پارک تخصصی هوایی برخلاف پارک‌های فناوری عمومی "تکمیل پروژه‌های هدف" است. به عبارت دیگر، در پارک‌های فناوری عمومی موسسات مبتنی بر فناوری و ایده‌های که خود از بازار یا علاقه و ... بدست آورده است و مبتنی بر حوزه فعالیت پارک در پارک پذیرش می‌شود که شاخص ارزیابی آن‌ها بیشتر جنبه تجاری‌سازی و فروش آن ایده را شامل می‌شود؛ اما چون پارک تخصصی هوایی در جهت توسعه صنعت هوایی فعالیت می‌کند و دارای هدفی مشخص است، شاخص عملکرد آن تکمیل پروژه‌ها در راستای این هدف است.

به دلیل کم بودن تعداد سوالات از روایی محتوایی استفاده شد. در روایی محتوایی به بررسی اینکه سوالات مصاحبه با محتوا همخوانی دارد یا نه، پرداخته می‌شود. بدین منظور با ۷ نفر از متخصصان و صاحب‌نظران با تخصص درباره پارک علم و فناوری، شرکت فناوری، صنعت هوایی و پویایی‌شناسی سیستم‌ها روایی محتوایی مصاحبه چک و تایید شد. از طرف دیگر، در مصاحبه نیاز به بررسی پایایی وجود ندارد. مدل‌سازی گروهی طی سه جلسه با صاحب‌نظران و ذی‌نفعان پارک فناوری هوایی برگزار گردید. نمودار کل سیستم حاصل از این جلسات از ۲۲ حلقه و در قالب ۷ نمودار تشکیل شده است. سیاست‌های اتخاذی پارک مبتنی بر نظر متخصصان و حلقه‌های ترسیم شده، به صورت دایره در شکل شماره ۳ آورده شده است. در ادامه به تشریح تک تک حلقه‌ها پرداخته می‌شود.

۳-۴- نمودار ارتباط پارک با صنعت هوایی

نمودار شکل ۳ از ۵ حلقه تشکیل شده است. حلقه R1 بیان می‌کند که با توسعه پارک ارتباط با صنعت هوایی بیشتر می‌شود. از آنجا که پارک فناوری هوایی، پارکی تخصصی در صنعت هوایی است، ایده‌های موسسات بایستی از طرف تقاضا گرفته شود.



شکل ۳: نمودار ارتباط پارک با صنعت هوایی

می‌شود، سعی در رفع این نقیضه کند. از آنجا که محدودیت‌های مذکور بیشتر ناشی از فرهنگ حاکم بر فضا و محیط صنعت هوایی است، نه قوانین و مقررات. در حلقه R3 فرهنگ‌سازی به عنوان یک راهبرد کلان که بسیار در موفقیت پارک نقش داشته و جلوگیری‌کننده موانع پیش‌رو پارک در مقابل محیط غیرتعاملی صنعت هوایی است، در نظر گرفته شده است.

حلقه R2 ماهیت نظامی و محرمانه بودن صنعت را نشان می‌دهد. این ماهیت صنعت هوایی منجر به ایجاد محدودیت‌های ارتباطی و عدم گردش اطلاعات می‌گردد که این نیز سبب قطع جریان دستیابی به اطلاعات و نیازهای صنعت و در نهایت ایده برای موسسات می‌گردد. پارک در این حلقه بایستی با تقویت ارتباط با صنعت که منجر به کاهش قوانین دست و پا گیر

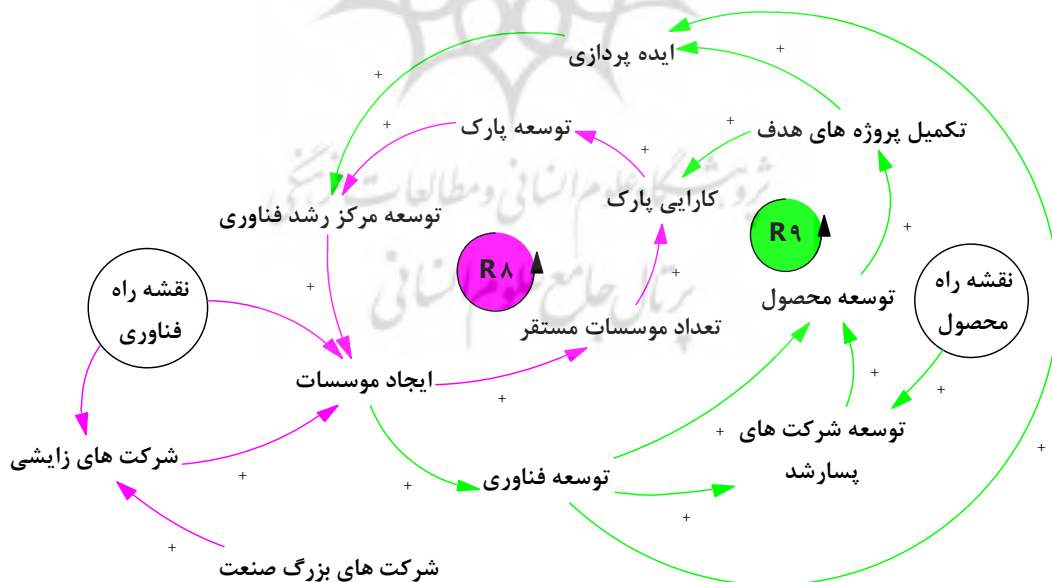
عدم وجود پتانسیل‌ها و الزامات توسعه فناوری‌های سطح بالا توسط شرکت‌های نوپاست که تمایل زیادی برای فعالیت در این زمینه به دلیل باز بودن فضا ناشی از عدم تمایل شرکت‌های بزرگ دارد. در نتیجه، پارک بایستی با شناسایی دلایل عدم فعالیت شرکت‌های با سابقه و بزرگ در زمینه فناوری‌های سطح بالا و جدید و شناسایی علل شکست شرکت‌های نوپا در این زمینه و رفع آن‌ها در قالب تسهیلات پارک و ایجاد بستر برای ایجاد شرکت‌های زایشی و نوپا و همکاری این دو نوع شرکت به توسعه فناوری‌های جدید بپردازد.

ایجاد موسسات جدید منجر به توسعه فناوری می‌گردد. توسعه فناوری‌های جدید و پیشرفته سبب توسعه محصول و نیز براساس نقشه راه محصول سبب توسعه شرکت‌های پسرشد می‌شود. این شرکت‌ها، شرکت‌هایی است که از مرحله رشد خارج شده و در پارک و نه در مرکز رشد مستقر است. شرکت‌های پسرشد نقش توسعه‌دهندگان محصول مبتنی بر هدف پارک را داراست. در حلقه R9 توسعه محصول از طریق توسعه فناوری و شرکت‌های پسرشد شکل گرفته و باعث تکمیل پروژه‌های هدف پارک می‌گردد. تکمیل پروژه‌های هدف هم منجر به افزایش کارایی پارک و توسعه پارک شده و هم به همراه توسعه فناوری سبب ایجاد ایده‌های جدید و توسعه مراکز رشد مبتنی بر این ایده‌ها می‌گردد.

از طرف دیگر، توانمندی هیئت علمی دانشگاه‌ها به علت ارتباط با صنعت منجر به توسعه فناوری و دانش کاربردی می‌شود. توسعه فناوری و دانش به صورت کاربردی هم باعث بهره‌مندی اقتصادی دانشگاه به دلیل فروش این فناوری‌ها و دانش شده و هم این فناوری‌ها سبب توسعه صنعت می‌گردد. در نتیجه، انگیزه برای ارتباط بیشتر صنعت و دانشگاه از طریق پارک افزایش می‌یابد (حلقه R7). در این دو حلقه پارک با ایجاد بستر مناسب و تحریک ارتباط بین صنعت و دانشگاه سبب تقویت این ارتباط به صورت خودکار به دلیل مزایایی که برای هر دو طرف دارد، می‌شود.

۴-۵- نمودار مرکز رشد و پسرشد

نمودار شکل شماره ۵ از ۲ حلقه تشکیل شده است. پارک با توسعه انکوباتورها و مراکز رشد فناوری و مبتنی بر نقشه راه فناوری، بستر لازم جهت ایجاد موسسات جدید را فراهم می‌کند. از طرف دیگر، براساس نقشه راه فناوری و نیازهای شرکت‌های بزرگ صنعت هوایی موسسات زایشی از این شرکت‌ها در پارک ایجاد و مستقر می‌شود. حلقه R8 بیانگر توسعه پارک ناشی از توسعه مراکز رشد و شرکت‌های زایشی است. مسئله مهمی که در این حلقه مهم است، از یک طرف عدم تمایل شرکت‌های بزرگ برای فعالیت در زمینه فناوری‌های سطح بالا و نوظهور و تمایل جهت ادامه فعالیت خود و ریسک کمتر است و از طرف دیگر،



شکل ۵: نمودار مرکز رشد و پسرشد

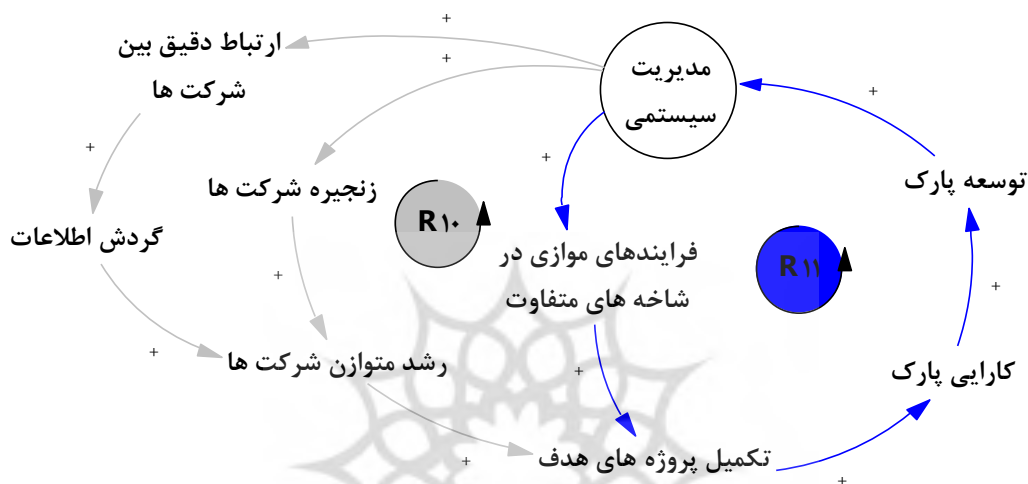
سیستمی بیانگر نگرشی جامع مبتنی بر هدف پارک برای فعالیت موسسات است که سبب تامین مأموریت‌ها و اهداف پارک می‌گردد. در نتیجه، مدیریت سیستمی با فراهم آوردن زنجیره‌ای

۴-۶- نمودار مدیریت سیستمی

نمودار شکل شماره ۶ از ۲ حلقه تشکیل شده است. یکی از راهبردهای کلان پارک مدیریت سیستمی است. مدیریت

علاوه بر شرکت‌هایی که در زنجیره سری تولید و توسعه محصول (پروژه هدف پارک) فعال است، فعالیت‌ها و موسسات دیگری نیز به صورت موازی به منظور اخذ مجوزها، گواهینامه‌ها، کنترل و تضمین کیفیت و ... بایستی در پارک فعالیت کند تا محصول و هدف موردنظر شکل بگیرد، به این فعالیت‌ها و موسسات "فرایندهای موازی در شاخه‌های مختلف" گفته می‌شود. مدیریت سیستمی در حلقه R11 با مدیریت فرایندهای موازی در شاخه‌های متفاوت نیز سبب تکمیل پروژه‌های هدف و درنهایت توسعه پارک می‌گردد.

از شرکت‌ها که پروژه هدف پارک را تکمیل می‌کند و همچنین با برقراری ارتباط دقیق بین شرکت‌های موجود در این زنجیره و تسهیل گردش اطلاعات بین آن‌ها سبب رشد متوازن این شرکت‌ها می‌گردد. رشد متوازن شرکت‌ها باعث می‌شود تا پروژه‌های هدف در زمان‌بندی مناسب و در سطح قابل قبول تکمیل گردیده و توسعه پارک را رقم می‌زند. حلقه R10 تاثیر مدیریت سیستمی در رشد متوازن شرکت‌ها با تامین زنجیره‌ای از شرکت‌های لازم و برقراری ارتباط بین آن‌ها را در تکمیل پروژه‌های هدف پارک نشان می‌دهد.



شکل ۶: نمودار مدیریت سیستمی

اجرا می‌گردد. تحت راهبرد پارک و مبتنی بر اهداف و مأموریت‌ها، پارک بایستی شرکت‌های مستقر در خود را جهت‌دهی کند تا از این طریق پروژه‌های هدف تکمیل گردد. جهت‌دهی شرکت‌ها از دو راهبرد زیر صورت می‌گیرد:

الف) شراکت پارک با شرکت‌ها: در این راهبرد، شرکت‌های موثر و دارای حساسیت بالا (حساس و راهبردی) توسط پارک و دیگران تاسیس می‌شود و پارک با داشتن سهام و از طریق وابستگی شرکت‌ها به پارک به جهت‌دهی شرکت کمک می‌کند؛

ب) راهبرد بازار: با بررسی و مطالعه بازار و طراحی راهبرد بازار توسط پارک، ایجاد بازار مطمئن و جذاب برای موسسات غیرحساس صورت می‌گیرد. در این راهبرد که راهبردی بلندمدت و برای موسسات بااهمیت کمتر است، جذابیت بازار و فروش موسسات و کسب درآمد عامل بقا موسسات و حرکت در جهت اهداف پارک است.

حلقه R13 اهمیت بخش بازرگانی را در مدیریت پارک مطرح می‌کند. با توسعه بخش بازرگانی مدیریت تامین و فروش در

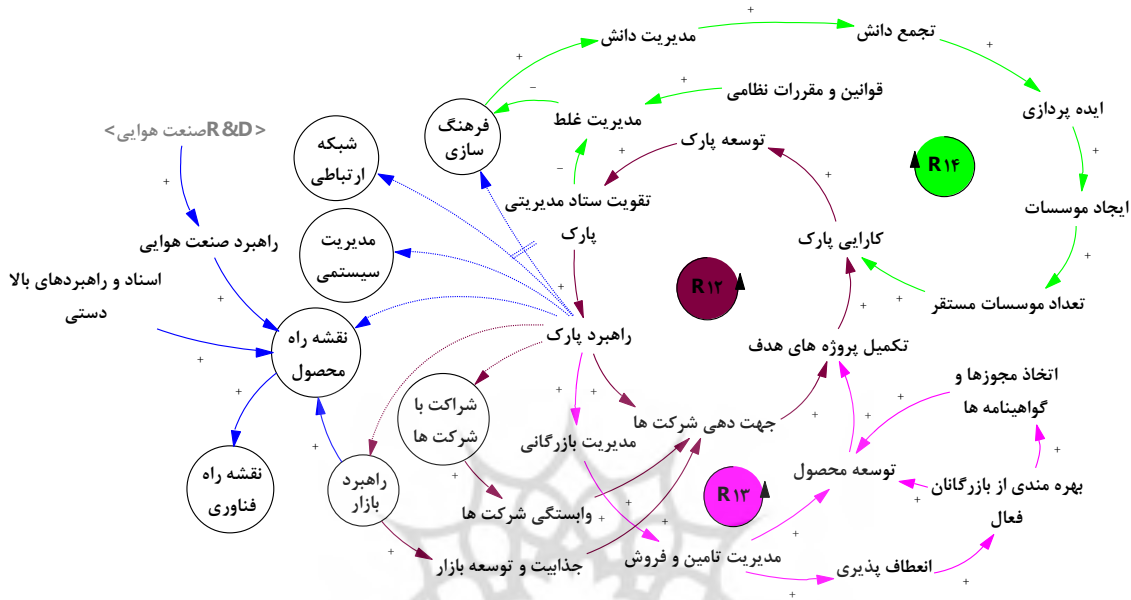
۷-۴- نمودار مدیریت پارک

نمودار شکل شماره ۷ از ۳ حلقه تشکیل شده است. در این نمودار راهبرد پارک آورده شده است که شامل راهبردهای کلان پارک است که بایستی توسط مدیریت دنبال شود. در نمودارهای دیگر اثرات این سیاست‌ها تشریح شده است. این راهبردها عبارتند از: فرهنگ‌سازی، ایجاد شبکه ارتباطی بین عناصر مختلف موثر بر پارک مانند صنعت، دولت و دانشگاه، مدیریت سیستمی، نقشه راه محصول و فناوری، راهبرد بازار و شراکت با شرکت‌ها. همانطور که از شکل مذکور مشخص است، نقشه راه فناوری از نقشه راه محصول نشأت می‌گیرد و نقشه راه محصول براساس راهبرد پارک، راهبرد صنعت که مبتنی بر R&D صنعت هوایی است، راهبرد بازار و راهبردها و اسناد بالادستی شکل می‌گیرد.

حلقه R12 به اهمیت مدیریت پارک و ستاد مدیریتی در موفقیت پارک اشاره دارد. با وجود مدیر حرفه‌ای و توانمند و آشنا به پارک و تقویت ستاد مدیریتی راهبردهای اتخاذ شده توسط پارک تقویت شده و راهبردهای انتخابی به بهترین شکل تدوین و

ارائه‌دهنده مجوزها و گواهینامه‌ها و همچنین شرکت‌های بزرگ بین‌المللی دارد. این بازرگانان اگر پارک با انعطاف بیشتری با آن‌ها تعامل کرده و دغدغه‌های آن‌ها را رفع کند، می‌توانند سبب اخذ مجوزها و گواهینامه‌ها برای فناوری و محصولات تولیدی موسسات، خرید قطعات و محصولات و فناوری‌ها شده و در نهایت منجر به توسعه محصول و تکمیل‌کننده پروژه‌های هدف شود.

پارک تقویت می‌گردد. مدیریت تامین سبب خرید قطعات، محصولات و فناوری‌های لازم برای پروژه‌های هدف پارک و موسسات می‌شود و با مدیریت فروش محصولات موسسات نیز تجاری‌سازی و به فروش می‌رسد. یکی از مباحثی که در جلسات مدل‌سازی مطرح شد وجود بازرگانان فعال و با سابقه در صنعت هوایی است که ارتباطات خوبی با سازمان‌های بین‌المللی



شکل ۷: نمودار مدیریت پارک

طراحی گردد که اولاً زنجیره‌ای از شرکت‌های موردنظر و تامین‌کننده هدف خاص (پروژه پارک) را تامین کند و ثانیاً شرکت‌های موردنظر قابلیت‌های موردنظر پارک را نیز داشته باشد. از آنجایی که پارک فناوری هوایی پارکی تخصصی بوده و نیاز است که زنجیره‌ای از شرکت‌ها را براساس هدف خود برگزیند، در سیستم پذیرش بایستی مدیریت سیستمی لحاظ گردد. با تقویت سیستم پذیرش مبتنی بر مدیریت سیستمی، زنجیره‌ای از شرکت‌های برتر و خاص جذب می‌شود. کارایی پارک در جذب موسسات برتر افزایش یافته و منجر به توسعه پارک می‌شود.

در حلقه R16 نیز با توسعه پارک و تقویت ساختارهای داخلی پارک، چیدمان (بخش‌بندی) پارک مبتنی بر اهداف و مأموریت پارک یا به عبارت دیگر، پروژه هدف طراحی می‌گردد. از آنجایی که پارک فناوری هوایی پارکی تخصصی است، چیدمان پارک نیز تخصصی و با هدف تکمیل پروژه‌های پارک صورت می‌گیرد که بایستی برای این منظور مدیریت سیستمی شکل گرفته و تقویت چیدمان صحیح، مدیریت سیستمی شکل گرفته و تقویت می‌شود. از طرف دیگر، یکی از ساختارهای داخلی پارک طراحی

وجود محیط بسته و قوانین و مقررات نظامی سبب شکل‌گیری مدیریتی بسته و نظامی می‌شود. پارک با تقویت ستاد مدیریتی و بهره‌گیری از مدیران حرفه‌ای برخوردار از تجربه دانشگاهی و تجربه صنعت، سبب تضعیف مدیریت غلط و ایجاد سبک مدیریتی درست و تربیت مدیران حرفه‌ای برای پارک می‌گردد. ارتباط پارک و مدیران حرفه‌ای پارک با مدیران صنعت هوایی سبب تغییر در سبک مدیریتی و خواست مدیران ارشد می‌شود و به دلیل تبعیت بدنه کارکنان از مدیران ارشد در ایران به بهبود فرهنگ حاکم بر صنعت منجر می‌شود. مدیریت حرفه‌ای، توانمند و خلاق با تقویت فرهنگ‌سازی که یکی از راهبردهای پارک است، مدیریت دانش و گردش اطلاعات را تقویت و سبب دسترسی به ایده‌های مناسب برای ایجاد موسسات می‌گردد که سبب توسعه پارک می‌شود (حلقه R14).

۴-۸- نمودار ساختارهای داخلی

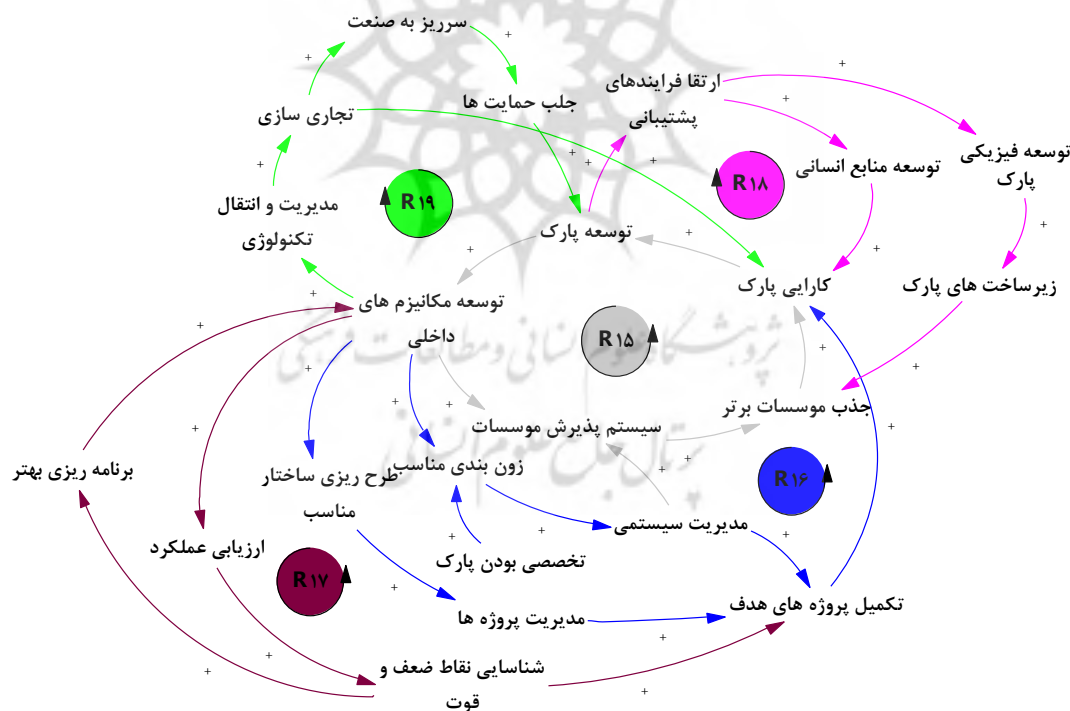
نمودار شکل شماره ۸ از ۵ حلقه تشکیل شده است. حلقه R15 به تشریح اثر سیستم پذیرش مناسب می‌پردازد. با توسعه پارک و تقویت ساختارهای داخلی پارک، ساختار مهم سیستم پذیرش نیز توسعه می‌یابد. سیستم پذیرش بایستی طوری

در حلقه R18 با توسعه پارک فرایندهای پشتیبانی از جمله منابع انسانی ارتقا می‌یابد که یکی از عوامل مهم در موفقیت پارک‌ها و توسعه فیزیکی پارک‌ها و یکی از زیرساخت‌های مهم در جذابیت پارک است. با ارتقا و توسعه منابع انسانی کارایی پارک افزایش می‌یابد و با توسعه فیزیکی پارک و زیرساخت‌های آن جذابیت پارک بیشتر شده و موسسات بیشتر و بهتری جذب پارک می‌شود که این دو منجر به توسعه پارک می‌گردد.

یکی از ساختارهای مهم پارک که جزء ماموریت‌های اصلی تمام پارک‌ها مخصوصاً پارک‌های فناوری است، مدیریت و انتقال فناوری، با توسعه پارک ارتقا می‌یابد. مدیریت و انتقال فناوری منجر به تجاری‌سازی فناوری شده که این امر به‌طور مستقیم با افزایش کارایی پارک، توسعه پارک را رقم می‌زند و همچنین با سرریز دستاوردهای آن به صنعت و بهره‌مندی صنعت از آن باعث جلب حمایت‌های صنعت و در نتیجه توسعه پارک از این طریق می‌گردد (حلقه R19). در اینجا وجود دفتر انتقال فناوری (یا در شکل کلی‌تر مرکز تحقیق و توسعه فناوری [۲]) یکی از الزامات پارک است.

ساختار سازمانی مناسب پارک است. طبق نظر متخصصان و صاحب‌نظران در جلسه مدل‌سازی گروهی ساختار سازمانی مناسب برای پارک فناوری هوایی "ساختار ماتریسی (خزان‌های)" است و بر این اساس شاخص اصلی ارزیابی عملکرد پارک و موسسات "تکمیل پروژه‌ها" است. لذا با ساختار مناسب پارک و به تبع آن مدیریت پروژه‌های هدف پارک و همچنین مدیریت سیستمی ناشی از چیدمان مناسب، تکمیل پروژه‌های هدف ممکن شده و توسعه پارک رقم خواهد خورد.

با توسعه پارک و ساختارهای داخلی، سیستم ارزیابی عملکرد تقویت می‌گردد که یکی از ساختارهای مهم در موفقیت پارک‌های علم و فناوری است. وجود سیستم ارزیابی عملکرد مناسب و عملیاتی سبب شناسایی نقاط ضعف و قوت پارک (در زمینه ارائه خدمات و تسهیلات، نحوه ارائه و میزان آن‌ها و ...) و همچنین موسسات مستقر در پارک می‌شود. با شناخت این نقاط و بهبود آن، برنامه‌ریزی بعدی جهت بهینه کردن تسهیلات پارک صورت می‌گیرد و نیز موسسات و پارک‌ها عملکرد بهتری در جهت تامین اهداف پارک و موسسات ارائه خواهند کرد که منجر به تکمیل پروژه‌های هدف شده و سبب توسعه پارک می‌گردد (حلقه R17).



شکل ۸: نمودار ساختارهای داخلی

مشترک و درک منافع مشترک رسیده و بر این اساس، مبتنی بر پروژه و هدف خاص به ایجاد خوشه‌های کوچک و زنجیره‌ای از شرکت‌ها در جهت توسعه و تکمیل پروژه‌های مورد نظر دست می‌زند. با ایجاد این خوشه‌ها و حمایت‌های پارک، هزینه شرکت‌ها

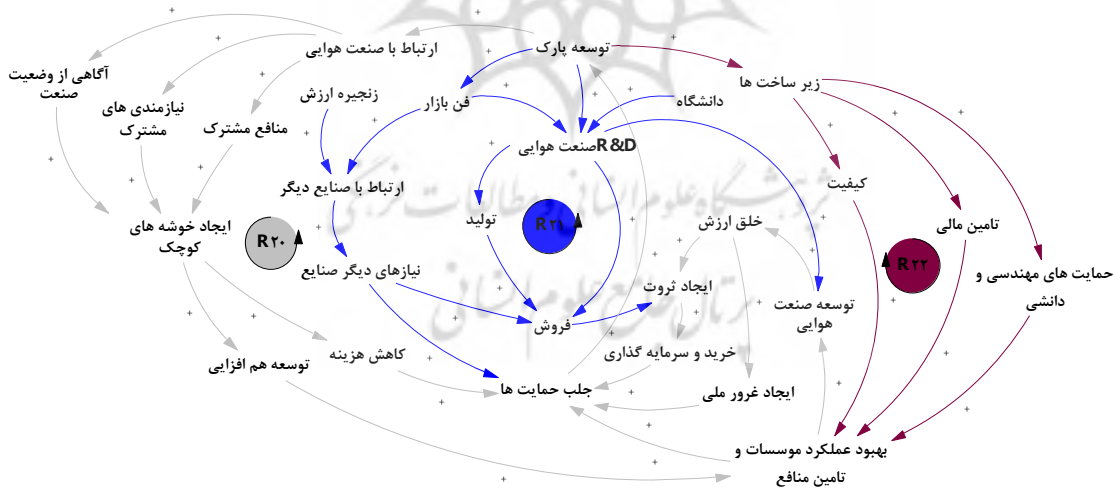
۴-۹- نمودار صنعت هوایی

نمودار شکل شماره ۹ از ۳ حلقه تشکیل شده است. در حلقه R20 با توسعه پارک و تقویت ارتباط با صنعت، پارک و صنعت به آگاهی کاملی از قابلیت‌های صنعت هوایی، شناخت نیازمندی‌های

کاهش یافته و حمایت‌های ذی‌نفعان نیز افزایش می‌یابد. همچنین وجود خوشه‌های از شرکت‌ها و تجمع آن‌ها در یک مکان و ارتباط بین آن‌ها هم‌افزایی بین شرکت‌ها را افزایش داده و منجر به بهبود عملکرد موسسات، تقویت فناوری و تامین منافع آن‌ها می‌شود. شرکت‌های بهبود یافته و با عملکرد مناسب، منجر به توسعه صنعت هوایی و خلق ارزش در این صنعت شده و سبب ایجاد ثروت و غرور ملی می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، توسعه صنعت هوایی به معنی تبدیل تولیدات صنعت هوایی (شامل دانش فنی، طراحی، نمونه‌سازی و تولید محصولات) به ثروت از طریق فروش آن‌ها است. با ایجاد ثروت در صنعت و شرکت‌های فعال خرید و سرمایه‌گذاری صنعت روی فناوری‌های جدید، موسسات جدید (زایشی) افزایش و حمایت‌های آن‌ها از پارک افزایش می‌یابد که منجر به توسعه پارک می‌گردد. نکته قابل توجه این است که پارک براساس نیازها و هدف خاص خود به ایجاد خوشه‌های کوچک مبادرت می‌ورزد که با تکمیل رشد و مراحل توسعه‌ای آن‌ها و رفع دغدغه پارک در این زمینه، آن‌ها از پارک خارج و توسعه‌های جدیدی مبتنی بر نیاز و هدف بعدی شکل می‌گیرند. توسعه پارک هم به‌صورت مستقیم و هم با توسعه فن بازار بر توسعه و گسترش R&D در صنعت هوایی کمک می‌کند. دانشگاه‌ها نیز به توسعه R&D در صنعت هوایی کمک می‌کند. افزایش R&D در صنعت هوایی از یک طرف توسعه صنعت هوایی

را به همراه دارد و از طرف دیگر منجر به افزایش فروش از دو طریق فروش مستقیم R&D (در فن بازار این امکان فراهم می‌شود) و فروش محصولات و فناوری‌های تولید شده حاصل از آن و نیز خلق ثروت برای صنعت می‌شود. همچنین توسعه فن بازار مبتنی بر زنجیره ارزش صنعت هوایی منجر به ارتباط با صنایع دیگر شده و نیازهای آن‌ها را نیز شناسایی و رفع می‌کند. از طرف دیگر، از توانمندی آن‌ها در جهت تقویت صنعت هوایی کمک می‌گیرد. به‌عنوان مثال، از توانمندی‌های قطعه‌سازی در صنعت خودرو، توانمندی‌های سپاه، نفت و IT. به‌عبارت‌دیگر، پارک از توانمندی‌ها و فناوری‌های دیگر صنایع استفاده کرده و همچنین فناوری‌های توسعه یافته توسط موسسات پارک در دیگر صنایع بکار رفته و فروش افزایش می‌یابد و خلق ثروت می‌کند و رفع نیاز صنایع دیگر منجر به افزایش حمایت‌های آن‌ها و نهادهای تصمیم‌گیر و سیاست‌گذار مانند دولت و مجلس می‌شود که اینها منجر به توسعه پارک می‌شود (حلقه R21).

در حلقه R22 با توسعه پارک زیرساخت‌های پارک تقویت شده و منجر به بهبود حمایت‌ها و خدمات مهندسی و دانشی، تامین مالی و کیفیت می‌گردد. این زیرساخت‌ها به تقویت و بهبود عملکرد موسسات منجر شده و از طریق توسعه صنعت هوایی و افزایش حمایت‌های آن‌ها از پارک توسعه پارک را رقم می‌زند.



شکل ۹: نمودار صنعت هوایی

تست مدل استفاده شده است که عبارتند از: (۱) تست مدل براساس نظر متخصصان و (۲) تست مدل براساس رویکرد نسبت فاصله^۹.

۴-۱۱- تست مدل براساس نظر متخصصان

در این روش بعد از جلسات مدل‌سازی گروهی، مدل‌های

۴-۱۰- تست مدل

یکی از دغدغه‌های مدل‌سازان پویایی‌شناسی سیستم‌ها، اعتبارسنجی مدل‌های حاصل از مدل‌سازی گروهی است. در این میان اعتبارسنجی مدل‌های مفهومی و پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها ضرورت بیشتری دارد. در این مقاله، از دو روش برای

هوایی خارجی و دو پارک علم و فناوری داخلی، مدل علت و معلولی مرجع شناسایی شد. در مسیر دوم، با استفاده از رویکرد مدل سازی گروهی و استفاده از نظر متخصصان و ذی‌نفعان پارک که از طریق آنالیز ذی‌نفعان انتخاب شده بود، مدل علت و معلولی استخراج شد. در نهایت، با استفاده از رویکرد نسبت فاصله مدل از طریق مقایسه با مدل مرجع تست و اعتبارسنجی شد که مدل از اعتبار بالایی برخوردار بود.

در راستای پاسخ به سوال اول و دوم تحقیق در رابطه با عوامل موثر بر ایجاد پارک فناوری هوایی در ایران و تعاملات بین آن‌ها، ۱۴۴ متغیر در قالب ۲۲ حلقه و ۷ نمودار علت و معلولی شامل نمودار ارتباط پارک با صنعت هوایی، ارتباط پارک با دانشگاه‌ها، مرکز رشد و پارسا شد، مدیریت سیستمی، مدیریت پارک، ساختارهای داخلی و صنعت هوایی شناسایی شد.

در راستای پاسخ به سوال سوم در رابطه با بهترین مدل ایجاد پارک فناوری هوایی در ایران در جدول شماره ۳ راهبردهای کلان حاصل از نمودارهای جلسات مدل سازی گروهی و همچنین مدل مرجع به صورت خلاصه به همراه نمودارهای پشتیبان آن‌ها آورده شده است. لازم به ذکر است که در مدل سازی پویایی شناسی کیفی سیستم‌ها و در جلسات مدل سازی گروهی از ابتدا و در حین فرایند، نقاط اهرمی مدنظر قرار گرفته و در پایان که مدل ایجاد شد، خبرگان در جلسات مدل سازی آن‌ها را مورد بحث و مذاقه قرار داده‌اند.

جدول ۳: راهبردهای کلان در طراحی پارک فناوری هوایی

| ردیف | راهبرد مدل سازی گروهی | نمودار پشتیبان | راهبردهای مرجع | نمودار پشتیبان |
|------|------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------|----------------|
| ۱ | مدیریت سیستمی | R10, 11 | طراحی ساختار فیزیکی پارک | R9 |
| ۲ | فرهنگ سازی | R2, 3 | ارتباط با نخبگان داخلی و خارجی و بهره‌گیری از آن‌ها | R25 |
| ۳ | نقشه راه محصول و فناوری در قالب راهبرد پارک | نمودار بخش مدیریت | مطالعات امکان‌سنجی، نیاز سنجی و بازاریابی اولیه | R1 |
| ۴ | ایجاد خوشه‌های کوچک جهت تکمیل پروژه هدف | R20 | شناسایی ذی‌نفعان و جلب حمایت‌های آن‌ها | R2 |
| ۵ | ایجاد مرکز مدیریت و انتقال فناوری | R19 | مدیریت فناوری | R12 |
| ۶ | توسعه ساختارهای پذیرش، بخش‌بندی | R15, 16 | پذیرش موسسات و بخش‌بندی | R4,8 |
| ۷ | ایجاد سیستم ارزیابی عملکرد با محوریت تکمیل پروژه هدف | R17 | ارزیابی عملکرد پارک و موسسات | R13,14 |
| ۸ | ساختار ماتریسی پارک | R16, 17 | انتخاب مدل مناسب و بازار پارک | R3 |
| ۹ | مدیریت حرفه‌ای | نمودار بخش مدیریت | مدیران حرفه‌ای به‌عنوان برند پارک | R8 |
| ۱۰ | جهت‌دهی به شرکت‌ها در راستای پروژه هدف | R12 | ارائه حمایت‌ها و تسهیلات مالی، دانشی و فناوری | R10,11 |
| ۱۱ | ایجاد شبکه ارتباطی بین صنعت، دانشگاه و دیگر ذی‌نفعان | R1,6 | برقراری ارتباط صنعت و دانشگاه | R20 |

علت و معلولی حاصل برای افراد مشارکت کننده فرستاده شد و نظرات آن‌ها در مورد مدل و صحت آن گرفته شد و اصلاحات لازم در آن صورت گرفت.

۴-۱۲- تست مدل براساس رویکرد نسبت فاصله

در این قسمت با استفاده از رویکرد نسبت فاصله به ارزیابی و تست مدل ذهنی حاصل از مدل سازی گروهی با مدل مرجع پرداخته شده است. نتایج مقایسه دو مدل A و B با روش نسبت فاصله در سه سطح عناصر (EDR)، سطح حلقه‌ها (LDR) و سطح مدل کامل (MDR) بیانگر شباهت دو مدل است که این اعتبار مدل را نشان می‌دهد [۱۳].

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله از آنجا که پارک فناوری هوایی با هدف پیشرفت در صنعت هوایی و توسعه فناوری‌های پیشرفته موجود در این صنعت فعالیت می‌کند و با توجه به نیاز به طراحی مدل مناسب برای ایجاد پارک‌های علم و فناوری و از آنجا که پارک فناوری هوایی، پارکی تخصصی بوده و در ایران تجربه جدید است نیاز به طراحی پارک فناوری آن هم با نگاهی جامع احساس می‌شود. برای این منظور، رویکرد پویایی شناسی سیستم‌ها انتخاب شد. در این تحقیق از دو مسیر مختلف به مدل سازی علت و معلولی پارک فناوری هوایی پرداخته شد. در مسیر اول، با مطالعه ادبیات موضوع شامل مقالات و کتب مرتبط، بررسی سه پارک فناوری

فهرست منابع

- [۱] افشار کاظمی، محمدعلی؛ ماکوئی، احمد؛ درمان، زهرا؛ "تدوین استراتژی زنجیره تأمین صنعت فولاد ایران با استفاده از تحلیل پویایی سیستم‌ها"، مجله پژوهش نامه بازرگانی، بهار ۱۳۸۸، شماره ۵۰، صص ۲۲۴-۲۰۱، ۱۳۸۸.
- [۲] پورسراجیان، داریوش؛ تسلیمی، محمدسعید؛ امیری، مجتبی؛ مشایخی، علینقی؛ "ارائه الگوی تعاملی مدیریت منابع انسانی در پارک های علم و فناوری با تأکید بر رویکرد پویایی‌های سیستمی"، فصلنامه راهبرد، سال ۲۸، شماره ۹۰، بهار ۱۳۹۸.
- [۳] حاجی غلام سریزدی، علی؛ طراحی پارک فناوری هوایی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: دکتر منوچهر منطقی، استاد مشاور: دکتر سید سعید هاشمی، دانشگاه علم و فرهنگ تهران، ۱۳۹۲.
- [۴] حاجی غلام سریزدی، علی؛ رجب زاده قطری، علی؛ مشایخی، علینقی؛ حسن زاده، علیرضا؛ "معمای مسائل دینامیکی: ارائه چارچوبی برای فرایند تعریف مسئله"، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۲۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صص ۲۶-۱، ۱۳۹۶.
- [۵] حاجی غلام سریزدی، علی؛ منطقی، منوچهر؛ زارع مهرجردی، یحیی؛ سیستم دینامیک، انتشارات الماس البرز، چاپ اول، تهران، پاییز ۱۳۹۲.
- [۶] حاجی غلام سریزدی، علی؛ "پارک‌های فناوری هوایی مکانیزم ارتباطی بین صنعت هوایی و دانشگاه: معرفی و بررسی پارک بیلسکو و تکنوگتاف"، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت صنعتی، تهران، اردیبهشت ۱۳۹۵.
- [۷] حاجی غلام سریزدی، علی؛ پورسراجیان، داریوش؛ "استخراج دینامیزم‌های موجود در رفتار شرکت‌های دانش بنیان مستقر در پارک‌های علم و فناوری با رویکرد سیستم دینامیک"، اولین کنفرانس ملی رویکرد سیستمی، ۷ و ۸ دی ماه، شیراز، ۱۳۹۰.
- [۸] حاجی غلام سریزدی، علی؛ زارع مهرجردی، یحیی؛ "تحلیل دینامیکی تأثیر تاخیر بر پروژه‌های گاز پارس جنوبی"، کنفرانس بین‌المللی مدیریت، تهران، آذر ماه ۱۳۹۲.
- [۹] حاجی غلام سریزدی، علی؛ منطقی، منوچهر؛ "تحلیل سیاست‌های پارک تحقیقات و فناوری هوایی نکسجن با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستمی"، دومین کنفرانس بین‌المللی، ششمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی، تهران، آذر ماه ۱۳۹۱.
- [۱۰] حاجی غلام سریزدی، علی؛ منطقی، منوچهر؛ "تحلیل تأثیر سیاست‌های پارک علم و فناوری یزد بر توسعه فناوری موسسات مستقر در آن با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستمی"، فصلنامه علمی - پژوهشی مدیریت نوآوری، سال دوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲.
- [۱۱] حاجی غلام سریزدی، علی؛ منطقی، منوچهر؛ "دینامیک هم‌افزایی در پارک تخصصی فناوری هوایی"، سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت تکنولوژی، کیش، آذر ماه ۱۳۹۲.
- [۱۲] حاجی غلام سریزدی، علی؛ منطقی، منوچهر؛ "نقشه غنی ذی‌نفعان پارک فناوری هوایی"، سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت تکنولوژی، کیش، آذر ماه ۱۳۹۲.
- [۱۳] حاجی غلام سریزدی، علی؛ منطقی، منوچهر؛ "ارزیابی سیستماتیک روش مدل‌سازی گروهی در تحلیل مسائل پویایی‌شناسی کیفی سیستم‌ها"، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۱۳۹۷.
- [۱۴] زرگر، سیدمحمد؛ مهدی‌آبادی، امیر؛ شهابی، علی؛ "تحلیل نقش ارتباط صنعت و دانشگاه در توسعه تکنولوژی با رویکرد سیستمی"، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت تکنولوژی، تهران، ۱۳۸۹.
- [۱۵] سایت IASP، ۲۰۱۸، <http://www.iasp.ws>.
- [۱۶] سنز، لوئیز (ترجمه: کریمیان اقبال، مصطفی)؛ نقش پارک‌های علمی و فناوری در توسعه اقتصادی، دانش و فناوری، پارک فناوری پردیس، مهر ۱۳۸۱.
- [۱۷] شیخ‌خوزانی، زهره؛ حسینی، خسرو؛ رحیمیان، مهدی؛ مدل‌سازی بهره‌برداری از مخازن چندمنظوره به روش پویایی سیستم،

مجله مدل‌سازی در مهندسی، سال هشتم، شماره ۲۱، تابستان ۱۳۸۹.

- [۱۸] طباطبائیان، سید حبیب‌الله؛ همکاران؛ **شناسایی صنایع هوایی کشور**، مجری طرح: گروه مدیریت تکنولوژی مرکز صنایع نوین وزارت صنایع و معادن، پاییز ۱۳۸۸.
- [۱۹] قدوسی، حامد؛ **دینامیک‌های رشد جمعیت در کلان شهرها: نمونه موردی تهران**، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه صنعتی شریف/دانشکده مدیریت و اقتصاد، استاد راهنما دکتر علینقی مشایخی، بهار ۱۳۸۲.
- [۲۰] مشایخی، علینقی؛ **پویایی‌شناسی سیستم‌ها**، انتشارات اریانا قلم، تهران، ایران، ۱۳۹۶.
- [21] Ackoff, R.A.; *Redesigning the Future: A Systems Approach to Societal Problems*, Wiley: New York, 1974.
- [22] Akinyemi, O.; Adebisi, K.; "Development of system dynamics based simulation models for runway safety planning", IJIEPR. 2019, Vol. 30, Issue 4, pp. 381-403, 2019.
- [23] Andersen, D. F.; Richardson, G. P. "Scripts for group model building", System Dynamics Review, Vol. 13, Issue 2, pp. 107-129, 1997.
- [24] Bafail, A. O.; Abed, S. Y.; Jasimuddin, S. M.; "The determinants of domestic air travel demand in the Kingdom of Saudi Arabia", Journal of Air Transportation World Wide, Vol. 5, Issue 2, pp. 72-86, 2000.
- [25] Caicedo, S.; Díaz F. A.; "Too early, too quickly: Impact of short term decisions in fleet renewal programs", the 27th International Conference of the System Dynamics Society, July 26 - 30, 2009, Albuquerque, New Mexico, USA, 2009.
- [26] Chen, H.; Chang, Y.; Chen, K.; "Integrated wetland management: An analysis with group model building based on system dynamics model", Journal of Environmental Management, Vol. 146, pp. 309-319, 2014.
- [27] Coyle, R. G.; "Qualitative and quantitative modelling in system dynamics: some research questions", System Dynamics Review, Vol. 16, Issue 3, pp. 225-244, 2000.
- [28] Elias, A. A.; "Group Model Building: Energy Efficiency in New Zealand's Residential Sector", Proceedings of the 6th Annual Australian and New Zealand Academy of Management Operations Management Symposium (Gold Coast, Queensland, Australia), 2008.
- [29] Esensoy, A. V.; Carter, M.W.; "Health system modelling for policy development and evaluation: Using qualitative methods to capture the whole-system perspective", Operations Research for Health Care, Vol. 4 (2015), pp. 15-26, 2015.
- [30] Forrester, J. W.; "System Dynamics and the Electric Power Industry", 1996 Jay Wright Forrester Prize Lecture, System Dynamics Review, Vol. 13, Issue 1, 1997.
- [31] Ford, A.; *Modeling the Environment: An Introduction to System Dynamics Modeling of Environmental Systems*, Washington, D.C.: Island Press, 1999.
- [32] Ford, A.; "Simulation scenarios for rapid reduction in carbon dioxide emissions in the western electricity system", Energy Policy, Vol. 3, pp. 443-455, 2008.
- [33] Forrester, J.; *Welcome to the Qualitative System Dynamics Web Site*, Last updated - August 16, 2010, <http://jayfor.site.aplus.net/qualsd>.
- [34] Forrester, J. W.; *Industrial Dynamics*, MIT Press: Cambridge, MA, 1961.
- [35] Forrester, J. W.; *Urban Dynamics*, Pegasus Communications, Waltham, MA, 1968-1969.
- [36] Forrester, J. W.; "Understanding the Changing Basis for Economic Growth - an Application of System Dynamics", Computers & People, Vol. 26, Issue 1:12, pp. 26-27, 1977.
- [37] Forrester, J. W.; *Principles of Systems*, New York: Wright-Allen Press, Inc., 1971.
- [38] Forrester, J. W.; "System Dynamics, System Thinking, and Soft OR", System Dynamics Review, Vol. 10, Issue 2-3, pp. 245-255, 1994.
- [39] Galvin, J. J.; *Air Traffic Control Resource Management Strategies and the Small Aircraft Transportation System: A System Dynamics Perspective*, Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University towards fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Industrial and Systems Engineering, December 2, 2002.
- [40] Goh, Y. M.; et al.; "Dynamics of safety performance and culture: A group model building approach", Accident Analysis & Prevention, Vol. 48, Issue 0, pp. 118-125, 2012.
- [41] Grosche, T.; Rothlauf, F.; Heinzl, A.; "Gravity models for airline passenger volume estimation", Journal of Air Transport Management, Vol. 13, pp. 175-183, 2007.
- [42] Grüneisen, P.; Stahl, Benjamin; Kasperek, Daniel; Maurer, Maik; Lohmann, Boris; "Qualitative System Dynamics Cycle Network of the Innovation Process of Product Service Systems", Procedia CIRP, Vol. 30, pp. 120-125, 2015. ISSN 2212-8271.
- [43] Haji Gholam Saryazdi, A.; Rajabzadeh Ghatari, A.; Mashayekhi, A. N.; Hassanzadeh, A.; "Crowd Model Building as a Collective Decision Support System", International Journal of Decision Support Systems, 2020.
- [44] Haji Gholam Saryazdi, A.; Rajabzadeh Ghatari, A.; Mashayekhi, A. N.; Hassanzadeh, A.; "Designing a Qualitative System Dynamics Model of Crowdfunding by Document Model Building", Qualitative Research in Financial Markets, 2020.

- <https://doi.org/10.1108/QRFM-07-2018-0082>.
- [45] Halbe, J.; “*Potential of Group Model Building in Environmental Management*”, 21st MIT-UAlbany-WPI System Dynamics Ph.D. Colloquium, University at Albany, State University of New York, Friday, October 29, 2010.
- [46] Ho, Y.; Wang, S.; “*System Dynamics Model for the Sustainable Development of Science City*”, The System Dynamics Society, Issue: 5, p. 81, 2010.
- [47] Inam, A.; Adamowski, J.; Halbe, J.; Prasher, S.; “*Using causal loop diagrams for the initialization of stakeholder engagement in soil salinity management in agricultural watersheds in developing countries: A case study in the Rechna Doab watershed*”, Pakistan, Journal of Environmental Management, Vol. 152, 1 April 2015, pp. 251-267, 2015, ISSN 0301-4797.
- [48] Kleer, B.; Cronrath, E.; Zock, A.; “*Market development of airline companies: A system dynamics view on strategic movements*”, The 2008 International Conference of the System Dynamics Society, Athens, Greece, , July 20 – 24, 2008.
- [49] Laurenti, R.; Lazarevic, David; Poulidikou, Sofia; Montrucchio, Valeria; Bistagnino, Luigi; Frostell, Björn; “*Group Model-Building to identify potential sources of environmental impacts outside the scope of LCA studies*”, Journal of Cleaner Production, Vol. 72, pp. 96-109, 2014.
- [50] Lyn . “*System dynamics in business forecasting: A case study of the commercial jet aircraft industry*”, System Dynamics in Business Forecasting, May 1998.
- [51] Maani, K.; Cavana, R.; *Systems Thinking and Modelling – Understanding Change and Complexity*, New Zealand: Pearson Education, 2000.
- [52] Mashayekhi, Ali N.; “*The Impact of Exchange Rate Policy on Inflation Rate in an Oil Exporting Economy*”, System Dynamics Review, 1991.
- [53] Meadows, D. H.; Robinson, J. M.; *The Electronic Oracle, Computer Models and Social Decision*, Chichester: John Wiley & Sons, 1985.
- [54] Miller, B.; Clarke, J. P.; “*The hidden value of air transportation infrastructure*”, Technological Forecasting and Social Science, Vol. 74, pp. 18–35, 2007.
- [55] Pagani, M.; Otto, P.; “*Integrating strategic thinking and simulation in marketing strategy: Seeing the whole system*”, Journal of Business Research, Vol. 66, pp. 1568–1575, 2013.
- [56] Pierson, K.; *The Cyclical Nature of Airline Industry Profits*, MIT System Dynamics Group 3rd Year PhD, Albany-MIT PhD Colloquium, Fall 2008.
- [57] Roberts, Nancy H.; Andersen, David F.; Deal, Ralph M.; Grant, Michael S.; Shaffer, William A.; *Introduction to Computer Simulation*, Waltham, MA: Pegasus Communications, 1981.
- [58] Schaffernicht, Martin; Groesser, Stefan N.; “*A comprehensive method for comparing mental models of dynamic systems*”, European Journal of Operational Research, Vol. 210, pp. 57–67, 2011.
- [59] Schluter, M.; Hirsch, D.; Pahl-Wostl, C. “*Coping with change: responses of the Uzbek water management regime to socio-economic transition and global change*”, environmental science & policy, Vol. 13, pp. 620 – 636, 2010.
- [60] Fatahi Tarki, S.; Mohammadi, P.; “*Organizational Diagnosis of Commercialization in Sheikh Bahaei Science & Technology Park*”, The open Access Journal of Resistive Economics, Vol. 8, No. 52, pp. 2345-4954, Published Online July 20, 2015.
- [61] Sterman, J.; *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Boston: McGraw-Hill Publishing, 2000.
- [62] Suryani, E.; Chou, S.; Chen, C.; “*Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework*”, Expert Systems with Applications, Vol. 37, pp. 2324–2339, 2010.
- [63] Varelis, A. G.; Yeoryios A., Stamboulis; Emmanuel D., Adamides; “*A life-cycle system dynamics model of aircraft-engine maintenance*”, The 20th International Conference of the System Dynamics Society, Palermo, Italy, July 28 - August 1, 2002.
- [64] Vennix JAM; *Group Model Building: Facilitating Team Learning Using System Dynamics*, London: John Wiley & Sons, 1 edition, August 1996.
- [65] Vennix, JAM; “*Group model-building: tackling messy problems*”, yysmmmy nmm Rvwwyoo .. 15, pp. 379-401, 1999.
- [66] Zagonel, A. A.; Rohrbaugh, J.; *Using group model building to inform public policy making and implementation*, In Complex Decision Making, edited by H. Qudart-Ullah, J. M. Spector and P. I. Davidsen: Springer-Verlag, 2008.