تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۵
از صفحه: ۱۹ الی ۳۷

فصلنامه خط مشی گذاری عمومی در مدیریت
سال چهاردهم / شماره پنجاه و یکم /پاییز ۱۴۰۲

مدل عوامل مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان

غلامعلی شهمرادی [۱] - تقی ترابی [۲*] - رضا رادفر [۳] - محمدحسن چراغعلی [۴]

چکیده

زمینه: امروزه، شرکت‌های دانش‌بنیان نقش بسیار مهمی در دستیابی به فناوری‌های پیشرفته و تولید محصولات نوآورانه و درنتیجه رشد و توسعه کشورها دارند. موفقیت این شرکت‌ها، ناشی از توسعه فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ی پیشرفته‌ای است که از سطح بالای پیچیدگی فناورانه برخوردارند.

هدف: پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل عوامل مؤثر بر سطح پیچیدگی فناورانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان انجام پذیرفت.

روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع آمیخته است. در بخش کیفی، با رویکرد نظریه داده بنیاد و استفاده از ابزار مصاحبه و مرور ادبیات، داده‌ها جمع‌آوری و تحلیل شد. داده‌های بخش کمّی از طریق پرسشنامه محقق‌ساخته، از جامعه آماری مورد نظر (پارک علم و فناوری گلستان)، گردآوری شد، سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها و نیز برازش مدل با روش مدلسازی معادلات ساختاری با استفاده از نرم‌افزار smart pls3 انجام شد.

یافته‌ها: ۹۱ عامل مؤثر بر سطح پیچیدگی فناورانه تحقیق و توسعه در قالب شش مقوله (علّی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، پدیده محوری، راهبردها و پیامدها) شناسایی و مدل مفهومی پژوهش، ارائه و تأیید گردید.

نتیجه‌گیری: مدل عوامل مؤثر بر سطح پیچیدگی فناورانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه حاصل از پژوهش حاضر، می‌تواند ابزار مناسبی برای مدیران بخش‌های تحقیق و توسعه‌ی شرکت‌های دانش‌بنیان به‌منظور ارتقاء سطح فعالیت‌های تحقیق و توسعه بر اساس استانداردهای جهانی و ایجاد تحول در حوزه‌های تکنولوژی و تولید دانش و افزایش ارزش‌افزوده حاصل از نتایج تحقیق و توسعه، باشد.

واژگان کلیدی: پیچیدگی تکنولوژیک، تحقیق و توسعه، شرکت‌های دانش‌بنیان.

[۱] دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
gh.shahmoradi2@gmail.com

[۲] نویسنده مسئول: دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
t-torabi@srbiau.ac.ir

[۳] استاد گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
r.radfar@srbiau.ac.ir

[۴] استادیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. m_cheraghali@azad.ac.ir

مقدمه

یکی از حوزه‌های مهم و تأثیرگذار در توسعه و رشد اقتصادی کشورها، حوزه اقتصاد دانش‌بنیان است. در سال‌های اخیر، شرکت‌های دانش بنیان به عنوان موتور اصلی رشد و توسعه اقتصادی شناخته شده‌اند. این شرکت‌ها نقش مهمی در رشد اقتصاد دانش‌بنیان دارند (داسیلوا[1] و همکاران، ۱۳:۲۰۱۶). از آنجاکه تکنولوژی همیشه در تولید ثروت نقش کلیدی داشته و بر کیفیت زندگی مردم و همچنین سطح استاندارد تأثیر زیادی داشته است، مسئله نوآوری در تکنولوژی در شرکت‌های دانش بنیان بسیار مهم بوده و مزایای فوق العاده‌ای را به همراه خواهد داشت (تراب‌زاده و همکاران، ۹:۱۳۹۷). نتایج تحقیقات حاکی از این است که طی دهه‌های اخیر در سطح جهان، پیشرفت‌های صنعتی و نوآوری‌ها ناشی از فعالیت‌های نوآورانه و خلاقانه در شرکت‌های دانش‌بنیان بوده است (هاشمی، ۷:۱۳۹۸). فعالیت‌های تحقیق و توسعه این امکان را فراهم می‌کنند تا شرکت‌های دانش‌بنیان بتوانند خود را از طریق روش‌های کارآمد با تغییرات و نوسانات موجود در بازار تطبیق دهند و محصولات جدیدی را عرضه نمایند و به مزیت‌های رقابتی پایدار دست یابند (فرری[2] و همکاران، ۲۴:۲۰۲۱). هر چه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان نوآورانه‌تر و خلاقانه‌تر باشند و امکان دستیابی به تکنولوژی‌های پیشرفته و قابلیت‌های تکنولوژیکی بالاتر را فراهم کنند و منجر به تولید محصولات و خدمات جدید قابل رقابت و افزایش تولید و بهره‌وری گردند، گفته می‌شود سطح پیچیدگی تحقیق و توسعه بالاتر است. عامل مهمی که سبب پیشرو بودن کشورهای توسعه یافته در اقتصاد دانش‌بنیان گردیده است، انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه پیشرفته است که سبب بهبود کارایی و اثربخشی فعالیت‌ها و تولید محصولات نوآورانه با تکنولوژی‌های پیشرفته گردیده است که محصولات کشورهای دیگر توان رقابت با آن‌ها در بازارهای جهانی را ندارند و نتیجه آن رشد فزاینده سهم اقتصاد دانش بنیان در این کشورهاست (جاروت[3]، ۴:۲۰۱۷).

در ایران شرکت‌های زیادی، تحت عنوان دانش بنیان‌ها، در حوزه‌های مختلف مشغول فعالیت هستند. علیرغم سیاستگذاری‌های مختلفی که در کشور برای حمایت از این شرکت‌ها صورت گرفته، هنوز سهم اقتصاد دانش بنیان بسیار پایین بوده و ایران در این شاخص در بین کشورهای جهان جایگاه مناسبی ندارد. در این راستا به‌نظر می رسد یکی از عوامل مهمی که در شاخص اقتصاد دانش‌بنیان تأثیرگذار است، سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه است. بنابراین موضوع پیچیدگی تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان بایستی مورد بررسی قرار گیرد؛ به این معنا که بررسی شود فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته در چه سطحی است 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 تا شرایط ارتقاء سطح تکنولوژی‌ها و تنوع آن‌ها و افزایش ارزش افزوده حاصل از نتایج تحقیق و توسعه فراهم گردد؛ لذا با توجه به موارد مذکور شرکت‌های دانش‌بنیان باید سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه خود را بالا ببرند تا فاصله خود را از سطح تحقیق و توسعه کشورهای پیشرفته کمتر نمایند تا شرایط عرضه محصولات نوآورانه با تکنولوژی پیشرفته به بازارهای داخلی و خارجی فراهم شود و رشد و توسعه اقتصادی کشور را بدنبال داشته باشد.

ادبیات پژوهش نشان داد که مطالعات صورت گرفته در خصوص شرکت‌های دانش‌بنیان بسیار زیاد بوده، امّا ادبیات پیرامون موضوع پژوهش از غنای لازم برخوردار نیست و در خصوص پیچیدگی فناورانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در این شرکت‌ها خلأ مطالعاتی مشاهده شد. بنابراین مسئله اساسی پژوهش حاضر، فقدان مدل عوامل مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است؛ در این راستا پژوهش حاضر با هدف اصلی ارائه مدل عوامل مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان و اهداف فرعی استخراج عوامل علّی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها انجام شده است.

[1] Da silva
[2] Ferri
[3] Jarot

سئوال اصلی پژوهش حاضر عبارت است از: چه نوع مدلی برای عوامل مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان مورد تأیید است؟ و سئوالات فرعی پژوهش عبارتند از:

- عوامل علّی مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان کدامند؟
- عوامل زمینه‌ای مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان کدامند؟
- عوامل مداخله‌گر مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان کدامند؟
- عوامل محوری مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان کدامند؟
- راهبردهای مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان کدامند؟
- پیامدهای حاصل از اجرای راهبردهای مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان کدامند؟

پیشینهٔ پژوهش

پیچیدگی تکنولوژیک: تعریف پیچیدگی تکنولوژی بازتاب ضمنی بودن و دستیابی نه‌چندان آسان به دانش تکنولوژیک، یعنی ویژگی بنیادین آن است. توسعه سریع تکنولوژی و عمر کوتاه تکنولوژی‌ها، عامل مؤثر در پیچیدگی تکنولوژی است (سو و لی ۲۰۲۱، ۲). فناوری‌ها از نظر پیچیدگی و سطح پیشرفته بودن به سه دسته‌ی فناوری پیشرفته، متوسط و سطح پایین(سنتی) طبقه‌بندی می‌شوند.

فعالیت‌های تحقیق و توسعه: از نظر تجاری تحقیق و توسعه را می‌توان فعالیت نظام مند یا منسجم در تحقیقات پایه‌ای و کاربردی و کمک کننده به کشف راه حل مشکلات و یا خلق محصول و دانش جدید دانست (اصغری و همکاران ۱۳۹۹، ۳). اصطلاح تحقیق و توسعه شامل سه نوع فعالیت است: پژوهش بنیادی، پژوهش کاربردی و توسعه‌ی تجربی. برای این‌که فعالیتی در زمره فعالیت‌های تحقیق و توسعه به حساب بیاید باید پنج ملاک اصلی را بطور همزمان برآورده کند (سازمان همکاری و اقتصادی، ۲۰۱۵). این پنج ملاک عبارتند از: ۱- معطوف به یافته‌های جدید باشد (بدیع بودن) ۲- مبتنی بر فرضیه‌ها و مفاهیم اساسی و نابدیهی باشد (خلاقیت) ۳- نتیجه نهایی آن نامعین باشد (عدم قطعیت) ۴- بخوبی طراحی و بودجه‌گذاری شده باشد (نظام‌مندی) ۵- به نتایجی بیانجامد که بتوان آنها را بازتولید کرد (انتقال پذیری و / یا بازتولیدپذیری)

شرکت‌های دانش‌بنیان: به شرکت‌هایی گفته می‌شود که دانش و فناوری، جزئی جدایی‌ناپذیر از دارایی آن‌ها باشد (جاروت، ۲۰۱۷). دانش‌بنیان در ایران شرکت یا مؤسسه خصوصی یا تعاونی هستند که به منظور هم‌افزایی علم و ثروت، توسعه اقتصاد دانش‌محور، تحقق اهداف علمی و اقتصادی شامل گسترش، کاربرد نوآوری و تجاری‌سازی نتایج حاصل از تحقیق و توسعه در حوزه فناوری‌های برتر، با ارزش‌افزوده فراوان و براساس معیارهای مورد نظر قانون تأیید می‌شود.

ارمغان و همکاران (۱۰:۱۴۰۱) تحقیقی در خصوص نقش نوآوری در توسعه تکنولوژی شرکت‌های دانش‌بنیان انجام دادند. یافته‌های پژوهش نشان می دهد که نوآوری باز یکی از عواملی اســـت که در توسعه و ارتقاء تکنولوژی نقش داشته و در بروز عواملی نظیر انعطاف در برابر تغییرات، بقا، رقابت‌پذیری و کاهش هزینه‌های مربوط به توسعه تکنولوژی و ایده‌پردازی تأثیرگذار می‌باشد. همچنین توانمندسازی نیروی انسانی، شبکه سازی، توسعه مهارت‌های تیمی، بین المللی شدن فعالیت‌ها و همکاری با شرکت‌ها برای دســـتیابی به منابع جدید، از جمله عواملی هستند که در شرکت‌های مطالعه شده از اهمیت کمتری برخوردار هستند.

عبداللهی خوشمردان و همکاران (۵:۱۴۰۱) تحقیقی با عنوان ارائه یک الگو برای شناسایی ابعاد پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه با روش فراترکیب انجام دادند. در این پژوهش، پیچیدگی تکنولوژی که در ابرپروژه‌های فناورانه 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.

شاکری و همکاران (۱۵:۱۴۰۱) تحقیقی با عنوان ارائه الگوی عملکرد نوآوری شرکت‌های دانش بنیان: رهیافت فراترکیب و با هدف شناسایی عوامل تعیین کننده عملکرد نوآوری شرکت‌های دانش بنیان انجام دادند. نتایج پژوهش حاکی از شناسایی ۱۱۰ عامل متمایز برای تعیین عملکرد نوآوری شرکت‌های دانش بنیان، در قالب موضوعات زمینه نوآوری، دولت، شبکه سازی، راهبری دانش سرمایه‌های فکری، دوسوتوانی سازمان، راهبرد هم رقابتی و نظام علم، فناوری و نوآوری بنگاه تقسیم بندی و در چارچوب مدل سه شاخگی است.

کشاورز و همکاران (۱۴۰۰) تحقیقی با عنوان ارزیابی عوامل موفقیت شرکت‌های دانش‌بنیان پارک علم و فناوری فارس با رویکرد الگوسازی معادلات ساختاری انجام دادند. بر اساس نتایج پژوهش ۳۲ شاخص تأثیرگذار در موفقیت شرکت‌های دانش‌بنیان پارک علم و فناوری فارس شناسایی شدند. شاخص‌های زیرساخت‌های مرتب با فناوری اطلاعات، مالکیت فکری و ثبت اختراع و سیاست‌های حمایتی دولت دارای رتبه‌های اول تا سوم هستند (کشاورز، یعقوبی و دقتی ۱۴۰۰، ۱۱).

استادی و صدری (۹:۱۳۹۹) تحقیقی به‌منظور ارزیابی عملکرد شرکت‌های دانش‌بنیان انجام دادند. در این پژوهش ۲۲ شاخص شناسایی و در ۵ گروه دسته‌بندی شدند. بر اساس نتایج این پژوهش ارزش‌افزوده ناشی از فناوری بکار رفته در محصول، سطح تحصیلات کارکنان و تعداد کارکنان تحقیق و توسعه به ترتیب دارای بیشترین اهمیت هستند.

حاجی غلام سریزدی (۹:۱۳۹۹) تحقیقی با عنوان پویایی تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد انجام دادند. بررسی این پویایی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها انجام شده که شبیه‌سازی مدل نشان داد که رصد فناوری نه‌تنها شکاف تکنولوژی را کم نمی‌کند بلکه با افزایش میزان خروج شرکت‌ها، سبب افزایش شکاف می‌گردد. همچنین مدل نشان داد که وجود ارتباطات بین‌الملل قوی به‌همراه رصد فناوری، شکاف فناوری را از طریق نوآوری بنیادین کاهش می‌دهد.

سو و لی (۲:۲۰۲۱) تحقیقی با عنوان بکارگیری مدل پذیرش فناوری در تحقیق و توسعه انجام دادند. سودمندی درک شده، سهولت استفاده درک شده و اعتبار درک شده تأثیر مثبتی بر قصد رفتاری کاربران دارد. مدل پذیرش فناوری پیشنهادی برخی از پشتیبانی‌های فنی و نظری را برای کاربرد مدل پذیرش فناوری در تحقیق و توسعه فراهم می‌کند.

نپل‌اسکی و دپراتو[1] (۲۴:۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان پیچیدگی تکنولوژیکی و توسعه اقتصادی انجام دادند. بر اساس نتایج این پژوهش دو معیار تنوع تکنولوژی و فراگیربودن تکنولوژی‌های موجود، به‌عنوان معیارهای پیچیدگی تکنولوژی، به‌ترتیب تأثیر مثبت و منفی بر درآمد و رشد اقتصادی دارند (نپل‌اسکی و دپراتو ۲۰۲۰، ۲۴).

لی و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان تأثیر ورودی تحقیق وتوسعه 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 می کند پایین است و نیاز به بهبود دارد (لی، یوچن و یوآن‌چانگ ۲۰۲۰، ۲۰۲۰).

مولپو[2] 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

[1] Nepelski & De Prato
[2] Molepo

و توسعه و تأثیر آن‌ها بر طول مدت پروژه انجام شد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که عوامل مختلفی در پیچیدگی پروژه تحقیق و توسعه نقش دارند و تأخیر در این پروژه‌ها به دلیل مدیریت ناکارآمد فرآیند مدیریت پروژه تحقیق و توسعه است(مولپو، مارنویک و جوزف، ۲۰۱۹).

بروکل[1] (۲۰۱۸) تحقیقی با عنوان اندازه گیری 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 اندازه گیری پیچیدگی تکنولوژی بر اساس معیارهای افزایش پیچیدگی در طول زمان، تحقیق و توسعه بزرگتر، تحقیق و توسعه مشارکتی و تمرکز فضایی ارائه شده است.

ویسن و هوکس (۲۰۱۷) تحقیقی با عنوان پیچیدگی و تکامل فناوری: چه چیزی همه می‌دانند؟ انجام داد. یافته‌ها نشان داد به نظر می‌رسد که اجماع میان تکامل‌گرایان فرهنگی این است که تکامل فرهنگی انسان انباشته است، که معمولاً به این معنا درک می‌شود که ویژگی‌های فرهنگی، به‌ویژه ویژگی‌های فناوری، در طول نسل‌ها در پیچیدگی افزایش می‌یابند. در اینجا استدلال نمود که شواهد معتبر کافی به نفع یا علیه این نظریه پیچیدگی تکنولوژیک وجود ندارد. برای یک چیز، مجموعه داده‌های معدودی که در دسترس هستند به سختی نمونه‌ای نماینده را تشکیل می‌دهند. برای دیگری، آنها نسخه‌های بسیار خاص و معمولاً متفاوتی از تز پیچیدگی را اثبات می‌کنند یا حتی بدتر از آن، به افزایش پیچیدگی اشاره نمی‌کنند (ویسن، هوکس ۲۰۱۷، ۳۲).

بچ[2] (۲۰۱۶) تحقیقی با عنوان مدل پذیرش فناوری برای سیستم‌های هوش تجاری در شرکت‌های دانش‌بینان انجام داد. در این پژوهش یک چارچوب پژوهشی مبتنی بر مدل پذیرش تکنولوژی پیشنهاد شده است که با استفاده از مفاهیم استراتژی مبتنی بر تکنولوژی، مدیریت پروژه و کیفیت اطلاعات در شرکت‌ها گسترش می‌یابد. همچنین در این پژوهش بر اساس چارچوب پیشنهادی، یک مدل با گزاره‌های پژوهشی پیشنهاد شده و مشارکت‌های علمی مورد بحث قرار گرفته است (بچ ۲۰۱۶، ۱۰۰).

اراسموس[3] و همکاران (۴۱:۲۰۱۵) تحقیقی با عنوان مدل ساختاری پذیرش فناوری در شرکت‌های دانش بنیان انجام دادند. نتایج مسیرهای معناداری را از سودمندی ادراک شده سیستم اطلاعاتی تا نگرش نسبت به نیات رفتاری استفاده از آن را تایید کرد. علاوه بر این، قصد رفتاری برای استفاده از سیستم، استفاده واقعی از آن را پیش‌بینی کرد. سهولت استفاده درک شده به طور غیرمستقیم بر نگرش‌ها و نیات رفتاری استفاده از طریق سودمندی درک شده از سیستم اطلاعاتی تأثیر می‌گذارد.

رانیکو (۲۰۱۲) در تحقیقی عواملی که در رشد شرکت‌های جدید دانش‌بنیان 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.

امسی‌نرنی[4] (۲۰۱۱) تحقیقی با عنوان نقش پیچیدگی طراحی در بهبود فناوری انجام داد. یافته‌ها نشان داد هرچه طراحی پیچیده تر باشد، سرعت بهبود آهسته تر است. همچنین نشان می دهد که رابطه بین هزینه کل فناوری و تعداد تلاش‌های نوآوری به طور مجانبی یک قانون قدرت است که با شکل عملکردی که اغلب برای داده‌های تجربی مشاهده می شود مطابقت دارد.

امسدن و تچانگ[5] (۳۲:۲۰۰۳) تحقیقی با عنوان رویکردی جدید برای ارزیابی پیچیدگی تکنولوژیک طبقه‌های مختلف تحقیق و توسعه (با نمونه‌هایی از سنگاپور) انجام دادند. در این تحقیق چارچوبی برای طبقه بندی فعالیت‌هایی که در قالب تحقیق و توسعه در

[1] T. Broekel
[2] Bach
[3] Erasmus
[4] McNerney
[5] Amsden and Tschang

کشورهای مختلف صورت می گیرد، ارائه شده است. برای تعیین چارچوب از طبقه‌بندی ۵گانه 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.

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 (مایازاکی و کیجیما ۲۰۰۰، ۶۴).

در فاز مرور ادبیات پژوهش، بیش از ۲۰۰ سند (شامل مقالات، کتب و ...) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. ادبیات پژوهش نشان داد که مطالعات صورت گرفته در خصوص شرکت‌های دانش‌بنیان بسیار زیاد بوده، امّا ادبیات پیرامون موضوع پژوهش از غنای لازم برخوردار نیست و در خصوص پیچیدگی فناورانه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در این شرکت‌ها خلأ مطالعاتی مشاهده شد. مطالعات صورت گرفته در مورد شرکت‌های دانش بنیان عمدتاً متمرکز بر محورهای مدل ارزیابی و بررسی عملکرد، عوامل کلیدی موفقیت، مدل مدیریت دانش، مدل ایجاد و توسعه، مدیریت منابع انسانی، مدیریت تکنولوژی، تجاری سازی تکنولوژی، توانمندی‌ها و ظرفیت نوآوری، نوآوری سازمانی و مدیریتی، مدل اکتساب و ادغام شرکت‌های دانش بنیان، هزینه‌های تحقیق و توسعه، فرهنگ سازمانی، مدل کسب و کار، انتقال تکنولوژی، مدل‌های پذیرش تکنولوژی، ریسک تصمیمات تکنولوژیکی مدیران، ارزیابی سیستم مدیریت تحقیق و توسعه، ارتقاء توان کسب و کار، عوامل رشد شرکت‌های دانش‌بنیان، نوآوری تکنولوژی، ارزیابی فعالیت‌های تحقیق و توسعه، جهانی‌سازی فعالیت‌های تحقیق و توسعه، مدیریت پورتفوی پروژه‌های تحقیق و توسعه، مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره وری، مدیریت تحقیق و توسعه، عوامل کلیدی موفقیت پروژه‌های تحقیق و توسعه، نقشه راه تکنولوژی و تحقیق و توسعه، استراتژی تحقیق و توسعه، استراتژی‌های همکاری تحقیق و توسعه و سیاست‌ها و توانمندی‌های تحقیق و توسعه می باشد. مطالعه و بررسی این تحقیقات، منجر به شناخت بهتر ابعاد پژوهش حاضر و شناسایی عواملی که می‌توانند بر سطح پیچیدگی تحقیق و توسعه مؤثر باشند، گردید. سندهایی که در ادبیات در مورد موضوع پیچیدگی یافت شد، متمرکز برپیچیدگی تکنولوژی، پیچیدگی مدیریت تکنولوژی، پیچیدگی اقتصادی، پیچیدگی طراحی و پیچیدگی ابرپروژه‌ها بود، امّا اختصاصا" در مورد پیچیدگی تحقیق وتوسعه فقط یک سند یافت شد و آن هم تحقیقی بود که امسدن و تچانگ (۲۰۰۳) انجام داده بودند. در تحقیق مذکور به‌صورت کلّی موضوع پیچیدگی تحقیق وتوسعه در کشورها و صنایع مختلف آن‌ها مدنظر قرار گرفته و تنها ۸ معیار شامل: جستجوی تحقیق، هدف از تحقیق، خروجی‌ها، عملکرد، افق زمانی، تکنیک‌های بکار رفته، صلاحیت‌های مورد نیاز و اندازه‌ی کار برای سنجش سطح پیچیدگی تحقیق وتوسعه پیشنهاد شده است. از طریف دیگر در تحقیق امسدن و تچانگ مدلی برای این سنجش ارائه نشده و تنها یک سری معیار ارائه شده است. در پژوهش حاضر نیاز است بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان تمرکز شود و پیچیدگی تحقیق و توسعه‌ای که در این شرکت‌ها انجام می‌شود مورد بررسی قرارگیرد. از طرف دیگر با مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته، به‌نظر می رسد عواملی که بر سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه تأثیرگذار هستند خیلی زیاد هستند؛ در صورتی‌که امسدن و تچانگ در تحقیشان تنها به ۸ عامل اشاره کردند و در مورد بقیه عوامل سکوت کرده‌اند. بنابراین می توان مدعی شد در مورد موضوع تحقیق حاضر، خلأ مطالعاتی وجود دارد و نیاز است پژوهش‌هایی برای پرکردن این شکاف تحقیقاتی صورت پذیرد که تحقیق حاضر در همین راستاست.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر یک پژوهش کاربردی است و از نظر

جمع‌آوری داده از نوع ترکیبی بوده و به‌صورت کیفی و کمّی انجام شد. بطور کلی فرآیند انجام این پژوهش دارای سه فاز مختلف است: ۱- مرور ادبیات بمنظور شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های مدل و ارائه مدل مفهومی پیشنهادی : در این مرحله، برای یافتن مقالات و پژوهش‌های مرتبط از پایگاه‌های داده‌ی معتبر استفاده شد. ۲- انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختارمند با خبرگان و تحلیل محتوای کیفی داده‌ها با استفاده از رویکرد نظریه داده‌بنیاد بمنظور تکمیل و استخراج مؤلفه‌های مدل ۳- طراحی پرسشنامه، توزیع و جمع‌آوری آن‌ها، بررسی و تحلیل داده‌ها با روش مدل سازی معادلات ساختاری و نهایتاً ارائه مدل نهایی. جامعه آماری بخش کیفی پژوهش، شامل ۲۰ نفر از خبرگان حوزه تحقیق و توسعه و متخصصین شرکت‌های دانش‌بنیان است که با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله برفی انتخاب شدند. ویژگی‌های خبرگان انتخاب شده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. معیارهای خبرگی خبرگان

معیار خبرگی		تعداد	درصد فراوانی
تحصیلات مرتبط	کارشناسی	۴	۲۰
	کارشناسی ارشد	۸	۴۰
	دکتری	۸	۴۰
سابقه کاری مرتبط	بین ۵ سال تا ۱۰ سال	۱۲	۶۰
	بین ۱۰ تا ۱۵ سال	۵	۲۵
	بالای ۱۵ سال	۳	۱۵

خبرگان مذکور دارای تحصیلات مرتبط کارشناسی و بالاتر و نیز سابقه کاری بیش از پنج سال در حوزه تحقیق و توسعه‌ی شرکت‌های دانش‌بنیان هستند. با روش مصاحبه نیمه‌ساختارمند اطلاعات مورد نظر گردآوری شد و روش نمونه‌گیری نیز اشباع نظری است که مصاحبه تا نفر ۲۰ ام ادامه یافت. همچنین جامعه آماری بخش کمّی پژوهش، شامل کارکنان شرکت‌های فعال در پارک‌های علم و فناوری گلستان هستند که با روش نمونه گیری ساده تصادفی و جدول حجم نمونه تعیین شد که با بررسی‌های انجام شده ۴۸۸ نفر حجم جامعه آماری بود. طبق فرمول کوکران حداقل حجم نمونه از جامعه آماری ۲۱۵ نفر استخراج شد، امّا ۳۰۰ پرسشنامه توزیع شد که تعداد ۲۹۰ پرسشنامه در نهایت تکمیل و جمع‌آوری گردید.

برای گردآوری داده‌های کیفی از ابزار کتابخانه و مصاحبه استفاده شد. در ابتدا، حدود ۲۰۰ سند شامل مقالات، کتب، مقالات و پایان نامه‌های مرتبط مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. بدین منظور برای دستیابی به اسناد ابتدا از پایگاه‌های داده معتبر پژوهش‌هایی که مرتبط بودند، استخراج گردیدند. سپس در چند نوبت غربالگری بر روی آنها صورت گرفت و اسناد نهایی انتخاب گردید. در مرحله دوم برای استخراج عوامل مؤثر در تعیین سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان، با ۲۰ نفر از خبرگان تحقیق و توسعه و متخصصین حوزه‌های دانش‌بنیان مصاحبه انجام شد. مصاحبه از نوع مصاحبه‌های نیمه‌ساختارمند بود که سؤالات مصاحبه از قبل مشخص شده از تمام پاسخ‌دهندگان پرسیده شد. برای اطمینان از دستیابی به اشباع نظری، سه مصاحبه دیگر نیز انجام شد و داده‌های مربوط به آنها مورد تحلیل قرار گرفت که به کشف مفاهیم و مقوله‌های جدیدی منجر نشد . همچنین ابزار مورد استفاده برای گردآوری داده‌های بخش کمّی، پرسشنامه محقق‌ساخته بود که بر اساس یافته‌های بخش کیفی پژوهش طراحی شد. برای ارزش‌گذاری سؤالات پرسشنامه از طیف لیکرت استفاده شد. برای اعتبارسنجی بخش کیفی پژوهش، روش بازبینی توسط مصاحبه شوندگان و بررسی خبرگان غیر شرکت کننده در مصاحبه (۳ نفر از افراد خبره حوزه‌ی دانش بنیان و ۳ نفر از متخصصین حوزه تحقیق و توسعه) به‌کار گرفته شد و پس از دریافت نظرات خبرگان، اصلاحات لازم انجام شد. برای سنجش پایایی بخش کمّی پژوهش، از شاخص‌های پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ استفاده شد. در مورد این دو معیار مقادیر بالاتر از ۰/۷ نشانگرپایایی قابل قبول می باشد. همچنین برای سنجش روایی بخش کمی پژوهش، معیارهای روایی همگرا و روایی واگرا بکار گرفته شد. معیار رایج برای سنجش روایی همگرا در سطح سازه، میانگین واریانس استخراج شده (AVE[1]) است. اگر این معیار برابر ۰/۵ یا

[1] Average variance extracted

بالاتر باشد، مفهومش این است که به طور متوسط، سازه بیش از نیمی از واریانس معرف‌های متناظر را تبیین می‌کند. برای سنجش روایی واگرای مدل اندازه‌گیری، معیار فورنل و لارکر به‌کار می‌شود. بر اساس این معیار، مقدار روایی واگرا وقتی قابل قبول است که میزان میانگین واریانس استخراج شده برای هر سازه در مدل بیشتر از واریانس اشتراکی بین آن سازه و سایر سازه‌ها باشد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های بخش کیفی از روش تحلیل محتوای کیفی و انجام مراحل سه‌گانه کدگذاری (باز، محوری و انتخابی) استفاده شد. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمّی، روش مدلسازی معادلات ساختاری با نرم افزار smart pls3 بکار گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

در بخش کیفی پژوهش با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی به تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی گردآوری شده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان، پرداخته شده و نتایج حاصل از مراحل سه‌گانه کدگذاری ارائه گردیده است.

کد گذاری باز: در این مرحله ابتدا متن هر مصاحبه و اسناد نهایی شده از مرور ادبیات خوانده شد و برای هر نکته کلیدی یک کد باز تخصیص یافت. جمعا" در این مرحله ۱۶۸ کد (شامل ۷۳ کد باز از بررسی و مطالعه اسناد و ۹۵ کد از مصاحبه با خبرگان) استخراج شد. در جدول ۱ کدهای مذکور ارائه شده است.

جدول ۱: کدهای باز استخراج شده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان

منابع کد	کدهای باز	تعداد کد
(راهنمای فراسکاتی، ۳۵:۲۰۱۵)	بدیع بودن فعالیت، خلاقانه بودن فعالیت، عدم قطعیت نتیجه، نظام مندی، انتقال‌پذیری نتایج	۵
(امسدن و تچانگ، ۳۲:۲۰۰۳)	جستجوی تحقیق، هدف از تحقیق، خروجی‌ها، عملکرد، افق زمانی، تکنیک‌های بکار رفته، صلاحیت‌های مورد نیاز، اندازه‌ی کار	۸
(بروکل، ۲۰۱۸)	پیچیدگی ساختاری، دشواری ترکیب دانش، افزایش پیچیدگی در طول زمان، تحقیق وتوسعه بزرگتر، تحقیق و توسعه مشارکتی، تمرکز فضایی	۶
(خمسه و عصاری، ۱۳۹۸)، (اصغری و همکاران، ۳:۱۳۹۹)، (جاروت، ۴:۲۰۱۷)، (سو و لی، ۲:۲۰۲۱)، (مبارک و همکاران، ۹:۲۰۱۹)، ویسن و هوکس (۳۲:۲۰۱۷)	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	۱۱
(تراب‌زاده و همکاران، ۹:۱۳۹۷)، (کنجکارمنفرد، ۳:۱۳۹۹)، (هاشمی، ۷:۱۳۹۸)، (کشاورز و همکاران، ۱۱:۱۴۰۰)، (فرری و همکاران، ۲۴:۲۰۲۱)، (یحیایی و حسن‌زاده، ۷:۱۳۹۷)	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	۹
(پاک‌نیت و همکاران، ۵:۱۳۹۵)، (منصوری و همکاران، ۳۶:۱۳۹۶)، (قاضی‌نوری و همکاران، ۴:۱۳۹۵)، (بچ، ۱۰۰:۲۰۱۶)	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	۹
(اراسموس و همکاران، ۴۱:۲۰۱۵)، (ویسن و هوکس، ۳۲:۲۰۱۷)، (ام‌سی‌نرنی و همکاران، ۲۰۱۱)، (مای‌یازاکی و کیجیما، ۶۴:۲۰۰۰)، (بابکین، لیپاتنیکوو موراویوا، ۲۰:۲۰۱۵)، (حاجی‌غلام سریزدی، ۹:۱۳۹۹)، (عبدالهی، منطقی و خمسه، ۵:۱۴۰۱)	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	۱۱
(نپل‌اسکی و دپراتو، ۲۴:۲۰۲۰)، (رانیکو، ۲۰۱۲)، (چن، هو و یانگ، ۱۳:۲۰۱۱)	تنوع تکنولوژی، فراگیربودن تکنولوژی‌های موجود، انحصاری بودن، شدّت تحقیق و توسعه، حقوق مالکیت معنوی، ذخیره دانش و انباشت، سرمایه انسانی	۷

منابع کد	کدهای باز	تعداد کد
(زارعی محمودآبادی، طحاری مهرجردی و مهدویان، ۶:۱۳۹۲)، (استادی و صدری، ۹:۱۳۹۹)	سطح تحصیلات کارکنان R&D،تعداد ثبت‌نام در رشته‌های علوم و مهندسی، تعداد محققان تحقیق و توسعه، هزینه تحقیق و توسعه، تعداد مقاله‌های علمی و مهندسی، پتنت‌های دریافتی بین‌المللی و صادرات تکنولوژی پیشرفته	۷
مصاحبه ۱	سرعت تحول، ارزش افزوده فناوری، متمایز بودن از رقبا، قدرت رقابت پذیری فناوری، ظرفیت انتقال دانش جدید	۵
مصاحبه ۲	همسویی تحقیق و توسعه با استراتژی سازمان، فرآیندهای کاری، کاربردی بودن تحقیقات، محدودیت‌های تحقیق و توسعه	۴
مصاحبه ۳	منابع مالی و سرمایه ای، منابع فیزیکی و ساختاری، تضمین آینده شغلی، دستیابی به فناوری پیشرفته، تجاری‌سازی نتایج تحقیق و توسعه، هوشمندی تکنولوژی	۶
مصاحبه ۴	حس تعلق، علاقمندی سازمان به فناوری، پایبندی به سازمان، نیاز به فناوری انتخاب شغلی مناسب	۵
مصاحبه ۵	آموزش و توانمندسازی پرسنل، تبادل اطلاعات، کارا نمودن سازمان تحقیق و توسعه، طراحی و بودجه گذاری مناسب	۴
مصاحبه ۶	زیرساخت فنی، عوامل پشتیبانی، دستورالعمل‌ها و قوانین، آموزش شغلی، مهارت‌های فناوری، منبع نوآوری	۶
مصاحبه ۷	دانش و اطلاعات شغلی، ارتقاء شغلی، مهارت‌های حل مساله، فضای خلاق	۴
مصاحبه ۸	شناخت سازمانی، مشارکت در جلسات کارکنان، تبادل اطلاعات، سازگاری محیطی با فناوری، نگرش شغلی به فناوری	۵
مصاحبه ۹	نیروی انسانی متخصص، دانش کارکنان از چشم انداز سازمانی، آمادگی جهت بکارگیری فناوری	۳
مصاحبه ۱۰	اهمیت شغلی، تناسب اهداف فناوری با سازمان، رسالت و مأموریت‌های سازمانی	۳
مصاحبه ۱۱	ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، اثرات زیست محیطی، منبع نوآوری، زیرساخت‌های فناورانه، نوآوری باز	۵
مصاحبه ۱۲	نوع دوره زمانی، کیفیت محصولات و پایایی آنها، خلق فرصت‌های جدید، موفقیت کسب و کار	۴
مصاحبه ۱۳	غیرتکراری بودن تکنولوژی، کاربران ماهر و متخصص، رشد سریع، ظرفیت جذب، پیچیدگی و گستردگی دانش تولیدی	۵
مصاحبه ۱۴	گستردگی کاربرد فناوری، توانمندسازی سازمان، شدّت تحقیق و توسعه، جهانی سازی فعالیت تحقیق و توسعه	۴
مصاحبه ۱۵	سیاست‌های حمایتی، میزان سرمایه گذاری تحقیق و توسعه، مدیریت ریسک، مهارت و تخصص استفاده کنندگان	۴
مصاحبه ۱۶	برگزاری کارگاه‌ها، دوره‌های آموزشی، همسوسازی استراتژی‌ها، مزیت رقابتی، اقتصاد مقاومتی	۵
مصاحبه ۱۷	سبک مدیریت و رهبری، تمرکز در تصمیم گیری، سطح تخصص و مهارت کارکنان، تفکر سیستمی، مهندسی معکوس	۵
مصاحبه ۱۸	تسهیم اطلاعات، بهبود توانایی، بازخورد، کاهش طبقاتی شغلی، خلاقیت سازمانی، اعتماد سازمانی، رضایت شغلی، توجه به استعدادها، تشویق به ایده‌سازی	۹
مصاحبه ۱۹	مشاوره به کارکنان، توانمند سازی، کاربران توانمند، بهبود مستمر، انعطاف‌پذیری	۵
مصاحبه ۲۰	انگیزه و تعهد کارکنان، سهولت استفاده از فناوری، سودمندی فناوری، نیروی کار متخصص و کیفی	۴
جمع کدها		۱۶۸

کد گذاری محوری: این کدگذاری بر اساس مدل پارادایمی استراووس و کوربین (۲۰۰۸) انجام شد. در جدول ۲ نتایج کدگذاری محوری برای هر یک از سازه‌های مدل ارائه گردیده است.

کد گذاری انتخابی: در این مرحله با استفاده از یافته‌های مرحله کدگذاری محوری، مقوله‌هایی را که به بهبود و توسعه بیشتری نیاز داشت، تکمیل شد و عملیات حذف و ادغام کدهای تکراری و کدهای دارای معانی یکسان انجام و نهایتا" ۹۷ کد نهایی استخراج شد. در جدول ۳ نتایج این مرحله ارائه شده است.

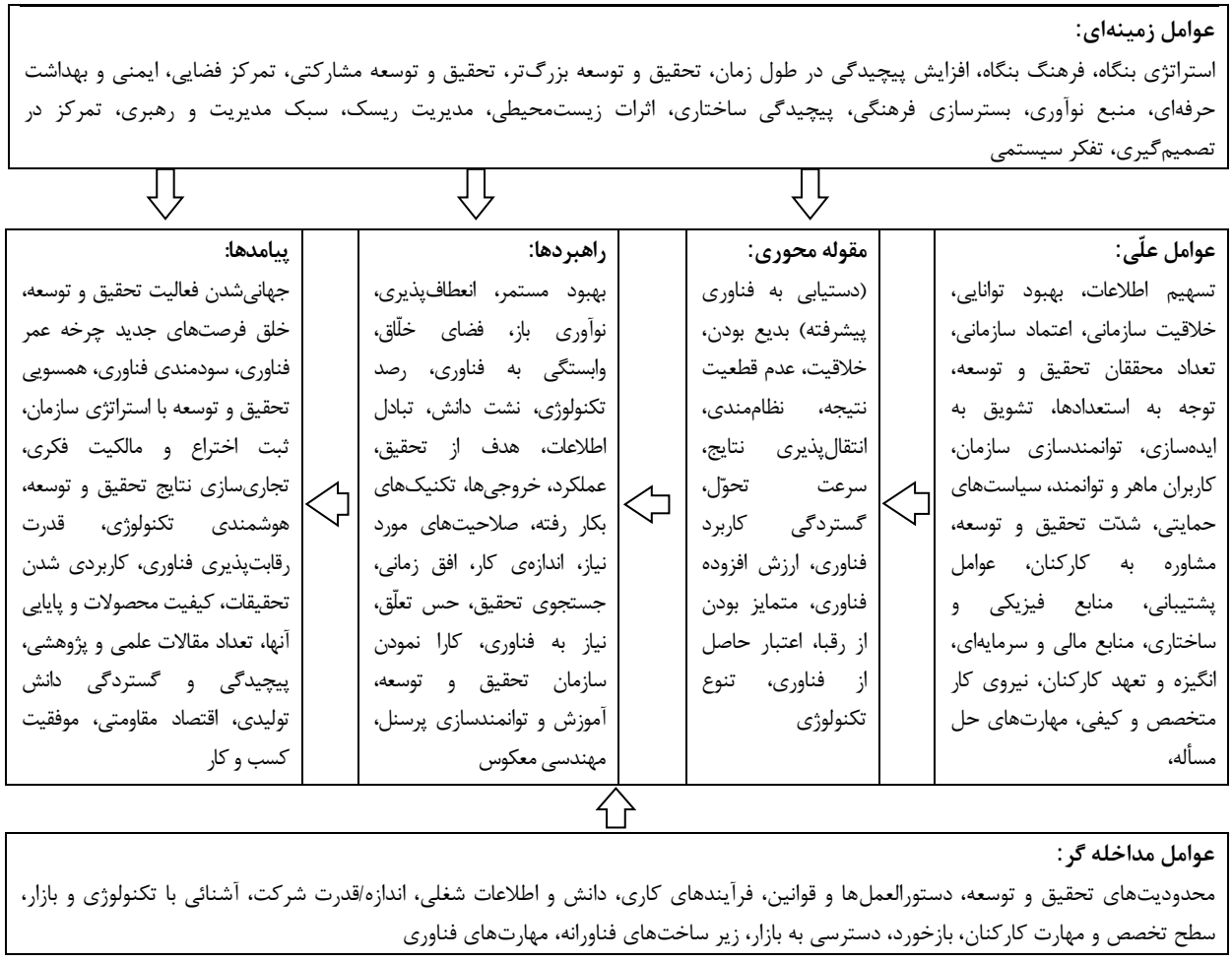
کد گذاری انتخابی: در این مرحله با استفاده از یافته‌های مرحله کدگذاری محوری، مقوله‌هایی را که به بهبود و توسعه بیشتری نیاز داشت، تکمیل شد و عملیات حذف و ادغام کدهای تکراری و کدهای دارای معانی یکسان انجام و نهایتا" ۹۷ کد نهایی استخراج شد. در جدول ۳ نتایج این مرحله ارائه شده است.

جدول ۲: نتایج کدگذاری محوری

کد محوری	مقوله
تسهیم اطلاعات، بهبود توانایی، کاهش طبقاتی شغلی، خلاقیت سازمانی، اعتماد سازمانی، رضایت شغلی، توجه به استعدادها، تشویق به ایده سازی، مشاوره به کارکنان، توانمندسازی سازمان، کاربران ماهر و توانمند، سیاست های حمایتی، شدّت تحقیق و توسعه، ظرفیت جذب، طراحی و بودجه گذاری مناسب، میزان سرمایه گذاری تحقیق و توسعه، مهارت و تخصص استفاده‌کنندگان، عوامل پشتیبانی، منابع فیزیکی و ساختاری، منابع مالی و سرمایه‌ای، انگیزه و تعهد کارکنان، نیروی کار متخصص و کیفی، مهارت‌های حل مسأله، کیفیت نیروی کار، دانش کارکنان از چشم انداز سازمانی، اهمیت شغلی، ذخیره دانش، انباشت سرمایه انسانی، سطح تحصیلات کارکنان R&D، تعداد ثبت نام در رشته‌های علوم و مهندسی، تعداد محققان R&D، هزینه R&D، سیاست‌های پشتیبانی دولت و در دسترس بودن اطلاعات	علّی
نوع دوره زمانی، استراتژی بنگاه، فرهنگ بنگاه، راحتی مدیریت، پیچیدگی تکنولوژی، افزایش پیچیدگی در طول زمان، تحقیق و توسعه بزرگ‌تر، تحقیق و توسعه مشارکتی، تمرکز فضایی، ایمنی، محیط‌زیست، راحتی، نوآوری، ایمنی و بهداشت حرفه ای، اثرات زیست محیطی، منبع نوآوری، بستر سازی فرهنگی، تمایل و توانایی گیرنده فناوری نسبت به تأمین الزامات دارنده فناوری، کنترل دارنده فناوری بر نحوه استفاده از فناوری توسط گیرنده، هدف از همکاری، قابلیت تعریف مفاد همکاری، قابلیت تقسیم سرمایه، ضرورت دستیابی سریع به فناوری مورد نظر، پیچیدگی ساختاری، دشواری ترکیب دانش، مدیریت ریسک، سبک مدیریت و رهبری، تمرکز در تصمیم گیری، تفکر سیستمی، رسالت و مأموریت‌های سازمانی	زمینه‌ای
محدودیت های تحقیق و توسعه، زیر ساخت‌های فناورانه، دستورالعمل‌ها و قوانین، مهارت‌های فناوری، دانش و اطلاعات شغلی، شناخت سازمانی، مشارکت در جلسات کارکنان، سازگاری محیطی با فناوری، نگرش شغلی به فناوری، آشنائی با تکنولوژی و بازار، اندازه/ قدرت شرکت، سطح تخصص و مهارت کارکنان، کشور مرجع(از نظر فرهنگی)، زیرساخت فنی، بازخورد، دسترسی به بازار، فرآیندهای کاری، هزینه اکتساب، زیرساخت	مداخله‌گر
دستیابی به فناوری پیشرفته (بدیع بودن فعالیت، خلاقانه بودن فعالیت، عدم قطعیت نتیجه، نظام مندی، انتقال پذیری نتایج تحقیق و توسعه، سرعت تحول، ارزش افزوده فناوری، متمایز بودن از رقبا، اعتبار حاصل از تکنولوژی، پتانسیل یادگیری، گستردگی کاربرد تکنولوژی، مزیت رقابتی، کدپذیری تکنولوژی، ظرفیت انتقال دانش جدید، غیرتکراری بودن تکنولوژی، رشد سریع، انحصاری بودن، تنوع تکنولوژی و فراگیربودن تکنولوژی‌های موجود)	پدیده محوری
نحوه ارتباط با شرکت، وابستگی به تکنولوژی، سطح تعهدات، نشت دانش، جستجوی تحقیق ، هدف از تحقیق، عملکرد، خروجی ها، تکنیک های بکار رفته، صلاحیت های مورد نیاز، اندازه ی کار، افق زمانی، منابع مالی، تضمین آینده شغلی ، حس تعلق، علاقمندی سازمان به فناوری، پایبندی به سازمان، نیاز به فناوری، کارا نمودن سازمان تحقیق و توسعه، انتخاب شغلی مناسب، برگزاری کارگاه‌ها، نوآوری، دوره‌های آموزشی، آموزش و توانمندسازی پرسنل، آموزش شغلی، ارتقاء شغلی، تبادل اطلاعات، مهندسی معکوس، بهبود مستمر، انعطاف پذیری، نوآوری باز، فضای خلاق، رصد تکنولوژی	راهبردها
قابلیت حفاظت از فناوری، سطح ریسک، توانایی نسبی سازمان در فناوری مورد نظر، اثر رقابتی(استراتژیک) تکنولوژی، چرخه عمر فناوری، سهولت استفاده از فناوری، سودمندی فناوری، همسویی تحقیق و توسعه با استراتژی سازمان، آمادگی جهت بکارگیری فناوری، تناسب اهداف فناوری با سازمان، ثبت اختراع و مالکیت فکری، تجاری‌سازی نتایج تحقیق و توسعه، هوشمندی تکنولوژی، قدرت رقابت پذیری فناوری، کاربردی شدن تحقیقات، کیفیت محصولات و پایایی آنها، خلق فرصت¬های جدید، پیچیدگی و گستردگی دانش تولیدی، جهانی‌سازی فعالیت تحقیق و توسعه، همسوسازی استراتژی‌ها، اقتصاد مقاومتی، موفقیت کسب و کار، سطح بلوغ تکنولوژیکی، تعداد مقالات علمی و پژوهشی، پتنت‌های دریافتی بین‌المللی، صادرات تکنولوژی‌های پیشرفته	پیامدها

جدول ۳: نتایج کدگذاری انتخابی

عوامل علّی	تسهیم اطلاعات، بهبود توانایی، خلاقیت سازمانی، اعتماد سازمانی، توجه به استعدادها، تشویق به ایده‌سازی، مشاوره به کارکنان، توانمندسازی سازمان، کاربران ماهر و توانمند، سیاست‌های حمایتی، شدّت تحقیق و توسعه ، ظرفیت جذب، عوامل پشتیبانی، منابع فیزیکی و ساختاری، منابع مالی و سرمایه‌ای، انگیزه و تعهد کارکنان، نیروی کار متخصص و کیفی، تعداد محققان R&D، مهارت‌های حل مسأله
عوامل زمینه‌ای	استراتژی بنگاه، فرهنگ بنگاه، افزایش پیچیدگی در طول زمان، تحقیق و توسعه بزرگتر، تحقیق و توسعه مشارکتی، تمرکز فضایی، ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، اثرات زیست‌محیطی، منبع نوآوری، بسترسازی فرهنگی، پیچیدگی ساختاری، دشواری ترکیب دانش، مدیریت ریسک، سبک مدیریت و رهبری، تمرکز در تصمیم‌گیری، تفکر سیستمی
عوامل مداخله‌گر	محدویت‌های تحقیق و توسعه، دستورالعمل‌ها و قوانین، فرآیندهای کاری، دانش و اطلاعات شغلی، سازگاری محیطی با فناوری، آشنائی با تکنولوژی و بازار، اندازه/ قدرت شرکت، سطح تخصص و مهارت کارکنان، بازخورد، دسترسی به بازار، زیرساخت‌های فناورانه، مهارت‌های فناوری
پدیده محوری	دستیابی به فناوری پیشرفته (بدیع بودن فعالیت، خلاقانه بودن فعالیت، عدم قطعیت نتیجه، نظام‌مندی، انتقال‌پذیری نتایج، سرعت تحوّل،گستردگی کاربرد فناوری، ارزش‌افزوده فناوری، متمایز بودن از رقبا، اعتبار حاصل از فناوری، تنوع تکنولوژی)
راهبردها	بهبود مستمر، انعطاف‌پذیری، نوآوری باز، فضای خلاق، وابستگی به تکنولوژی، رصد تکنولوژی، نشت دانش، تبادل اطلاعات، جستجوی تحقیق، هدف از تحقیق، عملکرد، خروجی‌ها، تکنیک‌های بکار رفته، صلاحیت‌های مورد نیاز، اندازه‌ی کار، افق زمانی، تضمین آینده شغلی، حس تعلق، نیاز به فناوری، کارا نمودن سازمان تحقیق و توسعه ، آموزش وتوانمندسازی پرسنل، ارتقاء شغلی، مهندسی معکوس
پیامدها	جهانی شدن فعالیت R&D، سطح ریسک، چرخه عمر تکنولوژی، سودمندی فناوری، همسویی استراتژی سازمان با تحقیق و توسعه، ثبت اختراع و مالکیت فکری، تجاری سازی نتایج R&D، هوشمندی تکنولوژی، قدرت رقابت‌پذیری فناوری، تعداد مقالات علمی و پژوهشی، کاربردی‌شدن تحقیقات،کیفیت محصولات و پایایی آنها، خلق فرصت‌های جدید، پیچیدگی و گستردگی دانش تولیدی، اقتصاد مقاومتی، موفقیت کسب و کار



شکل ۱. مدل پژوهش

با توجه به ۹۷ عامل شناسایی شده در بخش کیفی پژوهش، پرسشنامه اصلی طراحی و بین جامعه آماری توزیع گردید. داده های ۲۹۰ پرسشنامه‌ی جمع‌آوری شده از جامعه آماری، با نرم‌افزارهای SPSS22 و Smart PLS3 تجزیه و تحلیل گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمّی از روش معادلات ساختاری استفاده شد.

ارزیابی مدل‌های اندازه گیری

مدل اندازه‌گیری مشخص می‌کند که آیا سازه مورد نظر را به درستی می‌توان با گویه‌های شناسایی شده مورد سنجش قرار داد. سه معیار پایایی، روایی واگرا و روایی همگرا برای ارزیابی مدل‌های اندازه‌گیری بررسی شد معیار پایایی باید بالای ۰/۴ باشد تا مورد تأیید قرار گیرد (گلاغیر[1] و همکاران، ۲۰۰۸). بارهای عاملی حاصل از اجرای مدل نشان می دهد که شش سنجه‌ی ظرفیت جذب، دشواری ترکیب دانش، سازگاری محیطی با فناوری، تضمین آینده شغلی، ارتقاء شغلی و سطح ریسک دارای بار عاملی کمتر از ۰/۴ هستند و بنابراین از مدل حذف شدند و مجدد مدل برازش داده شد. در مدل اصلاح شده تمامی ۹۱ سنجه دارای بار عاملی بالاتر از ۰/۴ بوده و بنابراین این ضرایب دارای مقدار مناسب و مورد تأیید هستند. معیارهای آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی نیز برای سنجش پایایی بکار گرفته شد. در مورد این دو معیار مقادیر بالاتر از ۰/۷ نشان می‌دهد که پایایی مدل های اندازه گیری قابل قبول است. برای سنجش روایی همگرا از شاخص متوسط واریانس استخراج شده که نشان‌دهنده میزان همبستگی یک سازه با شاخص های خود است، استفاده شد. مقادیر درج شده آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی و متوسط واریانس استخراج شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که پایایی و روایی همگرا مدل اندازه‌گیری این پژوهش مورد تأیید است.

معیار دیگری که برای سنجش برازش مدل‌های اندازه گیری در روش حداقل مربعات جزئی استفاده می‌شود، معیار روایی واگرا است. این معیار وقتی قابل قبول است که مقدار ریشه دوم واریانس استخراج شده برای هر سازه از واریانس اشتراکی بین آن سازه و سازه‌های دیگر در مدل بیشتر باشد. مقادیر معیار روایی واگرای درج شده در جدول ۵ نشان می‌دهد، مدل در سطح سازه از روایی واگرا برخوردار است.

ارزیابی مدل ساختاری

بر خلاف مدل‌های اندازه‌گیری، بخش مدل ساختاری به متغیرهای آشکار کاری ندارد و تنها متغیرهای پنهان همراه با روابط میان آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد. برای ارزیابی مدل ساختاری از معیارهای ضریب تعیین، ضریب مسیر و ضرایب معنی‌داری t استفاده می شود. اعدادی که بر روی مسیر ارتباطی سازه ها نمایش داده شده است، ضریب مسیر نام دارد. این معیار برای بررسی میزان تأثیر مستقیم یک متغیر بر متغیر دیگر استفاده می‌شود. اعداد داخل هر دایره ضریب تعیین سازه اصلی را نشان می‌دهد و مقدار آن همیشه بین صفر و یک است. در شکل ۱ مدل ساختاری نهایی تحقیق همراه با ضرایب بارهای عاملی نمایش داده شده است.

برای آزمون معناداری فرضیه‌ها آزمون بوت استراپ استفاده شد و شاخص جزئی مقدار آماره تی به‌کار گرفته شد. اگر مقدار تی بیشتر از ۱/۹۶ باشد، نشان می‌دهد که رابطه بین سازه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد صحیح بوده و نشان‌دهنده شرایط مطلوب بخش ساختاری مدل است. در شکل ۲ مدل ساختاری نهایی تحقیق با ضرایب معنی‌داری نمایش داده شده است.

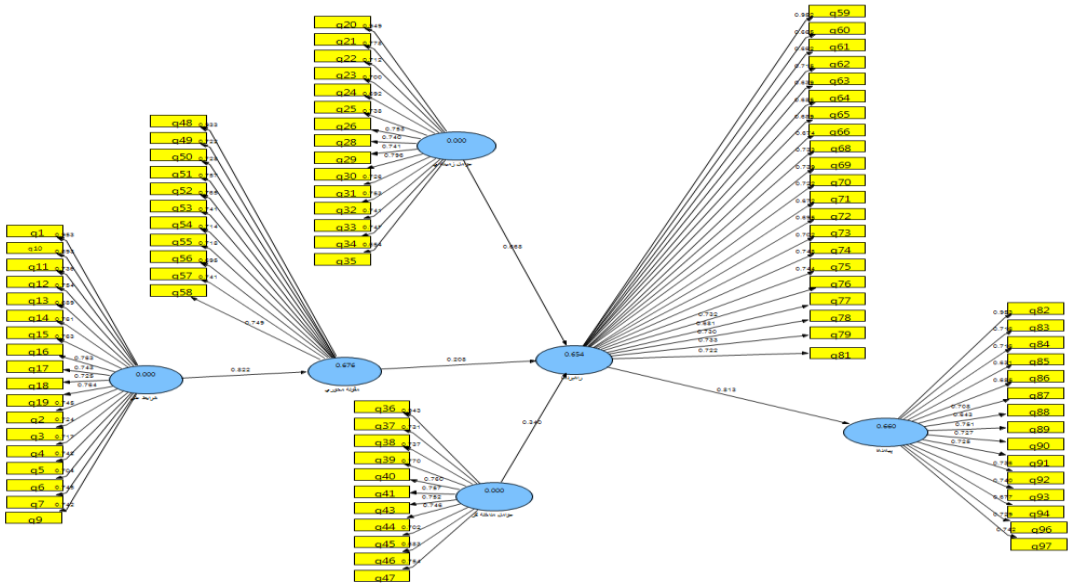
جدول ۴: مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی و متوسط واریانس استخراج شده

معیار	مقوله محوری	عوامل علّی	عوامل زمینه ای	عوامل مداخله‌گر	راهبردها	پیامدها
Alpha≥0.7	۰/۹۲۳	۰/۹۵۴	۰/۹۴۴	۰/۹۲۶	۰/۹۵۲	۰/۹۳۶
CR≥0.7	۰/۹۳۵	۰/۹۵۸	۰/۹۵۱	۰/۹۳۷	۰/۹۵۷	۰/۹۴۴
AVE≥0.5	۰/۵۶۸	۰/۵۶۲	۰/۵۶۴	۰/۵۷۸	۰/۵۱۶	۰/۵۳۱

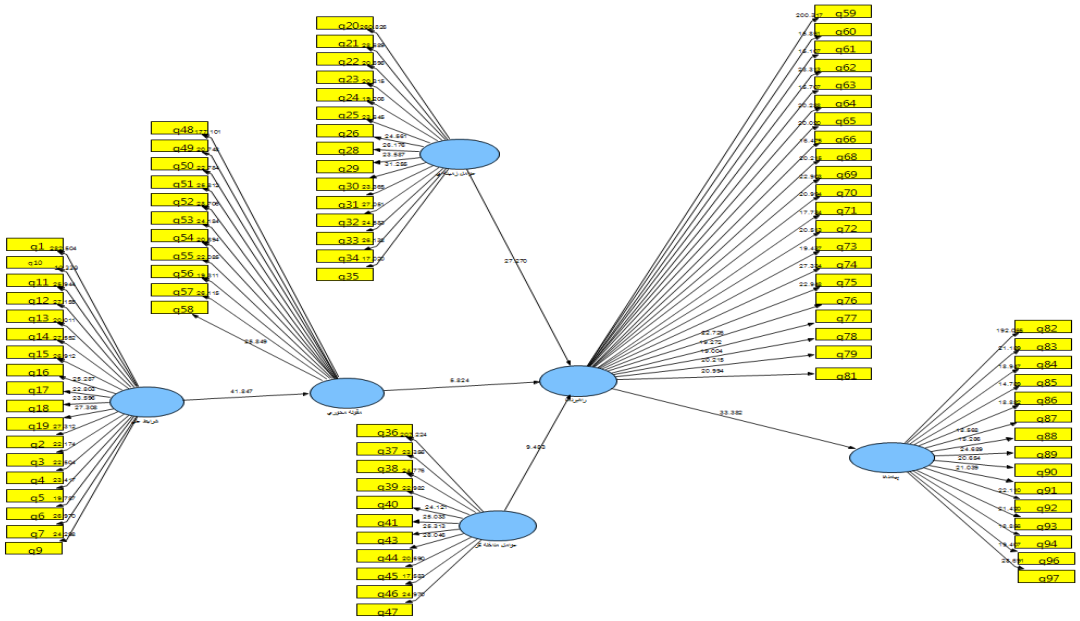
[1] Gallagher

جدول ۵: شاخص روایی واگرا با استفاده از ماتریس فورنل لارکر

سازه	عوامل علّی	عوامل زمینه ای	عوامل مداخله‌گر	عوامل محوری	راهبردها	پیامدها
عوامل علّی	۰/۷۱۹					
عوامل زمینه ای	۰/۱۸۲	۰/۷۵۰				
عوامل مداخله‌گر	۰/۷۰۱	۰/۰۵۵	۰/۷۵۱			
عوامل محوری	۰/۳۸۳	-۰/۰۲۹	۰/۰۵۳	۰/۷۶۰		
راهبردها	۰/۲۶۶	۰/۷۲۲	۰/۰۷۰	۰/۰۳۳	۰/۷۵۴	
پیامدها	۰/۷۱۳	۰/۱۶۸	۰/۰۶۷	۰/۳۳۰	۰/۲۴۷	۰/۷۲۹



شکل ۱. مدل نهایی ضرایب استاندارد



شکل ۲. مدل نهایی ضرایب معنی‌داری

به منظور آزمون مدل ساختاری از شاخص‌های نیکویی برازش شامل: ضریب تعیین R^2 و شاخص Q^2 استفاده شد. برای متصل کردن بخش اندازه‌گیری و بخش مدل ساختاری از معیار R^2 استفاده می‌شود. این معیار نشان می‌دهد یک عامل برون زا یا مستقل بر یک عامل درون زا یا وابسته چه مقدار تأثیر می‌گذارد. مقدار R^2 برای عامل‌های مستقل یا برون زا صفر است. مقادیر R^2 برای عامل‌های وابسته مدل (شامل: راهبردها، مقوله محوری و پیامدها) بترتیب عبارتند از: ۰/۶۵۴، ۰/۶۷۶ و ۰/۶۶۰ که این مقادیر در حد متوسط و قوی است، بنابراین برازش مدل ساختاری تایید می‌شود. شاخصQ^2 مشخص کننده قدرت پیش‌بینی مدل است. در صورتی که مقدار این شاخص در مورد یکی از عامل‌های درون زا مقادیر ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۲ باشد، به ترتیب نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی ضعیف، متوسط و قوی عامل یا عامل‌های برون زای مربوط به آن است. مقادیر شاخصQ^2 برای همه عوامل درون زا (شامل: راهبردها، مقوله محوری و پیامدها) بترتیب عبارتند از: ۰/۳۳۳، ۰/۳۸۱ و ۰/۳۴۸ که به معنی مناسب بودن عامل‌های مستقل در پیش‌بینی عامل‌های وابسته است و بار دیگر برازش مناسب مدل ساختاری را تایید می‌نماید.

آزمون مدل کلی

مدل کلی هر دو بخش مدل‌های ساختاری و اندازه‌گیری را شامل می‌شود و اگر برازش آن تأیید شود، بررسی برازش یک مدل کامل می‌شود. برای برازش کلی مدل از معیار GOF استفده می‌شود. این معیار در واقع شاخصی برای بررسی برازش مدل جهت پیش بینی متغیرهای درون زا است. در این پژوهش، شاخص GOF، ۰/۶ بدست آمد که چون بزرگ‌تر از ۰/۳۶ است، نشان از برازش مناسب مدل پژوهش دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

تاکنون مطالعات متعددی در خصوص شرکت‌های دانش‌بنیان در ابعاد مختلف انجام شده است؛ امّا در خصوص مدل عوامل مؤثر بر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش‌بنیان خلأ مطالعاتی وجود دارد. پژوهش حاضر را می‌توان در راستای تلاش برای پوشش این خلأ قلمداد نمود. بر اساس نتایج این پژوهش، ۹۱ معیار در قالب شش سازه (عوامل علّی، عوامل زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر، مقوله محوری، راهبردها و پیامدها) طبقه‌بندی شده‌اند، پیش‌تر (امسدن و تچانگ، ۳۲:۲۰۰۳) برای این منظور ۸ معیار جستجوی تحقیق، هدف از تحقیق، خروجی‌ها، عملکرد، افق زمانی، تکنیک‌های بکار رفته، صلاحیت‌های مورد نیاز و اندازه کار را پیشنهاد نموده و نسبت به نقش عوامل دیگر بی‌تفاوت بوده است. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات (بروکل، ۲۰۱۸)، (جاروت،۴:۲۰۱۷)، (سو و لی،۲:۲۰۲۱)، (فرری و همکاران،۲۴:۲۰۲۰)، (مبارک و همکاران، ۹:۲۰۱۹)، (بچ، ۱۰۰:۲۰۱۶)، (اراسموس و همکاران، ۴۱:۲۰۱۵) و (امسی‌نرنی، ۲۰۱۱) همسو است و همخوانی دارد. نتایج حاصل از تحلیل آماری با نرم‌افزار pls3 نشان داد که بین همه عامل‌های مدل رابطه معنی‌داری برقرار است و بعبارتی عوامل علّی بر مقوله محوری، مقوله محوری بر راهبردها، عوامل علّی بر راهبردها، عوامل مداخله‌گر بر راهبردها و راهبردها بر پیامدها تأثیر معنی‌داری دارند. همچنین نتایج تحلیل حاکی از این است که عامل‌های مستقل مدل(عوامل علّی، عوامل زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر) در پیش‌بینی عامل‌های وابسته(مقوله محوری، راهبردها و پیامدها) مناسب هستند. متغیر تسهیم اطلاعات در مجموعه عوامل علّی بیشترین تأثیر را در تعیین سطح پیچیدگی تکنولوژیک دارد. این نتیجه با نتایج پژوهش (رمضانیان و همکاران،۳:۱۳۹۱) تحت عنوان تأثیر فرآیند تسهیم دانش و توانایی جذب دانش بر قابلیت نوآوری همسو است. نتایج تحقیق (رمضانیان و همکاران، ۳:۱۳۹۱) نشان داد که تسهیم دانش بر قابلیت نوآوری تأثیر مستقیم مثبت دارد. به شرکت‌های دانش‌بنیان پیشنهاد شده است که اگر به‌دنبال بهبود قابلیت نوآوری در سازمان خود هستند، بایستی انگیزه و توانایی کارکنان در جذب و نشت دانش را افزایش دهند. تسهیم دانش کارکنان بیشتر به علّت دانش اهدا شده توسط کارکنان به همکاران نسبت به دانش جمع‌آوری شده کارکنان از دیگران بوده است. بر اساس نتایج پژوهش حاضر متغیر استراتژی بنگاه در مجموعه عوامل زمینه‌ای بیشترین تأثیر را در تعیین سطح پیچیدگی دارد. این نتیجه با نتایج تحقیق (مجیدی کلیبر و همکاران،۵:۱۳۹۴) مطابقت دارد.

(مجیدی کلیبر و همکاران،۵:۱۳۹۴) در پژوهشی تحت عنوان عوامل مؤثر بر نوآوری در بنگاه‌های کوچک و متوسط به این نتیجه رسیده‌اند که استراتژی بنگاه جزء عواملی است که بیشترین تأثیر را بر نوآوری فناورانه دارد و استراتژی بنگاه، به‌عنوان عامل تعیین کننده نوع و جهت حرکت سازمان در حوزه نوآوری محسوب می‌شود. پورتر (۱۹۸۹) معتقد است استراتژی نوآوری پیشرو، مستلزم تعهد شدید سازمان به خلاقیت، ارتباط نزدیک با منابع دانش و مشتریان و قبول مخاطرات است و استراتژی نوآوری پیرو، مستلزم توانایی مهندسی معکوس، تحلیل رقبا و کاهش هزینه است. محدودیت‌های تحقیق و توسعه در مجموعه عوامل زمینه‌ای بیشترین تأثیر را در تعیین سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیتهای تحقیق و توسعه دارد. این نتیجه با نتایج پژوهش (سایمسک و ییلدیریم[1]، ۳۵:۲۰۱۶) تحت عنوان محدودیت و موانع برای اجرای نوآوری باز در پارک های علم و فناوری، مطابقت دارد. بر اساس نتایج پژوهش مورد اشاره، محدودیت‌ها و موانع متعددی از جمله تأمین منابع لازم برای نوآوری، بروکراسی اداری و قوانین و مقررات متضاد، چالش‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری و ... سبب شده شرکت‌های دانش‌بنیان با مشکلات عدیده‌ای مواجه شوند و این محدودیت‌ها، موانع جدی بر راه توسعه نوآوری از سوی این شرکت‌ها محسوب می‌شوند. شاخص بهبود مستمر به‌عنوان تأثیرگذارترین راهبرد در تعیین سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق شناخته شد. این نتیجه با نتایج پژوهش (عبدی جمایران و فرجی،۲:۱۳۹۴) تحت عنوان نقش بهبود مستمر خلاقیت و نوآوری سازمان در هزاره سوم، همسو است. بر اساس نتایج پژوهش (عبدی جمایران و فرجی، ۲:۱۳۹۴)، شرط ماندگاری سازمان‌ها در دنیای رقابت و ایفای نقش در برآوردن نیازهای سازمان ، این است که بهبود مستمر در نوآوری را دنبال کنند و لازمه آن شناخت عوامل مؤثر در رفع موانع یادگیری مستمر سازمانی و خلاقیت است. بطور کلی برای این‌که خلاقیت در سازمان ایجاد شود، لازم است تغییر و تحوّل، نظریه پردازی‌های نو، تحمّل شکست، استفاده از ایده‌های کف سازمانی و تعیین اهداف مدّنظر قرار گیرد. همچنین بر اساس یافته‌های پژوهش، جهانی شدن فعالیت تحقیق و توسعه مهمترین پیامد ناشی از بکارگیری راهبردهای تعیین سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ی شرکت‌های دانش‌بنیان محسوب می‌شود. این نتیجه با نتایج تحقیق (رادفر و خمسه، ۴:۱۳۸۷) تحت عنوان بررسی تأثیرات جهانی شدن تحقیق و توسعه بر توسعه و تکنولوژی مطابقت دارد. بر اساس نتایج پژوهش (رادفر و خمسه، ۴:۱۳۸۷)، فرآیند جهانی شدن و تغییرات سریع و عدم اطمینان محیط و همچنین تقاضاهای روزافزون بازار و رقابت باعث توسعه مستمر توانمندی‌های تحقیق و توسعه از طریق افزایش خلاقیت و ایجاد نوآوری شده است. جهانی‌شدن تحقیق و توسعه یک راه بسیار مناسب جهت استفاده از ظرفیت‌های منابع و دانش جهانی و نیز استفاده از حمایت‌های ناشی از رشد کسب و کار در جهان است.

با توجه به نتایج حاصل شده از این پژوهش، می‌توان وضعیت موجود شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی را از نظر سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت‌های تحقیق و توسعه مورد ارزیابی قرار داد. به‌منظور ارتقاء وضع موجود، بایستی روی عوامل تأثیرگذاری که نیاز به بهبود دارند، برنامه‌ریزی کرد و نسبت به ارتقاء آن‌ها اقدام نمود. نکته قابل توجه این است که بهبود بعضی از شاخص‌های شناسایی شده نیاز به زمان نسبت طولانی دارد؛ بنابراین لازم است بهبود شاخص‌ها در سه دوره زمانی کوتاه مدّت، میان‌مدّت و بلندمدّت برنامه‌ریزی گردد. این اقدامات سبب خواهد شد که سطح تحقیق و توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی در کلاس جهانی قرار گرفته و دستیابی به فناوری‌های پیشرفته برای شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی تسهیل گردد. نکته مهم دیگری که باید به آن توجه کرد این است که فعالیت‌هایی که از تحقیقات بنیادی شروع می‌شود نسبت به فعالیت‌های توسعه‌ای دارای دانش پیچیدگی بیشتری بوده و این نوع فعالیت‌ها معمولا" زمان‌بر است؛ لذا برنامه‌ریزی برای ارتقاء شاخص‌هایی که بخش تحقیق فعالیت‌های تحقیق و توسعه را بهبود می‌بخشند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از محدویت‌های این پژوهش می‌توان به زمان‌بر بودن گردآوری داده‌ها بدلیل مشغله زیاد افراد منتخب در جامعه

[1] Simsek and Yildirim

آماری و همچنین نبود تحقیق مشابه در زمینه پیچیدگی تحقیق و توسعه اشاره نمود. همچنین برخی از خبرگان حوزه تحقیق و توسعه علیرغم دعوت محقق به‌دلیل مشغله زیاد کاری نتوانستند زمانی را برای مصاحبه اختصاص دهند. بر این اساس، ممکن است عوامل دیگری در راستای تعیین سطح پیچیدگی تکنولوژیک فعالیت های تحقیق وتوسعه در شرکتهای دانش بنیان وجود داشته باشند که شناسایی نشده باشند. به صاحبان شرکت‌های دانش بنیان ایرانی پیشنهاد می‌شود ضمن جدی گرفتن تحقیق و توسعه و انجام هزینه های بیشتر در این بخش، از نتایج پژوهش حاضر که منجر به شناسایی عوامل تأثیرگذار در سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه شده است، برای ارتقاء سطح تحقیق و توسعه در حد استانداردهای جهانی بهره‌مند شوند تا با دستیابی به تکنولوژی‌های پیشرفته بتوانند محصولات و خدمات نوآورانه قابل رقابت در سطح جهانی را عرضه نمایند. همچنین به دست‌اندکاران نهادهای مرتبط با حوزه‌های تحقیق و توسعه و شرکت‌های دانش بنیان نیز پیشنهاد می‌گردد از آن بخش از نتایج تحقیق که مرتبط با آن‌هاست (از جمله اعمال سیاست‌های حمایتی اثربخش) استفاده نموده و در جهت افزایش سطح پیچیدگی تحقیق و توسعه کشور گام بردارند. به محققان آتی پیشنهاد می‌گردد با استفاده از مدل ارائه شده، روی موضوعاتی از قبیل الگوی پویای ارزیابی سطح پیچیدگی فعالیت‌های تحقیق و توسعه شرکت‌ها و همچنین رابطه پیچیدگی تحقیق و توسعه با عملکرد بازار شرکت‌های دانش‌بنیان کار پژوهشی انجام دهند.

منابع و مآخذ

ارمغان، نگار؛ قائد شرفی، هما؛ آقابیگی، سحر (۱۴۰۱). نقش نوآوری باز در توسعه فناوری شرکت‌های دانش‌بنیان، مورد مطالعه: مرکز رشد سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران. فصلنامه مدیریت فناوری، ۱۰(۱)، ۳۷-۶۰.

استادی، بختیار؛ و صدری، مسعود (۱۳۹۹). شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد شرکت‌های دانش بنیان ، فصلنامه رشد فناوری، ۹(۱۸)، ۶۹-۸۰.

اصغری، مریم؛ خمسه، عباس؛ و پیله وری، نازنین (۱۳۹۹). مدل ارتقاء توانایی های تحقیق و توسعه با رویکرد کیفی در صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تامین انرژی، فصلنامه مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی، ۳ (۱۰)، ۱۲۵-۱۵۰.

پاک نیت، مریم؛ انصاری، رضا؛ و شاهین ، آرش (۱۳۹۵). تحلیل تاثیر توانمندی های نوآوری فناورانه بر تجاری سازی فناوری و عملکرد شرکت های دانش بنیان استان اصفهان، مدیریت نوآوری، ۵(۹)، ۵۹-۸۴.

تراب زاده، محمد صادق؛ سجادیه، علیرضا؛ و حجازی فرد، سعید (۱۳۹۷). شناسایی عوامل سازمانی موثر بر مدیریت پژوهش و فناوری سازمان های دانش بنیان در ایران، چشم انداز مدیریت دولتی، ۹(۳۵)، ۵۶-۸۸.

حاجی غلام سریزدی، علی (۱۳۹۹). پویایی تغییرات سطح فناوری شرکت‌های فناور در پارک علم و فناوری یزد، مدیریت نوآوری، ۹(۲)، ۶۳-۹۳.

اصغری، مریم، خمسه، عباس، پیله وری، نازنین، "مدل ارتقاء توانایی های تحقیق و توسعه با رویکرد کیفی در صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تامین انرژی"، فصلنامه مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی، ۳ (۱۰)، ۱۲۵-۱۵۰، ۱۳۹۹.

خمسه، عباس؛ عصاری، محمدحسین (۱۳۹۸). مدیریت تحقیق و توسعه (نگرشی یکپارچه بر مفاهیم، ساختار و سازمامدهی، توانایی‌ها و مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه). کرج: سرافراز.

رادفر، رضا؛ و خمسه، عباس (۱۳۸۷). بررسی تاثیرات جهانی شدن تحقیق و توسعه بر توسعه فناوری و نوآوری، فصلنامه رشد فناوری، دوره ۴ (۱۶)، ۱-۱۰.

رمضانیان، محمدرحیم؛ مرادی، محمود؛ و بساق‌زاده، نرجس (۱۳۹۱). تاثیر فرایند تسهیم دانش و توانایی جذب دانش بر قابلیت نوآوری، چشم‌انداز مدیریت دولتی، ۳(۱۱)، ۹۱-۱۱۱.

زارعی محمودآبادی، محمد، طحاری مهرجردی، محمدحسین، و مهدویان، علیرضا (۱۳۹۲). ارزیابی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ایران: رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، مدیریت صنعتی، ۶(۱)، ۵۵-۷۴.

شاکری، رؤیا؛ حسنی، رفیق؛ عبدالملکی، مهدی؛ و آژنگ، محمدرضا (۱۴۰۱). ارائه الگوی عملکرد نوآوری شرکت‌های دانش بنیان: رهیافت فراترکیب، پژوهش‌های مدیریت عمومی، ۱۵(۵۵)، ۱۲۵-۱۵۴.

عبدالهی خوشمردان، سعید؛ منطقی، منوچهر؛ خمسه، عباس (۱۴۰۱). ارائه یک الگو برای شناسایی ابعاد پیچیدگی ابرپروژه‌های فناورانه با روش فراترکیب. مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی، ۵(۳).

عبدی جمایران، علی؛ و فرجی، زهرا (۱۳۹۴). نقش بهبود مستمر خلاقیت و نوآوری سازمان در هزاره سوم، کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در مدیریت اقتصاد و حسابداری، دوره برگزاری: ۲.

قاضی نوری، سیدسروش؛ بامدادصوفی، جهانیار؛ و ردائی، نیلوفر (۱۳۹۵). بررسی رفتار و عملکرد شرکت های دانش بنیان ایرانی با رویکرد تکسونومی، فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، ۴(۳)، ۹-۳۲.

کشاورز، سهیلا؛ یعقوبی، نورمحمد؛ و دقتی، عادله (۱۴۰۰). ارزیابی عوامل موفقیت شرکت‌های دانش بنیان پارک علم و فناوری فارس با رویکرد الگوسازی معادلات ساختاری، فصلنامه سیاست‌نامه علم و فناوری، ۱۱(۱)، ۳۵-۵۰.

کنجکاو منفرد، امیر (۱۳۹۹). واکاوی تاثیر عوامل پذیرش نوآوری فناورانه و تعهد منابع بر قابلیت‌های مدیریت دانش به‌منظور افزایش مزیت رقابتی (نمونه پژوهش: شرکت های دانش بنیان استان یزد)، مدیریت دانش سازمانی، ۳(۱۰)، ۱۴۷-۱۷۵.

مجیدی کلیبر؛ مرضیه؛ سمیعی نصر، محمود؛ و محمدخانی، کامران (۱۳۹۴). عوامل موثر بر نوآوری در بنگاه های کوچک و متوسط، سیاست‌نامه علم و فناوری، ۵(۲)، ۳۵-۴۹.

منصوری، سمیه؛ وظیفه، زهرا؛ و یوسفی، جمیله (۱۳۹۶). اولویت‌بندی پیشران های عوامل اثرگذار در راستای توسعه شرکت‌های دانش بنیان در استان کرمان، فصلنامه علمی پژوهشی توسعه کارآفرینی، (۳۶)، ۳۱۹ -۳۳۸.

هاشمی، زهرا (۱۳۹۸). بررسی رفتار جذب منابع انسانی تحقیق و توسعه در شرکت‌های دانش بنیان در پاسخ به سیاست‌های مالی و مالیاتی: مطالعه موردی ایران، توسعه فناوری، ۷(۳)، ۹۱-۱۲۴.

یحیایی، مهری؛ و حسن زاده، علی (۱۳۹۷). ارائه مدل تجاری سازی فناوری در شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه ICT، دانش سرمایه گذاری، ۷(۲۶)،۶۳-۸۲.

Amsden, H.; Ted Tschang, F. (2002). A new approach to assessing the technological complexity of different categories of R&D (with examples from Singapore). Research Policy, 32 (2003) 553–572.

Babkin, A. V.; Lipatnikov, V. S.; & Muraveva, S. V. (2015). 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.

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

Broekel, T. (2018). Measuring technological complexity – current approaches and a new measure of structural complexity. arXiv preprint arXiv:1708.07357.

Chen, C. P.; Hu, J. L.; Yang, C. H.; et al. (2011). An international comparison of R&D efficiency of multiple innovative outputs: the role of the national innovation system. Innovation, 13(3), 341–360.

Da silva, F., De Araujo Querido Oliveira, E., & de Moraes, M. (2016). Innovation development process in small and medium technology-based companies. Journal of Innovation and management review, 13(3) 176-189.

Erasmus, E.; Rothmann, S.; Van Eeden, C. (2015). A structural model of technology acceptance. SA Journal of Industrial Psychology/SATydskrif vir Bedryfsielkunde, 41(1), Art. 1222, 12.

Ferri, R.; Spanò, M.; Maffei, C. (2021). 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, 24(3), 777-798.

Gallagher, D.; Ting, L.; Palmer, A. (2008). A Journey into the Unknown: Taking the Fear out of Structural Equation Modeling with AMOS for the First-Timer User. The Marketing Review, 255-275.

Jarot, S., Astari, R. (2017). Evaluation of knowledge management system using technology acceptance model. proceeding of the electrical engineering computer science and informatics, 4(1).

McNerney, J.; Doyne Farmer, J.; Redner, S.; E Trancik, J. (2011). the role of design complexity in technology improvement. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA.

Miyazaki, K.; Kijima, K. (2000). complexity in technology management. Technological Forecasting and Social change, 64(1), 39-54.

Molepo, P. M., Marnewick, A. & Joseph, N. (2019). Complexity factors affecting research

and development projects duration. 2019 IEEE Technology & Engineering Management Conference (TEMSCON), Atlanta, GA, USA, 2019, pp. 1-6.

Mubarak, M. F.; Shaikh, F. A.; Mubarik, M.; Samo, K. A.; Mastoi, S. (2019). The Impact of Digital Transformation on Business Performance, A Study of Pakistani SMEs. Engineering, Technology & Applied Science Research, 9(6).

Nepelski, D.; De Prato, G. (2020). Technological complexity and economic development. Review of Development Economics, 24(2). 448-470.

Lei Lv, Yuchen Yin , and Yuanchang Wang. (2020). 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.

OECD (2015). Frascati manual 2015: guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development, 52-60.

Rannikko, H. (2012). 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. http://hdl.handle.net/10138/29986

Simsek, K.; Yildirim, N. (2016). Constraints to Open Innovation in Science and Technology Parks. Social and Behavioral Sciences, vol. 35 ,719 – 728.

Strauss, A.; Corbin, J. (2008). Basic of qualitative research: Techniques and procedures for developing Grounded Theory. third edition, Los Angeles: stage publication, pp: 156.

Su, Y.; Li, M. (2021). Applying Technology Acceptance Model in Online. Entrepreneurship Education for New Entrepreneurs, Front, Psychol,2(9), 34-66.

Vaesen, K.; Houkes, H. (2017). Complexity and technological evolution: what everybody knows?. springer, Biology & Philosophy 32(3),1245-1268.

Presenting a model for determining the level of technological complexity of research and development activities in knowledge-based companies

Gholamali Shahmoradi [1]- Taghi Torabi [2*]- Reza Radfar [3]- Mohammad Hasan Cheraghali[4]

Abstract

Background: Today, knowledge-based companies play a very important role in achieving advanced technologies and producing innovative products, and as a result, the growth and development of countries. The success of these companies is due to the development of advanced research and development activities that have a high level of technological complexity.

Purpose: The present study was conducted with the aim of providing a model for determining the level of technological complexity of research and development activities in knowledge-based companies.

Methodology: The current research is of mixed type. In the qualitative part, the grounded theory approach was used and the data was collected using interview tools and literature review. Quantitative part data was collected from the desired statistical population (Golestan Science and Technology Park) through a researcher-made questionnaire, then data analysis and model fitting with structural equation modeling method and using smart software. pls3 done.

Findings: 91 effective factors on determining the level of technological complexity of research and development activities in the form of six categories (causal factors , contextual factors , interfering factors, central category, strategies and consequences) were identified and the presented model was confirmed.

Conclusion: The model for determining the level of technological complexity of research and development activities resulting from the present study can be a suitable tool for managers of research and development departments of knowledge-based companies in order to improve the level of research and development activities based on global standards and creating transformation in the fields of technology and knowledge production and increasing the added value resulting from the results of research and development.

Keywords: Technological complexity, research and development, knowledge-based companies

Vol. 14, No. 51, Autumn 2023

[1] PhD student in Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: gh.shahmoradi2@gmail.com

[2] Corresponding author: Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: t-torabi@srbiau.ac.ir

[3] Professor, Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: r.radfar@srbiau.ac.ir.

[4] Assistant Professor, Department of Management, Faculty of Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: m_cheraghali@azad.ac.ir.