

بررسی سطوح پیچیدگی فناورانه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان

■ غلامعلی شهرمادی^۱

دانشجوی دکتری رشته مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

■ تقی ترابی⁺*

دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

■ رضا رادفر^۲

استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

■ محمدحسن چراغعلی^۳

استادیار، گروه برنامه‌ریزی علوم اداری و مدیریت، دانشکده مدیریت، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

امروزه فعالیت‌های تحقیق و توسعه، از منابع مهم ایجاد تحول در حوزه‌های تکنولوژی و تولید دانش محسوب می‌شوند و بخش‌های تحقیق و توسعه‌ی شرکت‌های دانش‌بنیان نقش مهمی در نوآوری و بهبود محصولات و خدمات دارند. هر چه سطح فعالیت‌های تحقیقاتی شرکت‌های دانش‌بنیان پیشرفته‌تر و بنیادی‌تر باشد و میزان پیچیدگی فناورانه‌ی این فعالیت‌ها بالاتر باشد، امکان عرضه محصولات نوآورانه‌تر و قابل رقابت‌تر به بازارهای داخلی و جهانی فراهم می‌گردد. در این راستا پژوهش حاضر با هدف بررسی سطوح پیچیدگی فناورانه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان انجام شد. این پژوهش از نظر هدف، پژوهشی کاربردی- توسعه‌ای بوده و از نظر ماهیت و روش، توصیفی- تحلیلی است. جامعه آماری پژوهش کلیه شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان به تعداد ۸۵ شرکت بودند. حجم نمونه‌ها با استفاده از جدول مورگان و با لحاظ احتیاط بیشتر، ۸۰ شرکت در نظر گرفته شد و از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد. ابزار مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته است که روایی و پایایی آن تأیید شد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که ۶۵ درصد از فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان، از نوع توسعه تجربی، ۳۱/۲ درصد از نوع تحقیق کاربردی و تنها ۳/۸ درصد از نوع تحقیق بنیادی است.

واژگان کلیدی: پیچیدگی فناورانه، تحقیق و توسعه، شرکت‌های دانش‌بنیان

^۱ شماره نامبر: ۴۴۸۶۵۱۶۶-۰۲۱ و آدرس پست الکترونیکی سازمانی: gh.shahmoradi2@gmail.com

* عهده دار مکاتبات

⁺ شماره نامبر: ۴۴۸۶۵۱۶۶-۰۲۱ و آدرس پست الکترونیکی سازمانی: t-torabi@srbiau.ac.ir

^۲ شماره نامبر: ۴۴۸۶۵۱۶۶-۰۲۱ و آدرس پست الکترونیکی سازمانی: r.radfar@srbiau.ac.ir

^۳ شماره نامبر: ۸۸۸۳۰۸۳۱-۰۲۱ و آدرس پست الکترونیکی سازمانی: m_cheraghali@azad.ac.ir

۱- مقدمه

تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش-بنیان ایرانی است. برای بررسی این موضوع نیاز است سطح پیچیدگی تحقیق و توسعه مورد بررسی و سنجش قرار گیرد تا میزان نوآورانه و پیشرفته بودن تکنولوژی‌های حاصل از فعالیت‌های تحقیق و توسعه و همچنین میزان پیشرفته بودن پروژه‌های تحقیق و توسعه از نظر فنی و علمی و فاصله فعالیت‌های تحقیق و توسعه از مرزهای جهانی مشخص شود تا امکان مقایسه و تطبیق فعالیت‌های در حال انجام با استانداردهای جهانی و همچنین امکان توسعه و بهبود این فعالیت‌ها در قالب تحقیق و توسعه‌ی استاندارد فراهم گردد. در این راستا آن‌چه که می‌تواند باعث اثربخش‌تر شدن فعالیت‌های شرکت‌های دانش‌بنیان در سطح کشور، منطقه و حتی جهانی گردد، افزایش پیچیدگی تحقیق و توسعه از بعد پیچیدگی فناوریانه در این شرکت‌ها است. با مرور ادبیاتی که صورت گرفت مشخص شد که در این خصوص خلأ مطالعاتی وجود دارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی و سنجش سطح پیچیدگی فناوریانه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان انجام شد. در این راستا سؤال اصلی این پژوهش عبارت است از: سطوح پیچیدگی فناوریانه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان چیست؟

بر این اساس در پژوهش حاضر به منظور بررسی سطوح پیچیدگی فناوریانه‌ی شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان، از مقالات و مطالعات مرتبط با موضوع استفاده شد و با استخراج شاخص‌های مورد نیاز، چارچوبی برای سنجش میزان پیچیدگی فناوریانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه ارائه و با استفاده از آن چارچوب شرکت‌های مستقر در پارک علم و فناوری گلستان مورد بررسی قرار گرفتند. بدیع بودن موضوع پژوهش در ایران، بومی‌سازی آن در شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی، شناسایی شاخص‌های قابل کمی‌سازی و اندازه‌گیری و ارائه چارچوبی برای تعیین سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه از جنبه‌های نوآوری پژوهش حاضر محسوب می‌شوند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

شرکت‌های دانش‌بنیان: شرکت‌های دانش‌بنیان به شرکت‌هایی اطلاق می‌شود که دانش و تکنولوژی، جزئی جدایی‌ناپذیر از دارایی آن‌ها محسوب می‌شود [۳۰]. تعریفی که سازمان همکاری اقتصادی و توسعه از شرکت‌های دانش‌بنیان ارائه داده است عبارت است از: مجموعه‌ای از گروه‌های انسانی تحصیل کرده در مراکز علمی و تحقیقاتی که بتوانند علاوه بر فراگرفتن علوم

امروزه رشد چشمگیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه در راستای اقتصاد دانش‌بنیان، با توسعه محصولات و خدمات فزونی یافته است. در دنیای پر از رقابت امروز، شرط دوام شرکت‌ها ارائه مستمر محصولات و خدمات نوآورانه مطابق با خواست و سلیقه مشتریان در سطح جهانی می‌باشد؛ از این‌رو فعالیت‌های تحقیق و توسعه نقش مهمی را در این زمینه ایفا می‌کنند. تحقیق و توسعه از مقولات کلیدی اقتصاد دانش‌بنیان محسوب می‌شود که بخشی از عوامل تحول تکنولوژی را توضیح می‌دهد [۲۰]. فعالیت‌های تحقیق و توسعه، از منابع مهم ایجاد تحول در حوزه‌های تکنولوژی و تولید دانش محسوب می‌شود [۱]. تمرکز بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه سبب می‌شود سطح کمی و کیفی محصولات ارتقاء و قابلیت رقابتی آن‌ها افزایش یابد. بهره‌گیری از تحقیق و توسعه در تولید محصولات و بهبود مستمر آن‌ها، تأثیرات مثبتی بر عملکرد شرکت‌ها از قبیل افزایش فروش و بازده حقوق سهامداران دارد [۳۰]. هر چه سطح فعالیت‌های تحقیقاتی در شرکت‌های دانش‌بنیان بالاتر باشد، محصولات نوآورانه‌تر و قابل رقابت‌تر را به بازارهای داخلی و جهانی عرضه خواهند کرد. تاکنون در مورد سطح فعالیت‌های تحقیق و توسعه، دسته‌بندی‌های مختلفی ارائه شده است. یکی از این دسته‌بندی‌ها، دسته‌بندی فراسکاتی است که بر اساس آن می‌توان فعالیت‌های تحقیق و توسعه را به سه نوع متمایز پژوهش بنیادی، پژوهش کاربردی و توسعه تجربی طبقه‌بندی کرد [۴۰]. با مطالعه و بررسی وضعیت اقتصادی کشورهای مختلف دنیا به راحتی می‌توان فهمید که در کشورهای پیشرفته و کشورهای در حال توسعه ای که به سرعت در حال تبدیل شدن به گول‌های صنعتی هستند، سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان بسیار بالا بوده؛ به این معنا که تمرکز فعالیت‌های تحقیق و توسعه در این کشورها روی تحقیقات بنیادی و کاربردی بسیار پیشرفته بوده و این موضوع سبب اختراع تکنولوژی‌های پیشرفته و افزایش ظرفیت خلاقیت، نوآوری و ابتکارات در این شرکت‌ها شده است. در ایران علیرغم این که طی چندسال اخیر، به توسعه‌ی اقتصاد دانش‌بنیان از طریق شرکت‌های دانش‌بنیان توجه جدی شده است [۴] و شرکت‌های زیادی تحت عنوان دانش‌بنیان‌ها در حوزه‌های مختلف مشغول فعالیت هستند، ولی ایران در شاخص اقتصاد دانش‌بنیان در بین کشورهای جهان جایگاه مناسبی ندارد. به نظر می‌رسد یکی از علّت‌های این وضعیت، پایین بودن سطح

نظری و نظریه‌های علمی، بتوانند علوم فراگرفته شده را به فعالیت‌های خالق ارزش و درآمدزا در قالب فعالیت‌های تجاری-سازي تبدیل نمایند. شرکت‌های نوپا و دانش‌بنیان‌های تک با استفاده از فناوری‌های جدید و ایجاد ظرفیت بالا برای جذب سرمایه انسانی تحصیل کرده، بستر مناسبی را برای کارآفرینی، درآمدزایی، افزایش رفاه و دسترسی به فناوری‌های نوین فراهم کرده‌اند و ظهور این شرکت‌ها در اقتصاد دانش‌بنیان، سهم بسزایی در بازتعریف و توسعه نقش نوآوری در کسب‌وکارهای نوظهور داشته است. علیرغم نرخ بالای ورود این شرکت‌ها به حوزه فناوری‌های پیشرفته، اما تجربه عملی و دانش علمی نشان می‌دهد میزان موفقیت آن‌ها، بدلیل فقدان مدل توسعه کسب و کار، پایین است. آمارهای مربوط به میزان شکست آنها نیز به وضوح این موضوع را تایید می‌کند. در پایان سال ۲۰۱۹، میزان شکست شرکت‌های با فناوری پیشرفته حدود ۹۰ درصد بود [۳۸]. در سال‌های اخیر شرکت‌های دانش‌بنیان به‌عنوان مولد کارآفرینی و توسعه اقتصادی در کشورهای توسعه‌یافته هستند. این شرکت‌ها نقش بسیار مهمی در توسعه کارآفرینی فناورانه دارند. کارآفرینی فناورانه به عنوان شناسایی فرصت‌های کارآفرینی مبتنی بر فناوری از طریق شناسایی، کشف یا ایجاد و بهره‌برداری از آن فرصت‌ها تعریف می‌شود [۲۹]. جهانی سازی و بین‌المللی شدن شرکت‌های دانش‌بنیان به یکی از پیشنیازهای مهم در بقاء، رشد و رقابت‌پذیری تبدیل گشته و مزایای زیادی از جمله دستیابی به تکنولوژی‌های پیشرفته و برتر را به همراه دارد و فرصت‌های زیادی را برای شرکت‌ها در حوزه کارآفرینی به‌وجود می‌آورد [۲۸]. جهانی‌سازی کسب و کارها فرصت‌های زیادی را برای خلق مشترک ارزش^۱ بوجود می‌آورد. خلق مشترک ارزش یک رویکرد مدرن برای نوآوری است که در آن همه ذینفعان می‌توانند در فرآیندهای سازمانی نقش ایفا کنند [۲۵]. گرایش کارآفرینی بین‌المللی^۲ تأثیر زیادی بر رقابت‌پذیری شرکت‌ها دارد و سبب می‌شود شرکت‌ها با کمک نوآوری، بازارهای خارجی خود را ارزیابی کنند و سطح بالایی از نوآوری را به دست آورند و محصولات متنوع خود را برای چندین بازار خارجی بهبود بخشند [۳۵].

پیچیدگی تکنولوژی: پیچیدگی تکنولوژی در واقع به‌عنوان ویژگی بنیادین تکنولوژی است که بازتاب‌کننده ضمنی بودن و دستیابی نه‌چندان آسان به دانش فناورانه می‌باشد. توسعه سریع

تکنولوژی و عمر کوتاه تکنولوژی‌ها، عامل مؤثر در پیچیدگی تکنولوژی است. سطوح پیچیده تکنولوژی در واقع مدل مفهومی پایه‌ای است که به کمک آن می‌توان به ذهنیت نسبتاً شفافی از چگونگی تعمیق و توسعه تکنولوژی و یا به بیان روشن‌تر به مفهوم پیچیدگی در تکنولوژی دست یافت. پیچیدگی تکنولوژی‌ها به‌عنوان بعد حیاتی توسعه تکنولوژی و موفقیت اقتصادی محسوب می‌شود. توسعه اقتصادی کشور با توانایی آن در مشارکت موفقیت‌آمیز در فعالیت‌ها و تکنولوژی‌های پیچیده اقتصادی شکل می‌گیرد [۲۳]. سطح‌بندی‌های مختلفی در مورد میزان پیچیدگی تکنولوژی‌ها ارائه شده است. در یک تقسیم‌بندی، تکنولوژی‌ها از نظر پیچیدگی و سطح پیشرفته بودن به سه دسته ی تکنولوژی‌های سطح پایین، متوسط و پیشرفته طبقه‌بندی می‌شوند [۷]. تکنولوژی پیشرفته^۳ به جدیدترین و پیشرفته‌ترین فناوری اطلاق می‌شود که در بازه زمانی فعلی نسبت به سایر فناوری‌ها برتری دارد و به عبارت دیگر به آخرین و جدیدترین مرحله توسعه فناوری اشاره دارد [۳۸]. تکنولوژی‌های پیشرفته عامل کلیدی رقابت‌پذیری، ایجاد اشتغال، ارتقاء استاندارد زندگی مردم، شکوفایی قدرت نظامی و عاملی در جهت کمک به برطرف کردن شکاف توسعه میان کشورها و در راستای توسعه اقتصادی کشورها محسوب می‌شود [۸].

تحقیق و توسعه: تحقیق و توسعه به کار بدیع و خلاقانه‌ای گفته می‌شود که به طور نظام‌مند انجام می‌شود و منجر به تولید دانش جدید می‌شود و این دانش منجر به پیدایش کاربردهای جدید می‌گردد و از آن برای تولید محصولات جدید و بهبود محصولات موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۲]. طبقه‌بندی‌های گوناگونی درباره سطوح پیچیدگی فناورانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه ارائه شده است. یکی از معروفترین این دسته‌بندی‌ها، طبقه‌بندی فراسکاتی است. بر اساس این دسته‌بندی، فعالیت‌های تحقیق و توسعه را می‌توان به سه نوع متمایز پژوهش بنیادی، پژوهش کاربردی، توسعه ی تجربی طبقه‌بندی کرد. پژوهش بنیادی کار و فعالیت‌های نظری یا تجربی است که اساساً برای دستیابی به دانش جدید صورت می‌گیرد، بدون اینکه منظور از آن کاربرد یا استفاده خاصی باشد. این نوع پژوهش به منظور تدوین فرضیه‌ها، نظریه‌ها، قوانین و آزمودن آنها، به تحلیل ویژگیها، ساختارها و روابط می‌پردازد. پژوهش کاربردی نوعی تحقیق بدیع است که ضمن اینکه برای دستیابی به دانش جدید صورت می‌گیرد، عمدتاً معطوف به یک هدف یا

نظری و نظریه‌های علمی، بتوانند علوم فراگرفته شده را به فعالیت‌های خالق ارزش و درآمدزا در قالب فعالیت‌های تجاری-سازي تبدیل نمایند. شرکت‌های نوپا و دانش‌بنیان‌های تک با استفاده از فناوری‌های جدید و ایجاد ظرفیت بالا برای جذب سرمایه انسانی تحصیل کرده، بستر مناسبی را برای کارآفرینی، درآمدزایی، افزایش رفاه و دسترسی به فناوری‌های نوین فراهم کرده‌اند و ظهور این شرکت‌ها در اقتصاد دانش‌بنیان، سهم بسزایی در بازتعریف و توسعه نقش نوآوری در کسب‌وکارهای نوظهور داشته است. علیرغم نرخ بالای ورود این شرکت‌ها به حوزه فناوری‌های پیشرفته، اما تجربه عملی و دانش علمی نشان می‌دهد میزان موفقیت آن‌ها، بدلیل فقدان مدل توسعه کسب و کار، پایین است. آمارهای مربوط به میزان شکست آنها نیز به وضوح این موضوع را تایید می‌کند. در پایان سال ۲۰۱۹، میزان شکست شرکت‌های با فناوری پیشرفته حدود ۹۰ درصد بود [۳۸]. در سال‌های اخیر شرکت‌های دانش‌بنیان به‌عنوان مولد کارآفرینی و توسعه اقتصادی در کشورهای توسعه‌یافته هستند. این شرکت‌ها نقش بسیار مهمی در توسعه کارآفرینی فناورانه دارند. کارآفرینی فناورانه به عنوان شناسایی فرصت‌های کارآفرینی مبتنی بر فناوری از طریق شناسایی، کشف یا ایجاد و بهره‌برداری از آن فرصت‌ها تعریف می‌شود [۲۹]. جهانی سازی و بین‌المللی شدن شرکت‌های دانش‌بنیان به یکی از پیشنیازهای مهم در بقاء، رشد و رقابت‌پذیری تبدیل گشته و مزایای زیادی از جمله دستیابی به تکنولوژی‌های پیشرفته و برتر را به همراه دارد و فرصت‌های زیادی را برای شرکت‌ها در حوزه کارآفرینی به‌وجود می‌آورد [۲۸]. جهانی‌سازی کسب و کارها فرصت‌های زیادی را برای خلق مشترک ارزش^۱ بوجود می‌آورد. خلق مشترک ارزش یک رویکرد مدرن برای نوآوری است که در آن همه ذینفعان می‌توانند در فرآیندهای سازمانی نقش ایفا کنند [۲۵]. گرایش کارآفرینی بین‌المللی^۲ تأثیر زیادی بر رقابت‌پذیری شرکت‌ها دارد و سبب می‌شود شرکت‌ها با کمک نوآوری، بازارهای خارجی خود را ارزیابی کنند و سطح بالایی از نوآوری را به دست آورند و محصولات متنوع خود را برای چندین بازار خارجی بهبود بخشند [۳۵].

پیچیدگی تکنولوژی: پیچیدگی تکنولوژی در واقع به‌عنوان ویژگی بنیادین تکنولوژی است که بازتاب‌کننده ضمنی بودن و دستیابی نه‌چندان آسان به دانش فناورانه می‌باشد. توسعه سریع

¹ Value co-creation

² IEQ: International Entrepreneurial Orientation

که در ابرپروژه‌های فناوریانه از اهمیت خاصی برخوردار است مورد توجه قرار گرفت و در دو مقوله پیچیدگی نرم با شاخص‌های در دسترس بودن اطلاعات، وابستگی متقابل سیستم‌های اطلاعاتی و روابط متقابل بین فرآیندهای فناوری و در پیچیدگی سخت با شاخص‌های تعداد و تنوع فناوری، عدم تجربه فناوری و فرآیندهای پیچیده تولید دسته‌بندی شد. یافته‌های پژوهش حاکی از شناسایی چهار بعد فناوری، ساختار، محیط و عدم قطعیت با ۱۴ مقوله و ۴۳ شاخص است [۱۱].

ارمغان و همکاران (۲۰۲۲) تحقیقی در خصوص نقش نوآوری در توسعه تکنولوژی شرکت‌های دانش‌بنیان انجام دادند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که نوآوری باز یکی از عواملی است که در توسعه و ارتقاء تکنولوژی نقش داشته و در بروز عواملی نظیر انعطاف در برابر تغییرات، بقا، رقابت پذیربو کاهش هزینه‌های مربوط به توسعه تکنولوژی و ایده پردازی تأثیرگذار می‌باشد. همچنین توانمندسازی نیروی انسانی، شبکه سازی، توسعه مهارت های تیمی، بین المللی شدن فعالیت ها و همکاری با شرکت ها برای دستیابی به منابع جدید، از جمله عواملی هستند که در شرکت های مطالعه شده از اهمیت کمتری برخوردار هستند [۲].

استادی و صدی (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد شرکت‌های دانش‌بنیان انجام دادند. در این پژوهش ۲۲ شاخص شناسایی و در ۵ گروه دسته‌بندی شدند. بر اساس نتایج این پژوهش، شاخص‌هایی که دارای بیشترین اهمیت هستند عبارتند از: ارزش‌افزوده ناشی از تکنولوژی بکار رفته در محصول، تعداد کارکنان تحقیق و توسعه و سطح تحصیلات کارکنان [۳].

شیرازی و همکاران (۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان نقش منابع سازمانی و قابلیت نوآوری در خلق مزیت رقابتی شرکت های دانش بنیان نوپا با تعدیل گری عملکرد تجاری سازی تکنولوژی انجام دادند. نتایج تحقیق نشان می دهند که قابلیت نوآوری و منابع سازمانی تأثیر مثبت و معناداری بر مزیت رقابتی شرکت های دانش بنیان نوپا دارند. همچنین عملکرد تجاری سازی تکنولوژی، تأثیر شاخص منابع سازمانی بر مزیت رقابتی و تأثیر شاخص قابلیت نوآوری بر مزیت رقابتی را تعدیل می کند [۹].

زارعی محمودآبادی و همکاران (۲۰۱۴) پژوهشی را با هدف ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه کشورها انجام دادند. در این تحقیق شش شاخص تأثیرگذار بر کارایی عملکرد تحقیق و توسعه کشورها در قالب دو دسته شاخص‌های ورودی (شاخص-های مربوط به منابع به‌کارگرفته شده برای تحقیق و توسعه) و

منظور عملی و مشخص است. پژوهش کاربردی یا به منظور تعیین راه های استفاده از یافته های پژوهش بنیادی اجرا می شود یا برای تعیین شیوه ها یا روش های جدید دستیابی به هدف های مشخص و از پیش معلوم صورت می گیرد. توسعه ی تجربی کار و فعالیتی نظام مند است که با استفاده از دانش ناشی از پژوهش و تجربه عملی ، خود نیز دانش افزونتری تولید می کند ؛ دانشی که یا در مسیر تولید فرآیندها و فرآورده های جدید است یا فرآیندها و فرآورده های موجود را بهبود می بخشد [۴۰]. دسته‌بندی دیگری که در مورد انواع فعالیت‌های تحقیق و توسعه ارائه شده است، طبقه‌بندی مربوط به وزارت دفاع ایالات متحده^۱ است. بر اساس این طبقه‌بندی، فعالیت‌های تحقیق و توسعه به پنج سطح علوم محض، تحقیقات پایه، تحقیقات کاربردی، توسعه اکتشافی و توسعه پیشرفته تقسیم شده‌اند [۱۹].

بر اساس آخرین نتایج ارزیابی شرکت های دانش‌بنیان ایرانی مندرج در سایت معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری (رویت شده در پنجم اسفند ۱۴۰۱)، در جدول ۱ وضعیت شرکت‌هایی که دارای محصولات و یا خدمات با سطح تکنولوژی یک (پیچیدگی فنی بالا) هستند، ارائه شده است.

جدول ۱: وضعیت شرکت‌های دارای محصولات سطح یک تکنولوژی

نوع شرکت دانش‌بنیان	تعداد	تعداد شرکت‌های سطح یک تکنولوژی	درصد شرکت‌های سطح یک تکنولوژی
دانش‌بنیان نوپا	۲۸۳۶	۲۸۲	۱۰
دانش‌بنیان تولیدی	۵۲۹۰	۶۹۵	۱۳
دانش‌بنیان‌های نوپا و تولیدی	۸۱۲۶	۹۷۷	۱۲

بر اساس نتایج طرح آمارگیری از فعالیت‌های تحقیق و توسعه شرکت های دانش‌بنیان که توسط مرکز آمار ایران اجرا شد، در سال ۱۳۹۸ تعداد ۱۶۴۶۰ پروژه تحقیقاتی در شرکت‌های دانش‌بنیان کشور، انجام شده است. از نظر نوع پروژه، تحقیقات توسعه‌ای با ۵۲/۳۶ درصد بیشترین سهم، تحقیقات کاربردی با ۳۸/۹۱ درصد در رتبه دوم و نهایتاً تحقیقات بنیادی با ۸/۷۲ درصد کمترین سهم را از حیث تعداد در میان پروژه‌های تحقیق و توسعه انجام شده، داشته است.

عبداللهی خوشمردان و همکاران (۲۰۲۲) تحقیقی با عنوان ارائه یک الگو برای شناسایی ابعاد پیچیدگی ابرپروژه‌های فناوریانه با روش فراترکیب انجام دادند. در این پژوهش، پیچیدگی تکنولوژی

1 DOD: Department of Defense

در پیچیدگی پروژه تحقیق و توسعه نقش دارند و تأخیر در این پروژه‌ها به دلیل مدیریت ناکارآمد فرآیند مدیریت پروژه تحقیق و توسعه است [۳۶].

بروکل (۲۰۱۸) تحقیقی با عنوان اندازه‌گیری پیچیدگی تکنولوژیکی، رویکردهای فعلی و معیار جدید پیچیدگی ساختاری، انجام دادند. در این تحقیق ضمن بررسی دو معیار تجربی موجود از پیچیدگی تکنولوژی شامل رویکرد انعکاس (رویکرد هیدالگو و هاسمن ۲۰۰۹) و رویکرد دشواری ترکیب دانش (رویکرد فلمینگ و سورنسون ۲۰۰۱)، رویکرد جدیدی از پیچیدگی ساختاری نیز ارائه شده و با استفاده از این سه رویکرد پنج شاخص برای اندازه‌گیری پیچیدگی تکنولوژی بر اساس معیارهای افزایش پیچیدگی در طول زمان، تحقیق و توسعه بزرگتر، تحقیق و توسعه مشارکتی و تمرکز فضایی ارائه شده است [۲۳].

جاروت و استاری^۳ (۲۰۱۷) تحقیقی با عنوان ارزیابی سیستم مدیریت تحقیق و توسعه با استفاده از مدل پذیرش فناوری انجام داد. یافته‌ها نشان دادند که سهولت استفاده از فناوری، کاربردی بودن فناوری و نگرش کاربران نقش مهمی در پذیرش فناوری در بخش تحقیق و توسعه دارند [۳۰].

بابکین و همکاران (۲۰۱۵) با تحقیق روی شرکت‌های حوزه فناوری اطلاعات، تأثیر نوآوری به عنوان یکی از مؤلفه‌های تحقیق و توسعه، بر ارتقای توان کسب و کار شرکت‌های دانش بنیان مورد بررسی قرار دادند. در این گونه شرکت‌ها، نوآوری بیشتر در جهت تولید محصولات جدید یا نوسازی محصولات موجود است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد بین استراتژی نوآوری و عادت‌واره‌های کسب و کار رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. به عبارتی در این تحقیق همبستگی مثبت بین استراتژی‌های نوآوری و عملکرد شرکت به دست آمد [۲۱].

رانیکو (۲۰۱۲) در تحقیقی عواملی که در رشد شرکت‌های جدید دانش بنیان تأثیرگذار هستند را به سه گروه عوامل فردی (شامل: سن، جنسیت، سابقه کار، سطح تحصیلات، تجربه مدیریتی، آموزش، مهارت‌های عملیاتی و تجربه‌های موفق و ناموفق)؛ عوامل شرکتی (شامل: سن شرکت، اندازه، وضعیت قانونی، مالکیت و ویژگی‌های مدیریتی) و عوامل محیطی (شامل: عدم تجانس، آشفتگی، ساختار مشتری، پویایی محیطی، موقعیت مکانی شرکت، رقابت و انحصاری بودن) طبقه‌بندی کرده است [۴۱].

شاخص‌های خروجی (شاخص‌های نمایانگر سطح عملکرد و موفقیت واحدهای تحقیق و توسعه) شناسایی شدند. شاخص‌های ورودی مورد استفاده برای ارزیابی عبارتند از: تعداد محققان تحقیق و توسعه، تعداد ثبت‌نام در رشته‌های علوم و مهندسی و هزینه تحقیق و توسعه. همچنین شاخص‌های خروجی عبارتند از: پتنت‌های دریافتی بین‌المللی، تعداد مقاله‌های علمی و مهندسی و صادرات تکنولوژی پیشرفته. بر اساس نتایج تحقیق، در بین ۱۴ کشور مورد مطالعه بخش تحقیق و توسعه ایران جایگاه مناسبی ندارد و در رتبه سیزدهم قرار دارد [۱۰].

محمدزاده و همکاران (۲۰۱۲) تحقیقی با عنوان مطالعه عوامل مؤثر بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه بنگاه‌های صنعتی ایران انجام دادند. بر اساس نتایج این تحقیق فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بنگاه رابطه مثبتی با عوامل سرمایه انسانی، اندازه بنگاه، سودآوری، تمرکز صنعت و مالکیت غیردولتی دارد ولی شدت فعالیت‌های تحقیق و توسعه تنها به عامل سرمایه انسانی وابسته است [۱۵].

نیل‌اسکی و دپراتو^۱ (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان پیچیدگی تکنولوژیکی و توسعه اقتصادی انجام دادند. بر اساس نتایج این پژوهش دو معیار تنوع تکنولوژی و فراگیر بودن تکنولوژی‌های موجود، به عنوان معیارهای پیچیدگی تکنولوژی، به ترتیب تأثیر مثبت و منفی بر درآمد و رشد اقتصادی دارند [۳۹].

لی و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان تأثیر ورودی تحقیق و توسعه بر نوآوری تکنولوژی: شواهد از کشورهای جنوب آسیا و آسیای جنوب شرقی انجام دادند. یافته‌های پژوهش نشان داد که هم هزینه‌های تحقیق و توسعه و هم ورودی نیروی انسانی در آسیای جنوبی و آسیای جنوب شرقی به طور قابل توجهی نوآوری تکنولوژی را ارتقاء می‌دهند. کارآیی مخارج تحقیق و توسعه و ورودی نیروی انسانی که نوآوری‌های تکنولوژیکی را در آسیای جنوبی و آسیای جنوب شرقی ترویج می‌کند پایین است و نیاز به بهبود دارد [۳۱].

مولپو^۲ و همکاران (۲۰۱۹) تحقیقی با عنوان عوامل پیچیدگی مؤثر بر مدت زمان پروژه‌های تحقیق و توسعه انجام دادند. در این پژوهش یک مطالعه موردی بر روی یک تیم پروژه تحقیق و توسعه در یک سازمان مهندسی برای شناسایی پیچیدگی‌های فرآیند مدیریت پروژه تحقیق و توسعه و تأثیر آن‌ها بر طول مدت پروژه انجام شد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که عوامل مختلفی

1 Nepelski & De Prato

2 Molepo

3 Jarot & Astari

در جدول ۲ شاخص‌های استخراج شده از مرور ادبیات که در تعیین سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه مؤثر تشخیص داده شد، ارائه شده است.

جدول ۲: شاخص‌های استخراج شده از مرور ادبیات

منابع	شاخص‌ها
[۴۰]	بدیع بودن فعالیت، خلاقانه بودن فعالیت، عدم قطعیت نتیجه، نظام مندی، انتقال پذیری نتایج
[۱۹]	جستجوی تحقیق، هدف از تحقیق، خروجی ها، عملکرد، افق زمانی، تکنیک های بکار رفته، صلاحیت های مورد نیاز، اندازه ی کار
[۲۳]	پیچیدگی ساختاری، دشواری ترکیب دانش، افزایش پیچیدگی در طول زمان، تحقیق و توسعه بزرگتر، تحقیق و توسعه مشارکتی، تمرکز فضایی
[۳۰]، [۴۲]	سطح ریسک، هزینه اکتساب، فرهنگ بنگاه ، اعتبار حاصل از تکنولوژی، آشنائی با تکنولوژی و بازار، اندازه/ قدرت شرکت، چرخه عمر تکنولوژی، پیچیدگی تکنولوژی، توانایی نسبی سازمان در تکنولوژی مورد نظر، کدپذیری تکنولوژی ، نحوه ارتباط با شرکت
[۴۳]، [۳۷]	
[۶]، [۱۴]	هدف از همکاری، کشور مرجع(از نظر فرهنگی)، تمایل و توانایی گیرنده تکنولوژی نسبت به تأمین الزامات دارنده تکنولوژی، ثبت اختراع و مالکیت فکری، کنترل دارنده تکنولوژی بر نحوه استفاده از تکنولوژی توسط گیرنده، اثر رقابتی (استراتژیک) تکنولوژی، سیاست‌های پشتیبانی دولت، زیرساخت، سطح بلوغ تکنولوژیکی
[۱۶]، [۵]	قابلیت تعریف مفاد همکاری، قابلیت تقسیم سرمایه، ضرورت دستیابی سریع به تکنولوژی مورد نظر، نوع دوره زمانی، قابلیت حفاظت از تکنولوژی، کیفیت نیروی کار، پتانسیل یادگیری، استراتژی بنگاه، راحتی مدیریت
[۱۲]، [۲۲]	
[۲۶]، [۳۳]	ایمنی، محیط زیست، نوآوری، بستر سازی فرهنگی، وابستگی به تکنولوژی، سطح تعهدات، دسترسی به بازار، نشت دانش، رصد تکنولوژی، در دسترس بودن اطلاعات، تعداد و تنوع تکنولوژی
[۲۱]	
[۲۴]، [۳۶]	تنوع تکنولوژی ، فراگیر بودن تکنولوژی‌های موجود، انحصاری بودن، شدت تحقیق و توسعه، حقوق مالکیت معنوی، ذخیره دانش و انباشت، سرمایه انسانی
[۴۱]	
[۳]، [۱۰]	سطح تحصيلات کارکنان R&D، تعداد محققان تحقیق و توسعه، تعداد ثبت‌نام در رشته‌های علوم و مهندسی، تعداد مقاله‌های علمی ومهندسی، هزینه تحقیق و توسعه، صادرات تکنولوژی پیشرفته و پتنت‌های دریافتی بین‌المللی

با بررسی ادبیات پژوهش مشخص شد که مطالعات صورت گرفته در مورد شرکت‌های دانش بنیان عمدتاً "متمرکز بر محورهای: مدل‌های ارزیابی و بررسی عملکرد ، عوامل موفقیت، مدل‌های پذیرش فناوری، مدل‌های مدیریت دانش و شبکه‌های دانش، شکل‌گیری و توسعه، مدیریت منابع انسانی، مدیریت فناوری، توسعه کارآفرینی، تجاری‌سازی فناوری ، توانمندی‌ها و ظرفیت نوآوری ، نوآوری سازمانی و مدیریتی، مدل‌های اکتساب و ادغام

چن و همکاران(۲۰۱۱) تحقیقی با عنوان مقایسه بین المللی کارایی تحقیق و توسعه خروجی های نوآورانه چندگانه: نقش سیستم ملی نوآوری انجام دادند. نتایج پژوهش نشان داد که کشورها از نظر پتنت و حق امتیاز، کارایی تحقیق و توسعه مشابهی دارند، درحالی که عملکرد آن‌ها برای انتشارات مجلات کاملاً متفاوت است. همچنین شدت تحقیق و توسعه، حفاظت از حقوق مالکیت معنوی، ذخیره دانش و انباشت سرمایه انسانی، همگی اثرات مثبت قابل توجهی بر شاخص‌های کارایی دارند. تحقیق و توسعه بخش خصوصی، که از منابع خارجی تامین می شود یا توسط مشاغل خصوصی تامین می شود، نقش مهمی در بهبود امتیازات شاخص کارایی تحقیق و توسعه برونداد محور برای پتنت ها و حق امتیازها و هزینه‌های مجوز دارد. شدت تحقیق و توسعه انجام شده توسط مؤسسات آموزش عالی تأثیر مثبتی بر شاخص کارایی تحقیق و توسعه مجلات محور دارد[۲۴].

امسدن و تچانگ (۲۰۰۳) تحقیقی با عنوان رویکردی جدید برای ارزیابی پیچیدگی تکنولوژیک طبقه های مختلف تحقیق و توسعه (با نمونه هایی از سنگاپور) انجام دادند. در این تحقیق چارچوبی برای طبقه بندی فعالیت هایی که در قالب تحقیق و توسعه در کشورهای مختلف صورت می گیرد، ارائه شده است. برای تعیین چارچوب از طبقه بندی پنج‌گانه تحقیق و توسعه (شامل علوم محض، تحقیقات پایه، تحقیقات کاربردی، توسعه اکتشافی و توسعه پیشرفته) استفاده شده و برای تشخیص نوع طبقه فعالیت‌ها و تعیین سطح پیچیدگی، ۸ معیار (شامل: جستجوی تحقیق، هدف از تحقیق، خروجی‌ها، عملکرد، افق زمانی، تکنیک‌های بکار رفته، صلاحیت‌های مورد نیاز و اندازه‌ی کار) ارائه گردیده است[۱۹].

مایازاکی و کیجیما (۲۰۰۰) تحقیقی با عنوان پیچیدگی در مدیریت فناوری: تحلیل نظری و مطالعه موردی بخش خودرو در ژاپن انجام داد. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که بخش خودرو به دلیل رشد پیچیدگی داخلی و خارجی دستخوش تغییرات اساسی شده است. همچنین تجزیه و تحلیل نرخ و جهت ایجاد شایستگی بر اساس داده‌های ثبت اختراع تأیید کرد که شرکت‌ها در طول یک دهه در حال ایجاد شایستگی‌هایی در زمینه‌های کلیدی مرتبط با ایمنی، محیط زیست و راحتی رانندگی بوده‌اند تا به انتظارات اجتماعی در حال تغییر و فشارهای محیطی پاسخ دهند[۳۴].

ب- تکنیک های علمی (فرمول بندی معادلات و الگوریتم ها)

ج- ابزار طراحی مهندسی شامل شبیه سازی و تست کردن

۴- تخصص مورد نیاز برای انجام فعالیت های R&D در شرکت شما چیست؟

الف- دکتری در علوم بنیادی، ریاضیات و مهندسی و تخصص مدیریت

ب- دکتری/ فوق لیسانس/ لیسانس خوب آموزش دیده و با تجربه

ج- فوق لیسانس و لیسانس به اضافه مهارت های مدیریت ارتباط با مردم و دانش فرآیند

۵- خروجی فعالیت های R&D در شرکت شما چیست؟

الف- مقالات و پتنت ها

ب- محصول متفاوت برای بازار مشخص

ج- طراحی دقیق محصول یا نمونه اولیه و یا محصول قابل ساخت

۶- عرصه های بالقوه کاربرد نتایج فعالیت های R&D در شرکت شما در چه سطحی

است؟

الف- بسیار گسترده

ب- گسترده

ج- گسترده کمی

شرکت های دانش بنیان، هزینه های تحقیق و توسعه، فرهنگ سازمانی، مدل های کسب و کار و انتقال فناوری، ارزیابی فعالیت های تحقیق و توسعه، جهانی سازی فعالیت های تحقیق و توسعه، مدیریت پورتفوی پروژه های تحقیق و توسعه، مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری، مدیریت تحقیق و توسعه، عوامل کلیدی موفقیت پروژه های تحقیق و توسعه، نقشه راه تکنولوژی و تحقیق و توسعه، استراتژی تحقیق و توسعه، استراتژی های همکاری تحقیق و توسعه و سیاست ها و توانمندی های تحقیق و توسعه بوده است و در خصوص پیچیدگی فعالیت های تحقیق و توسعه خلأ مطالعاتی مشاهده شد و مشخص شد ادبیات پیرامون موضوع پژوهش از غنای لازم برخوردار نیست.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی- توسعه ای بوده و از نظر ماهیت و روش، توصیفی- تحلیلی است. کلیه مدیران عامل ۸۵ شرکت دانش بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان جامعه آماری پژوهش را تشکیل داده‌اند. جهت برآورد حجم نمونه از جدول مورگان استفاده شد. بر مبنای این جدول حداقل حجم نمونه مورد نیاز برای جامعه مورد نظر، ۷۰ شرکت بوده که برای احتیاط بیشتر تعداد نمونه‌ها ۸۰ شرکت (۸۰ مدیر) در نظر گرفته شده است. در تحقیق حاضر از روش نمونه‌گیری در دسترس بهره گرفته شده است.

ابزار مورد استفاده در پژوهش حاضر، پرسشنامه محقق ساخته است. پرسشنامه با استفاده از شاخص های استخراج شده از ادبیات و نظر مشورتی خبرگان حوزه تحقیق و توسعه طراحی شد. در این پرسشنامه شاخص هایی انتخاب شدند که قابلیت اندازه‌گیری و کمی سازی داشتند. این شاخص ها عبارتند از: زمان، هدف، تکنیک، تخصص، خروجی و کاربرد. پرسشنامه مذکور در قالب فرم زیر ارائه شده است:

۱- مدت زمان لازم برای بکارگیری نتایج فعالیت های R&D در شرکت شما در کدام دسته است؟

الف- بلند مدت

ب- میان مدت

ج- کوتاه مدت

۲- هدف از انجام فعالیت های R&D در شرکت شما کدام یک از موارد زیر است؟

الف- کشف اصول علمی جدید و دسترسی به دانش جدید

ب- تغییر شکل دادن و متنوع کردن برای کاربرد جدید

ج- پیاده سازی مفهوم بعنوان سیستم مهندسی شده و کاهش هزینه

۳- تکنیک های بکارگیری شده در انجام فعالیت های R&D در شرکت شما کدام است؟

الف- تکنیک های علمی تجربی و ریاضی

در این تحقیق، از روش آلفای کرونباخ جهت اندازه‌گیری پایایی پرسشنامه استفاده شده است. مقدار ضریب پایایی پرسشنامه با استفاده از آلفای کرونباخ ۰/۸۲ بدست آمد که چون از مقدار ۰/۷ بیشتر است، بنابراین می‌توان استنباط کرد که سؤالات پرسشنامه اعتبار کافی دارد. برای تعیین روایی پرسشنامه از روایی صوری و محتوایی استفاده شد. برای سنجش روایی صوری، پرسشنامه در اختیار اساتید و سه نفر از خبرگان تحقیق و توسعه قرار داده شد که با توجه به نظر مثبت آنها در مورد کیفیت سؤالات پرسشنامه، روایی صوری تأیید شد. روایی محتوایی پرسشنامه پس از سنجش معیارهای نسبت روایی محتوایی^۱ و شاخص روایی محتوایی^۲ مورد تأیید قرار گرفت. در جدول ۳ نتایج این معیارها برای سازه‌های اصلی پژوهش ارائه شده است.

جدول ۳: CVI و CVR سازه‌های تحقیق

سازه	CVI	CVR
تحقیق بنیادی	۱/۲	۲/۵
تحقیق کاربردی	۱/۸	۲/۸
توسعه‌ی تجربی	۱/۷	۱/۹

در پژوهش حاضر از نرم‌افزار SPSS25 برای بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌ها بهره گرفته شد و با استخراج آمار توصیفی، به توصیف و تشریح متغیرهای تحقیق پرداخته شد.

۴- یافته‌های تحقیق

1 CVR

2 CVI

تحقیق حاضر به منظور بررسی سطوح پیچیدگی فناوریانه‌ی تحقیق و توسعه در شرکت های دانش بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان انجام گرفته است. در این راستا، در پژوهش حاضر سؤال اصلی به این صورت تعریف شد: سطوح پیچیدگی فناوریانه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان چیست؟ برای پاسخگویی به سؤال اصلی پژوهش، ابتدا بایستی عواملی که در تعیین سطح پیچیدگی فناوریانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه مؤثر هستند، شناسایی می‌شدند. برای این منظور اسناد، مقالات، کتب و ... مرتبط با موضوع مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. با مطالعه ادبیات تعداد ۷۳ عاملی که در تعیین سطح پیچیدگی فناوریانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه مؤثر هستند، شناسایی شدند. بسیاری از این عوامل شناسایی شده، به سادگی قابل اندازه‌گیری نیستند و یا دسترسی به اطلاعات آن‌ها به سادگی امکان‌پذیر نیست. لذا فقط عواملی که قابلیت کمی سازی و اندازه‌گیری داشتند، انتخاب شدند. این عوامل در قالب شش مقوله (شامل: زمان، هدف، تکنیک، تخصص، خروجی و کاربرد) و ۳۸ متغیر دسته‌بندی شدند. ۸۰ پرسشنامه تکمیل شده و بی نقص که حاوی سؤالات تحقیق است، به‌عنوان نمونه‌های آماری گردآوری شد. بعد از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، داده‌های استخراجی با استفاده از نرم‌افزار SPSS25 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. سپس با استفاده از جداول و نمودارهای فراوانی، توصیفی از داده‌های تحقیق ارائه گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از تکنیک‌های آمار توصیفی برای بررسی چگونگی توزیع نمونه آماری استفاده شد. در جدول ۴ توزیع فراوانی داده‌های مربوط به مقوله‌ها و متغیرهای تحقیق

جدول ۴: توزیع فراوانی داده‌های مربوط به مقوله‌ها و متغیرهای تحقیق

مقوله	متغیرها	فراوانی	درصد فراوانی
زمان	بلند مدت	۱۱	۱۳/۷
	میان مدت	۱۱	۱۳/۷
	کوتاه مدت	۲۷	۳۳/۸
	بلندمدت و میان مدت	۶	۷/۵
	میان مدت و کوتاه مدت	۲۴	۳۰
	بلندمدت، میان مدت و کوتاه مدت	۱	۱/۳
هدف	۱- کشف اصول علمی جدید و دسترسی به دانش جدید	۲	۲/۵
	۲- تغییر شکل دادن و متنوع کردن برای کاربرد جدید	۱۲	۱۵
	۳- پیاده سازی مفهوم بعنوان سیستم مهندسی شده و کاهش هزینه	۳۸	۴۷/۵
	۱ و ۲	۸	۱۰
	۲ و ۳	۱۲	۱۵
	۱، ۲ و ۳	۸	۱۰
تکنیک	۱- تکنیک های علمی تجربی و ریاضی	۲	۲/۵
	۲- تکنیک های علمی (فرمول بندی معادلات و الگوریتم ها)	۱۲	۱۵
	۳- ابزار طراحی مهندسی شامل شبیه سازی و تست کردن	۳۷	۴۶/۳
	۱ و ۲	۳	۳/۷
	۱ و ۳	۲	۲/۵
	۲ و ۳	۲۴	۳۰
تخصص	۱- دکتری درعلوم بنیادی، ریاضیات و مهندسی و تخصص مدیریت	۱	۱/۳
	۲- دکتری/ فوق لیسانس/ لیسانس خوب آموزش دیده و با تجربه	۲۳	۲۸/۷
	۳-فوق لیسانس و لیسانس/ مهارت های مدیریت ارتباط با مردم و دانش فرآیند	۱۵	۱۸/۷
	۱ و ۲	۷	۸/۷
	۱ و ۳	۱	۱/۳
	۲ و ۳	۲۵	۳۱/۳
خروجی	۱- مقالات و پتنت ها	۲	۲/۵
	۲- محصول متفاوت برای بازار مشخص	۱۴	۱۷/۵
	۳- طراحی دقیق محصول یا نمونه اولیه و یا محصول قابل ساخت	۴۰	۵۰
	۱ و ۲	۸	۱۰

۱/۳	۱	۳ و ۱	کاربرد
۱۰	۸	۳ و ۲	
۸/۷	۷	۳ و ۲، ۱	
۱۱/۳	۹	بسیار گسترده	
۲۵	۲۰	گسترده	
۴۰	۳۲	گسترده کمی	
۱۲/۵	۱۰	بسیار گسترده و گسترده	
۳/۷	۳	گسترده و گسترده کمی	
۷/۵	۶	بسیار گسترده، گسترده و گسترده کمی	

در پژوهش حاضر برای سطح‌بندی فعالیت‌های تحقیق و توسعه از طبقه‌بندی فراسکاتی استفاده شد. بر اساس این طبقه‌بندی، فعالیت‌های تحقیق و توسعه از نظر سطح پیچیدگی تکنولوژی به سه سطح تحقیق بنیادی، تحقیق، کاربردی و توسعه تجربی جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵: سطح‌بندی مقوله‌های پژوهش

سطوح پیچیدگی			مقوله‌ها
توسعه تجربی	تحقیقات کاربردی	تحقیقات بنیادی	
کوتاه مدت	میان مدت	بلند مدت	زمان
پیاده سازی مفهوم بعنوان سیستم مهندسی شده و کاهش هزینه	تغییر شکل دادن و متنوع کردن برای کاربرد جدید	کشف اصول علمی جدید و دسترسی به دانش جدید	هدف
ابزار طراحی مهندسی شامل شبیه سازی و تست کردن	تکنیک های علمی (فرمول بندی معادلات و الگوریتم ها)	تکنیک های علمی تجربی و ریاضی	تکنیک
فوق لیسانس و لیسانس به اضافه مهارت های مدیریت ارتباط با مردم و دانش فرآیند	دکتری/ فوق لیسانس/ لیسانس خوب آموزش دیده و با تجربه	دکتری در علوم بنیادی، ریاضیات و مهندسی و تخصص مدیریت	تخصص
طراحی دقیق محصول یا نمونه اولیه و یا محصول قابل ساخت	محصول متفاوت برای بازار مشخص	مقالات و پتنت ها	خروجی
گسترده کمی	گسترده	بسیار گسترده	کاربرد

با بررسی و تحلیل نتایج توزیع فراوانی داده‌های مربوط به سوالات پرسشنامه (جدول ۴) و جدول سطح‌بندی مقوله‌های پژوهش (جدول ۵)، یافته‌های پژوهش برای پاسخ به سؤال اصلی تحقیق (سطوح پیچیدگی فناورانه فعالیت‌های تحقیق و

توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان کدامند؟) حاصل شد. نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۶: یافته‌های پژوهش برای سؤال اصلی تحقیق

سطوح پیچیدگی	فراوانی	درصد فراوانی
تحقیقات بنیادی	۳	۳/۸
تحقیقات کاربردی	۲۵	۳۱/۲
توسعه تجربی	۵۲	۶۵

۵- بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به بررسی سطوح پیچیدگی فناوریانه‌ی تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان پرداخته است. بدین منظور تعداد ۸۰ پرسشنامه تکمیل شده و بی نقص که حاوی سئوالات تحقیق است، به‌عنوان نمونه آماری جمع‌آوری شد. بعد از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، با استفاده از نرم افزار spss25 داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش درمورد پاسخ سؤال اصلی پژوهش حاکی از این است که ۶۵ درصد فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان از نوع توسعه تجربی، ۳۱/۲ درصد از نوع تحقیق کاربردی و تنها ۳/۸ درصد از نوع تحقیق بنیادی هستند. این بدان معناست که تمرکز بیشتر شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری گلستان روی تحقیقات توسعه‌ای بوده است. به عبارتی اکثر شرکت‌های مذکور با استفاده از پژوهش و تجربه عملی، بدنبال افزایش دانش خود هستند که این دانش یا در مسیر تولید فرآیندها و فرآورده‌های جدید است یا فرآیندها و فرآورده‌های موجود را بهبود می‌بخشد. همچنین تعداد نسبتاً قابل توجهی از این شرکت‌ها اعلام کرده‌اند که وارد فاز تحقیقات کاربردی هم شده‌اند؛ عبارتی این شرکت‌ها به منظور تعیین راه‌های استفاده از یافته‌های پژوهش بنیادی و یا برای تعیین شیوه‌ها یا روش‌های جدید دستیابی به هدف‌های مشخص، انجام تحقیقات کاربردی را نیز در دستور کار خود قرار داده‌اند. این یافته‌ها با نتایج آمارگیری از فعالیت‌های تحقیق و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی که توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۹ صورت گرفته، همسو است و همخوانی دارد. تفاوت کار مرکز آمار ایران با نتایج این تحقیق این است که در طرح آمارگیری، از شرکت‌های دانش‌بنیان سؤال شده است که نوع پروژه‌هایی که تحت عنوان تحقیق و توسعه انجام می‌دهند از چه نوعی است (تحقیقات توسعه‌ای، کاربردی و بنیادی)؟ بنابراین یافته‌های طرح آمارگیری بر اساس خوداظهاری شرکت‌هاست؛ در صورتیکه در تحقیق حاضر بر اساس یک کار پژوهشی و جمع‌آوری یک سری داده‌ها، نوع تحقیقات انجام شده در شرکت‌های

دانش‌بنیان تشخیص داده می‌شود و نتایج حاصله می‌تواند کاملاً قابل اتکا باشد. محصولات و یا خدمات منتج شده از نتایج تحقیقات بنیادی، محصولات و یا خدمات‌های تک و با پیچیدگی بالای فناوریانه هستند. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، محصولات و یا خدمات تعداد بسیار کمی از شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی از سطح تکنولوژی بالا برخوردارند. این نتیجه با نتایج ارزیابی شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی مندرج در سایت معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری (رویت شده در پنجم اسفند ۱۴۰۱)، همسو است و همخوانی دارد. امسدن و تچانگ [۱۹] در پژوهش خود اذعان نمودند که تحقیقاتی که کشورهای عقب‌تر در صنعتی- شدن (دیورادان^۱) انجام می‌دهند، غالباً از نوع توسعه‌ای بوده و برای این کشورها سخت است که به حوزه تحقیقات کاربردی و بنیادی ورود پیدا کنند؛ لذا می‌توان ادعا نمود که یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج تحقیق امسدن و تچانگ [۱۹] نیز همسو است و همخوانی دارد. نهایتاً همانطور که پیش‌بینی می‌شد فقط تعداد بسیار اندکی از این شرکت‌ها مدعی شده‌اند که تحقیقات آن‌ها با هدف گسترش علم یا کشف اصول و نظریات علمی از نوع پژوهش‌های بنیادی است. همانطور که در بخش مقدمه پژوهش به‌منظور تبیین مسئله عنوان شد که به نظر می‌رسد یکی از علت‌های این وضعیت، پایین بودن سطح تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی است، نتایج حاصل از این تحقیق این ادعا را تأیید می‌کند؛ عبارتی عدم تمرکز شرکت‌های دانش‌بنیان مورد مطالعه روی تحقیقات بنیادی، سبب شده تا سطح فناوریانه‌ی فعالیت‌های تحقیق و توسعه پایین باشد و این مسئله سبب شده تا محصولات و خدمات خروجی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بسیاری از شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی توان رقابت با محصولات و خدمات کشورهای توسعه یافته که از طریق تحقیقات بنیادی و کاربردی پیشرفته بدنبال فناوری‌های پیشرفته هستند، را ندارند. این نتیجه با مطلب منعکس شده در تحقیق [۴] که بسیاری از شرکت‌های دانش‌بنیان برنامه میان مدّت و بلند مدّت ندارند، همسو است و هم‌خوانی دارد. بنابراین این مسئله را می‌توان یکی از علت‌های پایین بودن شاخص سهم اقتصاد دانش‌بنیان ایران در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته دانست. نفیسی و محمدکاظمی [۳۸] در پژوهش خود اظهار داشته‌اند که علیرغم نرخ بالای ورود شرکت‌های نوپا به حوزه فناوری‌های پیشرفته، اما تجربه عملی و دانش علمی نشان می‌دهد میزان موفقیت آن‌ها، بسیار پایین است. لذا می‌توان چنین استنتاج

برای شناسایی عوامل بیشتری که در تعیین سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه تأثیرگذار هستند و قابلیت اندازه‌گیری و کمی‌سازی دارند و همچنین نسبت به غنی‌نمودن پرسشنامه اقدام نمایند و جامعه آماری بزرگتری را برای تحقیق خود انتخاب نمایند تا به نتایج جامع‌تری دست یابند. از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به محدودیت در منابع مرتبط با موضوع تحقیق اشاره نمود.

کرد که عملکرد این شرکت‌ها در انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه بنیادی و پیشرفته مناسب نبوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت این موضوع در راستای نتایج حاصل از پژوهش حاضر است و با آن همخوانی دارد.

جهانی‌سازی و بین‌المللی شدن شرکت‌ها، فرصت‌های زیادی را برای آن‌ها در حوزه کارآفرینی فناورانه به‌وجود می‌آورد [۲۸]. گرایش کارآفرینی بین‌المللی تأثیر زیادی بر رقابت‌پذیری شرکت‌ها دارد و سبب می‌شود شرکت‌ها با کمک نوآوری، بازارهای خارجی خود را ارزیابی کنند و سطح بالایی از نوآوری را به دست آورند و محصولات متنوع خود را برای چندین بازار خارجی بهبود بخشند [۳۵]. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که بسیاری از شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی بدلیل عدم تمرکز روی انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه بنیادی و پیشرفته، نتوانسته‌اند از فرصت کارآفرینی بین‌المللی بهره‌مند باشند و با شرکت‌های مطرح کشورهای توسعه‌یافته رقابت نمایند. لذا برای استفاده از فرصت‌های جهانی‌شدن به شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی پیشنهاد می‌شود با استفاده از تجربه کشورهای توسعه‌یافته روی تحقیقات پیشرفته‌تر به‌منظور دستیابی به فناوری‌های پیشرفته، متمرکز شوند و افق‌های درازمدت‌تری را برای چشم‌انداز شرکت خود در نظر بگیرند و به انجام تحقیقات با سطح پیچیدگی بالا اقدام نمایند تا بتوانند به خلق محصولات و خدمات با فناوری پیشرفته و قابل رقابت در بازارهای بین‌المللی مبادرت ورزند. شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی می‌توانند با استفاده از یافته‌های پژوهش حاضر، نسبت به تعیین سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه خود اقدام نمایند و با استفاده از نتایج آن نسبت به بهبود فعالیت‌های تحقیق و توسعه خود اقدام نمایند. همچنین محققین می‌توانند با استفاده از تجربه پژوهش حاضر، مطالعات تکمیل‌تری را

فهرست منابع

- [۱] احمدیان دیوکتی، محمد مهدی؛ آقاجانی، حسنعلی؛ شیرخدایی، میثم؛ طهرانچیان، امیرمنصور؛ " پیچیدگی اقتصادی، رویکردی نوین برای سنجش تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانه"، کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۲۱(۴)، ۱۲۴-۱۶۱، ۱۳۹۷.
- [۲] ارمغان، نگار؛ قائدشرفی، هما؛ آقابیگی، سحر؛ " نقش نوآوری باز در توسعه فناوری شرکت‌های دانش‌بنیان، مورد مطالعه: مرکز رشد سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران"، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، ۱۰(۱)، ۳۷-۶۰، ۱۴۰۱.
- [۳] استادی، بختیار؛ صدری، مسعود؛ "شناسایی و اولویت بندی شاخص های ارزیابی عملکرد شرکت های دانش بنیان"، فصلنامه نوآوری و ارزش آفرینی، دوره ۹، شماره ۱۸، صفحات ۶۹-۸۰، ۱۳۹۹.
- [۴] امیری، صبا؛ رضایی، بیژن؛ "عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری در شرکت‌های دانش‌بنیان(مورد مطالعه: استان کرمانشاه)"، فصلنامه علمی کارافن، ۱۹(۲)، ۳۳۷-۳۶۲، ۱۴۰۱.

- [۵] پاک نیت، مریم؛ انصاری، رضا؛ شاهین، آرش؛ "تحلیل تاثیر توانمندی های نوآوری فناوریانه بر تجاری سازی فناوری و عملکرد شرکت های دانش بنیان استان اصفهان"، مدیریت نوآوری. ۵(۳)، ۵۹-۸۴، ۱۳۹۵.
- [۶] تراب زاده، محمد صادق؛ سجادیه، علیرضا؛ حجازی فرد، سعید؛ "شناسایی عوامل سازمانی موثر بر مدیریت پژوهش و فناوری سازمان های دانش بنیان در ایران"، چشم انداز مدیریت دولتی. ۹(۳۵)، ۵۶-۸۸، ۱۳۹۷.
- [۷] خمسه، عباس؛ فراهانی فر، فروغ؛ فروزان مهر، مجید؛ "مدیریت فرآیند انتقال تکنولوژی (نگرشی جامع بر: مفاهیم، فرآیند، مدل ها، رش ها، مذاکره و عقد قرارداد، توانمندی ها و مدیریت فرآیند انتقال تکنولوژی"، کرج: سرافراز. ۲۷-۳۱، ۱۳۹۹.
- [۸] رادفر، رضا؛ خمسه، عباس؛ "مدیریت تکنولوژی: نگرشی جامع بر تکنولوژی، نوآوری و تجاری سازی"، چاپ دوم. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۹۶.
- [۹] شیرازی، حسین؛ هاشم زاده خوراسگانی، غلامرضا؛ رادفر، رضا؛ ترابی، تقی؛ "نقش منابع سازمانی و قابلیت نوآوری در خلق مزیت رقابتی شرکت های دانش بنیان نوپا با تعدیل گری عملکرد تجاری سازی فناوری"، مدیریت نوآوری. ۷(۴)، ۱۱۵-۱۳۴، ۱۳۹۸.
- [۱۰] زارعی محمودآبادی، محمد؛ طحاری مهرجردی، محمدحسین؛ مهدویان، علیرضا؛ "ارزیابی فعالیت های تحقیق و توسعه در ایران: رویکرد تحلیل پوششی داده ها"، مدیریت صنعتی، دوره ۶، شماره ۶، ۷۴-۵۵، ۱۳۹۳.
- [۱۱] عبداللهی خوشمردان، سعید؛ منطقی، منوچهر؛ خمسه، عباس؛ "ارائه یک الگو برای شناسایی ابعاد پیچیدگی ابرپروژه های فناوریانه با روش فراترکیب"، مدیریت نوآوری در سازمان های دفاعی، ۵(۳)، ۱۴۰۱.
- [۱۲] قاضی نوری، سیدسروش؛ بامدادصوفی، جهانیار؛ ردائی، نیلوفر؛ "بررسی رفتار و عملکرد شرکت های دانش بنیان ایرانی با رویکرد تکسونومی"، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری. ۴(۳)، ۹-۳۲، ۱۳۹۵.
- [۱۳] کشاورز، سهیلا؛ یعقوبی، نورمحمد؛ دقتی، عادله؛ "ارزیابی عوامل موفقیت شرکت های دانش بنیان پارک علم و فناوری فارس با رویکرد الگوسازی معادلات ساختاری"، فصلنامه سیاست نامه علم و فناوری. ۱۱(۱)، ۳۵-۵۰، ۱۴۰۰.
- [۱۴] کنجکاو منفرد، امیر؛ "واکاوی تاثیر عوامل پذیرش نوآوری فناوریانه و تعهد منابع بر قابلیت های مدیریت دانش به منظور افزایش مزیت رقابتی (نمونه پژوهش: شرکت های دانش بنیان استان یزد)"، مدیریت دانش سازمانی. ۳(۱۰)، ۱۴۷-۱۷۵، ۱۳۹۹.
- [۱۵] محمدزاده، پرویز؛ سجودی، سکینه؛ مهدی زاده، یونس؛ "مطالعه عوامل موثر بر فعالیت های تحقیق و توسعه بنگاه های صنعتی ایران؛ کاربرد مدل های رگرسیون گسسته"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، سال چهارم، شماره ۴، ۶-۹۴، ۱۳۹۱.
- [۱۶] منصوری، سمیه؛ وظیفه، زهرا؛ یوسفی، جمیله؛ "اولویت بندی پیشران های عوامل اثرگذار در راستای توسعه شرکت های دانش بنیان در استان کرمان"، فصلنامه علمی پژوهشی توسعه کارآفرینی، ۳۶(۳)، ۳۱۹-۳۳۸، ۱۳۹۶.
- [۱۷] هاشمی، زهرا؛ "بررسی رفتار جذب منابع انسانی تحقیق و توسعه در شرکت های دانش بنیان در پاسخ به سیاست های مالی و مالیاتی: مطالعه موردی ایران"، توسعه فناوری. ۷(۳)، ۹۱-۱۲۴، ۱۳۹۸.
- [۱۸] یحیایی، مهری؛ حسن زاده، علی؛ "ارائه مدل تجاری سازی فناوری در شرکت های دانش بنیان حوزه ICT"، دانش سرمایه گذاری. ۷(۲۶)، ۶۳-۸۲، ۱۳۹۷.

[19] Amsden, H.; Ted Tschang, F; "A new approach to assessing the technological complexity of different categories of R&D (with examples from Singapore)", Research Policy 32 (2003) 553-572, 2003.

[20] Azoulay, P.; Graff Zivin, J. S.; Li, D.; Sampat, B. N.; "Public R&D investments and private-sector patenting: evidence from NIH funding rules", The Review of economic studies, 86(1), 117-152, 2019.

[21] Babkin, A. V.; Lipatnikov, V. S.; & Muraveva, S. V.; "Assessing the impact of innovation strategies and R&D costs on the performance of IT companies", Procedia-Social and Behavioral Sciences, 20(7), 749-758, 2015.

[22] Bach, M.; "Technology Acceptance Model for Business Intelligence Systems: Preliminary Research", Procedia Computer Science, 100(2), 995-1003, 2016.

[23] Broekel, T.; "Measuring technological complexity – current approaches and a new measure of structural complexity", arXiv preprint arXiv:1708.07357, 2018.

- [24] Chen, C. P.; Hu, J. L.; Yang, C. H.; et al; "An international comparison of R&D efficiency of multiple innovative outputs: the role of the national innovation system", *Innovation*, vol. 13, no. 3, pp. 341–360, 2011.
- [25] Dehkordi Mobini, A.; MohammadKazemi, R.; Baghestani, B.; "IT-enabled value co-creation process for product design", Conference: Internet of Things Business Models, Users, and Networks, 2017. Pages 1-8, Publisher: IEEE.
- [26] Erasmus, E.; Rothmann, S.; Van Eeden, C.; "A structural model of technology acceptance", *SA Journal of Industrial Psychology/SA Tydskrif vir Bedryfsielkunde*, 41(1), 2015.
- [27] Ferri, L.; Spanò, R.; Maffei, M.; Fiondella, C.; "How risk perception influences CEOs' technological decisions: extending the technology acceptance model to small and medium-sized enterprises technology decision makers", *European Journal of Innovation Management*, Vol. 24 No. 3, pp. 777-798, 2021.
- [28] Gholizadeh, S.; Mohammadkazemi, R.; "International entrepreneurial opportunity: A systematic review, meta-synthesis, and future research agenda", *Journal of International Entrepreneurship*, 2022.
- [29] Jamali, B.; Mohammadkazemi, R.; Yadollahi farsi, J.; Mobini, A.; "Theories of opportunity creation and effective entrepreneurial actions in opportunity creation context", *Journal of Decision Science Letters*, Vol. 7, No 1. pp: 443 -454, 2018.
- [30] Jarot, S.; Astari, R.; "Evaluation of knowledge management system using technology acceptance model", proceeding of the electrical engineering computer science and informatics, 4(1), 2017.
- [31] Lei, L.; Yuchen Y. ; Yuanchang, W.; "The Impact of R&D Input on Technological Innovation: Evidence from South Asian and Southeast Asian Countries", *Discrete Dynamics in Nature and Society (DDNS)*. Volume 2020, Article ID 6408654, 2020.
- [32] Luenendonk, M.; "Research and Development (R&D), overview and process", <https://www.cleverism.com/rd-research-and-development-overview-process>, Last updated on September 18, 2019.
- [33] McNerney, J.; Doyne Farmer, J.; Redner, S.; E Trancik, J.; "the role of design complexity in technology improvement", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 108 (22) 9008-9013, 2011.
- [34] Miyazaki, K.; Kijima, K.; "complexity in technology management", *Technological Forecasting and Social change*. 64(1), 39-54, 2000.
- [35] Mohammadkazemi, R.; Nikraftar, H.; Yadollahi Farsi, J.; Ahmadpour, M.; "The Concept of International Entrepreneurial Orientation in Competitive Firms: A Review & A Research Agenda", *International Journal of Entrepreneurship*, Volume 23, Issue 3, 2019.
- [36] Molepo, P. M.; Marnewick, A.; Joseph, N.; "Complexity factors affecting research and development projects duration", 2019 IEEE Technology & Engineering Management Conference (TEMSCON), Atlanta, GA, USA, pp. 1-6, 2019.
- [37] Mubarak, M. F.; Shaikh, F. A.; Mubarik, M.; Samo, K. A.; Mastoi, S.; "The Impact of Digital Transformation on Business Performance, A Study of Pakistani SMEs", *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(2), 2019.
- [38] Nafisi, F.; MohammadKazemi, R.; "Providing an open innovation model for high-tech startups in the unit of industries related to information technology", *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 2023, doi: 10.22075/ijnaa.2023.29764.4339.
- [39] Nepelski, D.; De Prato, G.; "Technological complexity and economic development", *Review of Development Economics*. 24(2), 448-470, 2020.
- [40] OECD; *Frascati manual 2015: guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*, 2015.
- [41] Rannikko, H.; "Early Development of New Technology-Based Firms, Longitudinal Analysis on New Technology-Based Firms' Development from Population Level and Firm Level Perspectives", *Hanken School of Economics*, 2012.
- [42] Su, Y.; Li, M.; "Applying Technology Acceptance Model in Online. Entrepreneurship Education for New Entrepreneurs", *Front, Psychol*, 2(9), 34-66, 2021.
- [43] Vaesen, K.; Houkes, H.; "complexity and technological evolution: what everybody knows?", *springer, Biology & Philosophy* 32(3), 1245-1268, 2017.