Volume 16, Number 2, Summer 2023

Journal of
Science & Technology Policy

Identifying Technological Learning Modes and Its Effective Factors in Nanotechnology Knowledge-based Companies

Hedayat Samadi Ansari[1], Mohammadreza Razavi[2]*, Parivash Jafari[3]

1-Ph.D. Candidate, Department of Technology Management, Faculty of Management & Economics, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Technology Management, Faculty of Management & Economics, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (corresponding author: m.razzavi@srbiau.ac.ir)
3Associat Professor, Department of Learning Management, Faculty of Management & Economics, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

The growth of knowledge-based industries based on new technologies has marked extensive changes in advanced and emerging economies. Various factors inside and outside the company affect this growth. One of the most important factors inside the company, is technological learning. The purpose of this article is to identify technological learning modes and factors affecting them in nanotechnology knowledge-based companies. This research is applied in terms of purpose, and in terms of data type, it is a qualitative research based on a case study. The participants were experts in the various departments of knowledge-based nanotechnology companies, which were selected by purposeful sampling. The sample size was determined based on the principle of theoretical saturation. Qualitative content analysis has been used in the process of analyzing texts and documents. In science-based learning, scientific promotion of the company, internal R&D, and joint research activities have been the most important modes of technological learning. In experience-based learning, the most important learning modes are individual employee communication, company interactions with the outside, work experience, technical and skill training, teamwork, organizational flexibility, and knowledge and experience sharing. The innovation of these learnings also includes product innovation, process and technology innovation, market innovation and obtaining approvals and certificates. Factors affecting technological learning are R&D capability, production capability and learning culture as internal drivers and internal and international restrictions, legal capacities and government interventions, technological changes and competition intensity as external drivers.

Keywords: Knowledge-Based Companies, Innovation, Technological Learning Modes, Experience-Based Learning, Science-Based Learning.

How to Cite this Paper:

Samadiansari, H., Razzavi, M. & Jafari, P. (2023). **Identifying Technological Learning Modes and Effective Factors in Nanotechnology Knowledge-based Companies.** *Journal of Science & Technology Policy*, 16(2), 97-114. {In Persian}.
DOI: 10.22034/jstp.2023.11320.1653

CC BY

Publisher: National Research Institute for Science Policy

سال شانزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲

فصلنامه علمی-پژوهشی

سیاست علم و فناوری

مقاله پژوهشی

شناسایی شیوه‌های یادگیری فناورانه و عوامل موثر بر آن در شرکت‌های دانش‌بنیان نانوفناوری

هدایت صمدی انصاری[۱]، محمدرضا رضوی[۲*]، پریوش جعفری

۱- دانشجوی دکترا ، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

(نویسنده مسئول مکاتبات: m.razzavi@srbiau.ac.ir)

۳- دانشیار گروه مدیریت آموزشی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

صنایع مبتنی‌بر دانش و فناوری‌های پیشرفته، پایه‌گذار تحولات گسترده‌ای در اقتصادهای صنعتی و نوظهور بوده‌اند. عوامل مختلفی بر این تحولات تاثیر گذارند که یکی از مهم‌ترین عوامل درون بنگاهی، یادگیری‌های فناورانه است. هدف این مقاله، شناسایی شیوه‌های یادگیری فناورانه و عوامل موثر بر آن در شرکت‌های دانش‌بنیان نانوفناوری است. این تحقیق از لحاظ هدف، کاربردی و از منظر نوع داده، تحقیقی کیفی است. شرکت کنندگان، متخصصان فعال در بخش‌های مرتبط با یادگیری فناورانه شرکت‌های دانش‌بنیان نانوفناوری بوده که به روش نمونه‌گیری هدفمند و حجم نمونه بر اساس اصل اشباع نظری، انتخاب شده‌اند. در فرایند تحلیل متون و اسناد، از تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار و برای غربال‌گری از دلفی فازی استفاده شده است. نتایج نشان داد شیوه‌های یادگیری فناورانه در این شرکت‌ها، اغلب با آنچه در پیشینه موضوع آورده شده، مشابه است اما تفاوت‌هایی نیز وجود دارد. در یادگیری مبتنی بر علم، ارتقاء بنیان‌های علمی شرکت، تحقیق و توسعه داخلی و فعالیت‌های پژوهشی مشترک، مهم‌ترین شیوه‌های یادگیری فناورانه می‌باشند. در یادگیری مبتنی بر تجربه، ارتباطات فردی کارکنان، تعاملات شرکت با محیط بیرون، تجربه انجام کار، آموزش‌های فنی و مهارتی، کار گروهی و انعطاف‌پذیری سازمانی، از مهم‌ترین شیوه‌های یادگیری هستند. در بخش نوآوری، در کنار نوآوری در محصول، فرایند و فناوری، اخذ تاییدیه‌ها و گواهی‌نامه‌ها یکی از شیوه‌های متفاوت در این شرکت‌ها بوده است. از مهم‌ترین عوامل موثر بر یادگیری فناورانه، می‌توان به فرهنگ یادگیری در بخش پیشران‌های داخلی و محدودیت‌های داخلی و بین‌المللی و ظرفیت‌های قانونی و مداخلات دولت، در بخش پیشران‌های خارجی اشاره کرد.

کلیدواژه‌ها: شرکت‌های دانش‌بنیان، نوآوری، نانوفناوری، شیوه‌های یادگیری فناورانه، یادگیری تجربه محور، یادگیری علم محور.

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

صمدی انصاری.، هدایت، رضوی، محمدرضا.، جعفری، پریوش. (۱۴۰۲). **شناسایی شیوه‌های یادگیری فناورانه و عوامل موثر بر آن در شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانوفناوری**. *سیاست علم و فناوری*، ۱۶(۲)، ۱۱۴-۹۷. DOI: 10.22034/jstp.2023.11320.1653

ناشر: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

CC BY

۱- مقدمه

رشد صنایع دانش‌بر و مبتنی بر فناوری‌های نوین تحولات گسترده‌ای را در اقتصادهای صنعتی و نوظهور رقم زده [۱] اما شمار کمی از اقتصادهای درحال‌توسعه توانسته‌اند با بکارگیری فناوری‌های جدید و تولید محصولات و خدمات رقابتی در مقیاس بالا، فرایند "رسیدن به پیشروها[1]" (فرارسی) را با شتاب طی کنند [۲]. تجربه ایران نیز نشان داده که علی‌رغم تدوین و اجرای برنامه‌های توسعه، اقدامات سیاستی و ارائه تسهیلات و مشوق‌های مختلف مالی، مالیاتی، سخت‌افزاری (پارک‌ها، آزمایشگاه‌ها و...) و نرم‌افزاری (ایجاد سازمان‌های میانجی، توسعه نیروی انسانی، مالکیت معنوی و...) از زمان برنامه سوم به بعد، صنایع مبتنی بر فناوری‌های دانش‌بر (بجز در حوزه ICT) رشد مورد انتظار را نداشته‌اند. تحقیقات انجام‌شده در این حوزه، تاثیر عواملی نظیر ویژگی‌های اقتصاد کلان، اعمال سیاست‌های تجاری/صنعتی/فناوری/نوآوری، فضای کسب‌وکار و بستر رشته صنعتی موردنظر را در رشد صنایع دانش‌بنیان بررسی کرده‌اند. برخی دیگر از مطالعات، به عوامل درون بنگاهی پرداخته و از جمله بر اهمیت شیوه‌های یادگیری فناورانه تاکید دارند [۳]. محققان این حوزه بر این اعتقادند که روندهای جهانی، نقش دانش در فعالیت‌های اقتصادی را به نحو روزافزونی پر رنگ‌تر کرده و به موازات آن نقش یادگیری فناورانه نیز در جهت کاربردی کردن دانش اهمیت بیشتری پیدا می‌کند [٤]. اگرچه در بخش قابل توجهی از ادبیات توسعه صنعتی و فناوری در کشورهای در حال توسعه، یادگیری نقش محوری دارد [۵]، اما واقعیت آن است که در این ادبیات، تقریباً عموم فرایندهای یادگیری معطوف به انتقال فناوری‌های وارداتی و تسلط بر فرایندهای تولیدی مرتبط است لذا در این فرایندها (جز در مراحل نهایی)، نقش چندانی برای دانش جدید و نوآوری مشاهده نمی‌شود. مروری بر دیدگاه صاحب‌نظرانی همچون کیم[2] که به فرایند "تقلید-تقلید خلاقانه-نوآوری " محوریت می‌دهد، یا ماتیوز[3] که بر "پیوند-اهرم‌سازی-یادگیری" تاکید می کند، یا هابدی[4] که فرایند سه مرحله‌ای سازنده تجهیزات اصلی، ساخت با طراحی اصلی و ساخت با برند اصلی (برند خود)[5] را کلیدی می‌داند و یا سیررا و مالونی[6] که با طرح "معمای نوآوری " در کشورهای در حال توسعه، نشان می‌دهند که این کشورها عملکرد نوآوری ضعیفی دارند، همگی بیانگر آن است که نظریه‌پردازان، فرایند یادگیری در بنگاه‌های اقتصادهای در حال توسعه را از منظر اخذ فناوری‌های بالغ و/یا در حال تثبیت از صاحبان فناوری در کشورهای صنعتی، تسلط بر امور تولیدی و بهبود تدریجی محصولات و فرایندها می‌نگرند. فرایندی که اگرچه بسیار مهم و محوری است اما در تبیین شکل‌گیری و رشد بنگاه‌های دانش‌بنیان و فناوری‌محور و ظهور یک حوزه فناوری تحول آفرین یا رشته صنعتی جدید، چندان راهگشا نیست. از این رو، مقاله حاضر در پی آن است تا ضمن بهره‌برداری از پیشینه مربوطه، شیوه‌های یادگیری فناورانه و عوامل موثر بر آن را در یکی از حوزه‌های مرتبط با فناوری‌ها و صنایع جدید در کشور (نانوفناوری) تبیین کرده و به سه پرسش اصلی پاسخ دهد:

۱- شیوه‌های مختلف یادگیری فناورانه در شرکت‌های دانش بنیان حوزه‌ی نانو، کدامند؟
۲- چه عواملی بر این شیوه‌های یادگیری فناورانه، تاثیرگذارند؟
۳- بر اساس این یادگیری‌ها، چه نوآوری‌هایی خلق می‌شود؟

در این مطالعه، شرکت‌های دانش بنیان به شرکت‌هایی گفته می‌شود که سهم محصولات مبتنی بر دانش، در تولید و فروش آنها قابل توجه است. این شرکت‌ها از سطح فناوری

[1] Catch-up

[2] Kim
[3] Mathews
[4] Hobday
[5] Original Equipment Manufacturer, Original Design Manufacturing, and Original Brand Manufacturing
[6] Cirera & Maloney

بسیار بالایی برخوردارند و فعالیت‌های تحقیق و توسعه نقش قابل توجهی در طراحی و ساخت محصولات دارند[۱]. نانوفناوری استفاده از یافته‌های علمی برای کنترل و کاربرد مواد در مقیاس نانو است. بر این اساس، شرکت‌های نانوفناوری، شرکت‌هایی هستند که در زمینه تولید محصولات نانوفناوری، تولید ابزار نانوفناوری و ارائه خدمات مرتبط با نانوفناوری فعال هستند[۲].

در ادامه، ابتدا خلاصه‌ای از مبانی نظری و تحقیقات گذشته در حوزه یادگیری فناروانه، ارائه خواهد شد. سپس روش تحقیق و گام‌های انجام پژوهش معرفی می‌شوند. در بخش بعد، یافته‌های به‌دست‌آمده و تحلیل داده‌های کیفی ارائه می‌شود. در انتها، به بحث و نتیجه‌گیری در خصوص شیوه‌های مختلف یادگیری فناورانه و عوامل موثر بر آن در شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانوفناوری، پرداخته می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یادگیری فناورانه، فرایند مداوم و پیوسته کسب و توسعه توانمندی‌های بنگاه از طریق پژوهش، انجام کار، استفاده از فناوری و تعامل درجهت خلق نوآوری‌ها و تولید دانش جدید است [٦]. برخی محققان یادگیری را صرفاً از دریچه فعالیت-های تحقیق و توسعه دیده‌اند و به نظر آنان، آنچه برای یادگیری فناورانه اهمیت دارد، سرمایه‌گذاری به منظور توسعه فعالیت‌های تحقیقاتی و توسعه درون‌زای دانش است [۷]. در این نگرش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، تحقیق و توسعه مشترک، دسترسی به منابع دانش خارجی (خارج از سازمان) و تعاملات کارکنان فعال در این بخش با سایر واحدهای تحقیق و توسعه و منابع خلق دانش، اهمیت ویژه‌ای دارند [۸]. نکته مهم در این رویکرد، استیلای فعالیت‌های رسمی در کلیه موارد ذکر شده است که منجر به خلق و توسعه دانش جهانی در حوزه تخصصی خواهد شد (استفاده از دانش جهانی و سپس، توسعه و خلق دانش جهانی). برخی دیگر از محققان به نقش تجربه در یادگیری اشاره دارند و به نظر آنان توسعه تجربیات، مستقیماً بر ارتقاء یادگیری فناورانه تأثیرگذار است [۹]. این دسته محققان به دو گروه تفکیک می‌شوند: گروه اول یادگیری فناورانه را از منظر تأثیر بر بهبود عملیات تولید می‌بینند و بیان می‌کنند که هر چه بیشتر یک محصول تولید می‌شود، هزینه‌های تولید آن نیز با توجه به یادگیری که در فرایند تولید اتفاق می‌افتد، کاهش می‌یابد [۱۰]. مباحث مربوط به منحنی یادگیری (یا منحنی تجربه) و بهره‌وری عملیات بر پایه تحلیل این منحنی، در این دسته قرار می‌گیرند. گروه دوم نه تنها یادگیری ناشی از بکارگیری فناوری را مهم می‌داند بلکه بر سایر روش‌های یادگیری که بر توسعه دانش فنی و توانمندی‌های فناورانه تاثیرگذار هستند نیز تاکید دارند. از نظر این محققان، یادگیری ناشی از استفاده محصول و یا یادگیری ناشی از تعاملات مختلف کارکنان و شرکت با محیط خارج، می‌توانند تاثیرات مثبت و مهمی بر بهبود عملکرد سازمان داشته باشند [۱۱]. در این نگرش، دانش ضمنی و منابع غیر رسمی دانش، جایگاه ویژه‌ای دارند. در سال ۲۰۰۷ جنسن[۳] و همکاران ابعاد مختلف یادگیری فناورانه را به طور نظام‌مند در قالب دو شیوه متمایز طبقه‌بندی کردند. در شیوه اول که سبک پژوهش‌بنیاد[٤] (STI) شناخته می‌شود، آنچه به یادگیری و نوآوری منجر می‌گردد، دانش مدون (دانش صریح) و فرایندهای رسمی یادگیری می‌باشند که نیازمند سرمایه گذاری در علم و فناوری است [۱۲]. در این سبک، دانش چه چیزی و چرایی و منابع خلق این دانش‌ها نظیر دانشگاه‌ها، موسسات پژوهشی و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی درون بنگاهی یا بیرونی، اهمیت بالایی دارند [۱۳ و ١٤]. در شیوه دوم که به

[۱] برای یکسان‌سازی در تعریف شرکت‌های دانش‌بنیان، تعریف معاونت علمی و فناوری برای این شرکت‌ها، ملاک عمل بوده است.

[۲] برای یکسان‌سازی در تعاریف، سند گسترش کاربرد فناوری‌نانو در افق ۱۴۰۴ که توسط ستاد توسعه فناوری نانو منتشر شده، ملاک عمل بوده است.

[3] Jensen

[4] STI: Scientific and Technologycally based Innovation.

سبک تجربه‌بنیاد[1] (DUI) شناخته می‌شود، دانش ضمنی کانون توجه بوده و یادگیری از فعالیت‌های روزمره و تعاملات با محیط خارجی نشأت می‌گیرد و انواع روش‌های غیررسمی یادگیری، اکتساب و تبادل دانش اهمیت دارند [۱۵ و ۱۶]. یادگیری DUI، از تجربیات اجرایی، تعاملات بازیگران و روابط بین آنها به دانش چگونگی و چه کسی می‌انجامد [۱۷]. بر پایه این الگو، تحقیقات فراوانی بر روی شرکت‌های مختلف در اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور انجام شده که نتایج، نشان از اهمیت انواع یادگیری DUI و STI و تاثیر آن بر رشد شرکت‌ها دارد. مطالعات انجام شده توسط فیگوردو[2] و همکاران [۱۸] روی صنعت زیست‌فناوری کشور برزیل در خصوص تاثیر راهبردهای مختلف یادگیری مبتنی بر STI و DUI نشان داد ایجاد توانمندی‌های فناورانه در سطح تولید و در سطوح پیشرفته‌تر نظیر تحقیق و توسعه در شرکت‌های زیرمجموعه، بر اثربخشی راهبردهای یادگیری چه از طریق STI و چه از طریق DUI موثر می باشد. فیگوردو و پیانا[3] [۱۹] با بررسی اثر راهبردهای یادگیری فناورانه بر به‌روزآوری فناوری در یکی از صنایع منبع محور کشور برزیل، بیان می‌کنند راهبردهای یادگیری در این شرکت‌ها متفاوت بوده و از تقلید و راهبردهای تدافعی تا به روزآوری فناوری و راهبردهای تهاجمی را بر پایه دو نوع یادگیری DUI و STI، در بر می‌گیرد. ناکاندالا[4] و همکاران [۲۰] با مطالعه نظام نوآوری کشور سریلانکا و تاثیر سیاست‌های محرک یادگیری بر آن اظهار می‌دارند که این سیاست‌ها صرفاً بر STI تمرکز داشته و سایر روش‌های یادگیری متمرکز بر منابع خارجی و غیر رسمی را حمایت نمی‌کنند. آنها پیشنهاد می‌کنند که کشورهای در حال توسعه رویکردی ترکیبی از نگاه به درون و یادگیری از منابع خارجی را در تدوین سیاست‌ها مد نظر قرار دهند. مطالعه دورج‌سورن[5] [۲۱] بر روی شرکت‌های استونیایی در خصوص بررسی انواع الگوهای مختلف نوآوری مبتنی بر یادگیری از طریق STI و DUI در دو بازه زمانی، نشان داد که سبک موثر نوآوری در محصول، از DUI به ترکیب یادگیری از طریق DUI و STI تغییر یافته اما نوآوری در فرایند همچنان بر نوآوری ترکیبی STI و DUI استوار است. لوخله و سومونی[6] [۲۲] شرکت‌های کوچک و متوسط آفریقای جنوبی را به منظور شناسایی قابلیت آنها در کمک به مقابله با چالش‌های اجتماعی بر پایه نوآوری از طریق STI و DUI در مدل‌های کسب و کار، مطالعه کرده‌اند. آنها دریافتند که اکثر شرکت‌های کوچک و متوسط از شیوه DUI استفاده می کنند.

در داخل کشور، نیز مطالعاتی در خصوص یادگیری و روش‌های مختلف آن، انجام شده است. احمدی و همکاران [۲۳]، عوامل موثر بر یادگیری فناورانه در تعامل شرکت‌های فعال در صنایع نفت و گاز با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی را مطالعه کرده‌اند: در سطح اول، ویژگی‌های دانشگاه و مرکز پژوهشی، میزان ارتباط سازنده طرفین، ویژگی‌های صنعت، محیط همکاری و قابلیت‌های رهبری و در سطح دوم، وابستگی دانشگاه به بودجه عمومی، سازوکارهای کنترل همکاری توسط دانشگاه، صنعت و دولت، قوانین حاکم بر تعاملات و میزان این تعاملات و مدیریت دانش، بر فرایند یادگیری فناورانه، موثرند. داداش پور و سعیدی شیروان [۲۴] تاثیر یادگیری منطقه‌ای بر نوآوری بنگاه‌های صنعتی را بررسی کرده‌اند. آنها دریافتند که بخش قابل توجهی از نوآوری بنگاه‌ها، نتیجه تغییر در شیوه‌های یادگیری آنها از محیط پیرامون می‌باشد. حکیمی [۲۵]، طی تحقیقی رابطه بین یادگیری مداری و عملکرد محصول جدید را در شرکت‌های دانش‌بنیان بررسی کرده و نشان داده که یادگیری فناورانه و فرهنگ سازمانی مشوق یادگیری، به طور مثبت با قابلیت دوسوتوانی[7] و چابکی سازمان در ارتباط است. حسینی و همکاران [۲۶]، نقش یادگیری فناورانه را در عملکرد صادراتی

1 DUI: Learning by Doing, Using, Interacting
2 Figueiredo
3 Piana
4 Nakandala
5 Dorjsuren
6 Lukhele & Soumonni
7 Ambidextrous Capability

شرکت‌های دانش‌بنیان بررسی کرده است. این تحقیق نشان داد که هوشیاری کارآفرینی و یادگیری راهبردی بر عملکرد صادراتی شرکت‌های دانش‌بنیان تاثیرگذار هستند. عطارپور و همکاران [۲۷] اثربخشی سازوکارهای یادگیری بر نوآوری در صنعت فولاد و فرصت‌های توسعه در این حوزه را مطالعه کرده‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که در صنعت فولاد یادگیری از طریق تجربه مهم‌ترین مکانیزم یادگیری است، برای نوآوری بهره‌بردارانه، یادگیری از طریق کپی برداری و طراحی، و برای نوآوری اکتشافی، یادگیری از طریق تعامل و جستجو اهمیت بالاتری دارند. صفدری رنجبر و همکاران [۲۸] ظرفیت قانونی ایران را برای پشتیبانی از یادگیری و فرارسی فناورانه، مورد ارزیابی قرار داده‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق، تنوع سیاست‌ها، عدم تناسب و تعادل بین آنها و تمرکز بر طرف عرضه و نادیده گرفتن طرف تقاضا در سیاست‌های موجود، از جمله عوامل هستند که بر یادگیری فناورانه تاثیر منفی داشته‌اند. میری‌مقدم و همکاران [۲۹] تحقیقی در زمینه یادگیری فناورانه در صنعت نفت انجام داده‌اند. بر اساس این پژوهش رژیم نهادی حاکم بر صنعت نفت یادگیری فناورانه را تضعیف می‌کند که این موضوع باعث قفل شدگی نهادی و هم تکاملی منفی کنشگران فعال در این صنعت شده و نهایتاً منجر به شکست یادگیری فناورانه در صنعت نفت می‌گردد. محمدی و همکاران [۳۰] در تحقیقی به تحلیل سبک‌های مختلف یادگیری و نوآوری مبتنی بر STI و DUI در بخش فاوای کشور پرداخته‌اند. بر اساس این مطالعه، یادگیری ترکیبی، مناسب‌ترین سبک یادگیری برای بنگاه‌های بخش فاوای کشور بوده و شرکت‌هایی که از این سبک استفاده می‌کنند بالاترین رشد گردش مالی را دارند. قاضی‌نوری و مهاجری [۱٤]، نقش سیاست‌های دولت در چگونگی ارتقاء یادگیری فناورانه را در یک بنگاه بزرگ اقتصادی، مورد بررسی قرار داده‌اند. شناسایی تفاوت‌های میان تجربه کشور در حمایت از یادگیری و تجربه دیگر کشورهای آسیایی از دستاوردهای این تحقیق است. حبیب زاده و همکاران [۳۱] عوامل درون سازمانی موثر بر یادگیری فناورانه را در یک صنعت بالغ شناسایی و اولویت‌بندی نموده‌اند. بر پایه این تحقیق، مهم‌ترین عوامل موثر بر یادگیری فناورانه به ترتیب اولویت عبارتند از: حمایت مدیریت عالی، قابلیت نیروی انسانی و برنامه‌های آموزشی رسمی و غیر رسمی. کارگر شهامت و همکاران [۳۲] به بررسی یادگیری فناورانه از منظر رفتار نوآورانه بازیگران صنعت دارویی کشور، پرداخته‌اند. آنها دریافتند که در این صنعت یادگیری فناورانه از طریق تعاملات بازیگران و بهره‌برداری از منابع اطلاعاتی انجام می‌شود اما این یادگیری به جای آنکه منجر به تقویت نوآوری در این صنعت شود، افزایش رانت را به همراه داشته است.

جمع بندی مطالعات پیشین نشان می‌دهد اولاً اکثر مطالعات بر بنگاه‌هایی متمرکز هستند که فناوری را یا از منابع خارجی تامین کرده‌اند و یا برپایه توانمندی‌های به دست آمده از انتقال فناوری‌های خارجی، اقدام به نوآوری و ارتقاء فناوری نموده‌اند. توجه روزافزون به مباحث دانش‌بنیانی و صنایع پیشرفته چه از منظر جایگاه این صنایع در توسعه اقتصادی و چه از منظر شرایط محیطی حاکم بر اقتصاد کشور، لزوم مطالعه این صنایع در حوزه یادگیری و نوآوری را دو چندان نموده است. ثانیاً؛ تعدادی معدودی از مطالعات به شناسایی سبک‌های یادگیری فناورانه در شرکت‌های دانش‌بنیان و با فناوری بالا پرداخته‌اند و اغلب مطالعات بر حوزه‌هایی دیگر نظیر فرارسی، تفاوت‌ها و تمایزهای سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه، اثر یادگیری فناورانه بر عملکرد شرکت‌ها و... متمرکزند، که این موضوع نیز بر اهمیت این مطالعه می‌افزاید.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از منظر هدف، در زمره تحقیقات کاربردی و از منظر نوع داده و رویکرد، کیفی و مبتنی بر مطالعه موردی است. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی شیوه‌های یادگیری فناورانه و عوامل موثر بر آن در شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه

نانوفناوری است. فرایند انجام تحقیق، مطالعه عمیق پیشینه موضوع، مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته و تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار بوده است.

۳-۱ تحلیل محتوای کیفی جهت دار

تحلیل محتوای کیفی دارای رویکردهای مختلفی است که بر اساس نظر سیه و شانون[1] به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند: تحلیل محتوای عرفی، تحلیل محتوای جهت‌دار و تحلیل محتوای تلخیصی [۳۳]. جدول ۱ تفاوت‌ها در کدگذاری رویکردهای مختلف تحلیل کیفی را بیان می‌کند.

جدول ۱) تفاوت کدگذاری رویکردهای مختلف تحلیل کیفی [۳۳]

رویکرد تحلیل محتوا	شروع تحقیق با:	چگونگی تشخیص کدها	خواستگاه کدها
عرفی	مشاهده	کدها همزمان با تحلیل‌ها خلق می‌شوند.	کدها از داده‌های مستقیم به دست می‌آیند.
جهت دار	مطالعات و نظریه های پیشین	کدها قبل از تحلیل و از ادبیات خلق می‌شوند.	کدها از ادبیات موضوع به دست می‌آیند.
تلخیصی	عبارات مهم و کلیدی	عبارات کلیدی قبل و یا در طی تحلیل خلق می‌شوند.	عبارات کلیدی بر اساس ترجیحات محقق یا از ادبیات به دست می‌آیند.

روش انجام تحلیل، در هر سه شیوه بسیار شبیه هم است لکن تفاوت، در روش شناسایی مفاهیم و کدگذاری‌ها است. با توجه به غنای نسبی ادبیات موضوع در حوزه یادگیری فناورانه، در این تحقیق از روش تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار، برای تحلیل مصاحبه‌ها استفاده شده است. در این شیوه، با استفاده از تحقیقات قبلی، مفاهیم، زیرمقوله‌ها، مقوله‌های اصلی و یا حتی کدهای اولیه، شناسایی می‌شوند و محقق در حین فرایند تحقیق از آن‌ها استفاده می‌کند [۳٤]. فرایند انجام تحلیل محتوای جهت‌دار، همانند سایر شیوه‌های تحلیل محتوای کیفی است، از این رو در این تحقیق، از فرایند تحلیل محتوای ارائه‌شده توسط براون و کلارک[2]، استفاده شده است. پیش از شروع تحلیل و برای شناسایی کدها، زیرمقوله‌ها و مقوله‌های اصلی، ادبیات موضوع به صورت نظام‌مند و با استفاده از شیوه فراترکیب[3] ارائه‌شده توسط سندلووسکی و باروسو[4] بررسی شده است.

۳-۲ شرکت‌کنندگان در پژوهش

مشارکت‌کنندگان در این پژوهش، متخصصان شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه نانوفناوری هستند. نمونه‌ها به صورت هدف‌مند و بر اساس هدف پژوهش انتخاب شده و تا اشباع نظری، فرایند ادامه یافته است. در این تحقیق برای انتخاب نمونه‌ها، راهبرد حداکثر تنوع مدنظر بوده و نمونه‌ها از شرکت‌های نانوفناوری فعال در صنایع مختلف، انتخاب شده‌اند. برخی از معیارهای انتخاب نمونه‌ها، آشنایی با فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآوری و سابقه حداقل ۲ سال فعالیت در حوزه نانو بوده است.

۳-۳ گردآوری داده‌ها و تحلیل آن‌ها

در این تحقیق، برای جمع‌آوری داده‌ها، از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی فضای مجازی در بخش‌های مرتبط با شرکت‌های نانوفناوری و نیز ابزارهای میدانی شامل مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته و برای مدیریت داده‌ها و کدگذاری، از نرم افزار مکس‌کیودا[5] نسخه ۲۰ استفاده شده است. هر مصاحبه، پس از تبدیل به متن، چند بار توسط محقق مطالعه شده و کدهای اولیه با توجه به کدهای پیش‌یافته از ادبیات موضوع، حاشیه‌نویسی شده است. در ادامه، متن مصاحبه‌ها به نرم افزار وارد، کدگذاری‌ها انجام و چند بار توسط محقق، مورد بازبینی قرار گرفته‌اند. چنانچه

[1] Hsieh & Shannon

[2] Braun & Clarke
[3] Meta-synthesys
[4] Sandelowski and Barroso
[5] MAXQDA

واحدهای معنایی شناسایی شدند که در کدهای پیش‌یافته موجود نبودند، کدگذاری جدید انجام شده است. علاوه بر این و برای اطمینان از اعتبار تحقیق، یافته‌ها برای بازنگری و اظهار نظر برای مشارکت کنندگان، ارسال و نظرات آنها اعمال گردید. در مرحله بعد از ابزار دلفی فازی برای غربال نتایج استفاده شده است. در این تحقیق، از اعداد فازی مثلثی و مقیاس ۷ درجه استفاده گردید. مقوله‌های فرعی توسط گروه خبرگی ارزیابی و نظرات آنها به شکل فازی، برگردانده شد. در مرحله بعد، به منظور تجمیع نظرات خبرگی، از میانگین فازی پاسخ‌ها، استفاده گردید. در نهایت، مقادیر به دست آمده برای هر شاخص، فازی‌زدایی شده و چنانچه عدد به دست آمده از مقدار ۰/۷ بیشتر بوده، قابل قبول و چنانچه کمتر از این مقدار باشد، حذف شده است [۳۵]. این فرایند تا رسیدن به توافق در نظر خبرگان، ادامه داشته است. برای پایان دلفی از رویکرد اختلاف میانگین امتیازات بین دو مرحله استفاده شد. چنانچه اختلاف نظر خبرگان در دو بار تکرار، از عدد ۰/۲ (حد آستانه خیلی کم) کمتر باشد، نظرسنجی متوقف و دلفی پایان می‌یابد [۳٦].

۳-٤ اعتبار تحقیق

در یک تحقیق کیفی، از روش‌های مختلفی می‌توان پایایی تحقیق را سنجید. ذخیره‌سازی مناسب جلسه مصاحبه، ثبت وقایع و اتفاقات حین مکالمه، مشارکت افراد مختلف در کدگذاری و توافق آنها بر سر کدها، از جمله شیوه‌های اطمینان از پایایی تحقیق است [۳۷]. در این تحقیق، ابتدا ادبیات موضوع مرتبط با یادگیری فناورانه به صورت نظام‌مند و به شیوه فراترکیب، بررسی گردید. این بررسی‌ها ضمن ایجاد تسلط، مبنایی برای تدوین پرسش‌های مصاحبه و کدگذاری‌های اولیه قرار گرفت. پروتکل مصاحبه توسط سه نفر از اساتید دانشگاهی آشنا با موضوع یادگیری فناورانه و مسلط به روش تحقیق، بررسی، اصلاح و مورد تایید قرار گرفت. کدها، مقوله‌ها و زیرمقوله‌های شناسایی شده نیز، توسط سه نفر از اساتید مرتبط و مسلط بر موضوع تحقیق، بررسی و پس از برگزاری چند جلسه مشترک و اعمال نظرات اصلاحی، تایید شده‌اند. پس از انجام مصاحبه‌ها، تحلیل‌ها توسط محققین انجام و نتایج برای اظهارنظر، دریافت بازخورد و تایید کدگذاری در اختیار یک خبره بیرونی (خارج از تیم تحقیق) قرار گرفت. نمونه‌ها، به صورت هدفمند انتخاب و از افراد مختلف دارای آشنایی نسبی با فرایند یادگیری فناورانه و در جایگاه‌های شغلی متفاوت (فعال در بخش‌های تحقیق و توسعه، فناوری و نوآوری، طراحی و توسعه محصول، تولید، بازاریابی و ارتباط با مشتری) استفاده شد. مصاحبه‌ها به منظور ارزیابی درونی و تایید برداشت‌های محقق، پس از پیاده‌سازی، در اختیار مشارکت کنندگان قرار گرفت. به منظور اطمینان از پایایی تحقیق، پس از اتمام فرایند مصاحبه، متن مصاحبه‌ها و نتایج تحلیل، با چهار نفر از مصاحبه شوندگان (افرادی که بیشترین مفاهیم مرتبط با شیوه‌های یادگیری فناورانه را در مصاحبه‌ها بیان داشته‌اند)، مجدداً مطرح و بازبینی گردید.

٤- یافته‌های پژوهش

٤-۱ توصیف جمعیت مورد مطالعه

در این تحقیق از نظرات ١٤ نفر از فعالان حوزه نانوفناوری کشور که سابقه فعالیت در حوزه‌های مرتبط با یادگیری فناورانه را داشته‌اند، استفاده شده است (پس از ۱۲ مصاحبه اشباع نظری حاصل شد اما برای اطمینان بیشتر ۲ مصاحبه دیگر اضافه گردید). تعداد ۹ نفر از این افراد دارای مدرک دکترا و ۵ نفر دارای مدرک کارشناسی ارشد بوده‌اند. در این تحقیق، نمونه‌گیری هدفمند بوده و برای ایجاد یک انتخاب مناسب و اطمینان از مرتبط بودن فرد با موضع مطالعه، پیش از هماهنگی برای مصاحبه، سابقه فرد مطالعه شده است.

٤-۲ نتایج میدانی

تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل محتوای جهت‌دار و در پنج گام انجام شد:

گام اول) شناسایی کدهای موجود در ادبیات موضوع

در ابتدا، با استفاده از روش فراترکیب، مفاهیم، کدها و مقوله‌ها از ادبیات استخراج گردید. سندولووسکی و باراسو[1] [۳۸] یک فرایند ۷ مرحله‌ای را برای فراترکیب معرفی کرده‌اند که شامل: آشنایی با سئوال اصلی پژوهش، بررسی نظام‌مند ادبیات، انتخاب منابع مناسب و دارای بیشترین ارتباط با سئوال تحقیق، استحصال اطلاعات، تحلیل یافته‌ها و ترکیب آنها، اعتبارسنجی تحقیق و نتیجه‌گیری است.

گام دوم) شناخت از داده‌ها و کدگذاری اولیه

در این گام، مصاحبه‌ها به متن تبدیل و متون، چندبار مطالعه گردید و با توجه به کدهای به دست آمده از ادبیات موضوع، در حاشیه متون یادداشت‌برداری انجام شد. در ادامه، متون به نرم افزار مکس‌کیودا وارد شده و فرایند تخصیص کد به مفاهیم مرتبط، انجام شده است. جدول ۲ نمونه‌هایی از این فرایند را نشان می‌دهد.

جدول ۲) نمونه‌هایی از کدگذاری متون مصاحبه

کد	واحد معنایی
کپی برداری از نوآوری در محصول و مواد اولیه شرکت‌های دیگر	ما یکسری مواد خاص داریم تولید می‌کنیم برای کاربرد در فضای معدن و حوزه معدن، نمونه‌های خارجی گرفتیم از شرکت‌های معتبر، آوردیم اینجا و مهندسی معکوس کردیم و اونها رو تولید کردیم. (INT03)
بازتعریف وظایف افراد	اگر نیاز به کمک و راهنمایی افراد برای یک موضوع مثلاً یک پروژه باشه، افراد رو جابجا می‌کنیم یا به طور موقت در اختیار اون پروژه قرار می‌دیم. (INT05)

گام سوم) شناسایی مقوله

در این گام، کدهای شناسایی‌شده، جمع‌بندی و در مقوله‌های استخراج شده از پیشینه موضوع، دسته‌بندی شد. چنانچه کدهای جدیدی وجود داشت که در مقوله‌های شناسایی‌شده قرار نمی‌گرفت، مقوله‌های جدید، اضافه شدند. جدول ۳ نمونه‌ای از مقوله‌های فرعی را نشان می‌دهد.

جدول ۳) نمونه‌هایی از مقوله‌های فرعی

مقوله‌ها	کدهای مربوط
انعطاف‌پذیری در ساختار، وظایف و فعالیت‌ها	بازتعریف وظایف افراد؛ تغییرات قابل توجه در چارت سازمانی؛ انعطاف‌پذیری در فعالیت‌های شرکت مطابق با تغییرات محیطی؛ ادغام/تفکیک شرکت‌های زیرمجموعه
پیاده‌سازی نظام جمع‌آوری پیشنهادات و مدیریت ایده‌ها	وجود نظام جمع‌آوری پیشنهادات؛ مدیریت ایده‌های نوآورانه؛ وجود نظام تشویق و پاداش برای ایده‌ها؛ استفاده از روش‌های (ابزارهای) خلاقیت و ایده‌پردازی

گام چهارم) ترکیب زیرمقوله‌ها و شناسایی مقوله‌های اصلی

در این مرحله، مقوله‌های فرعی، ادغام و مقوله‌های اصلی، شناسایی می‌شوند. نمونه‌هایی از این ترکیب، در جدول ٤ آورده شده است.

جدول ٤) ادغام مقوله های فرعی و تشکیل مقوله‌های اصلی

مقوله‌های اصلی	مقوله‌های فرعی مرتبط
تحقیق و توسعه درون شرکتی	انجام فعالیت‌های مهندسی معکوس و R & D بهره‌بردارانه؛ انجام R&D پیش از اکتساب فناوری؛ انجام فعالیت‌های توسعه‌ای، طراحی و تحقیقات محدود در داخل بنگاه؛ تمرکز بر تحقیقات اکتشافی و استفاده مستمر از توانمندی‌های دانشی خارج از بنگاه (ملی و بین‌المللی)
تسهیم دانش و تجربه در شرکت	پیاده‌سازی نظام جمع‌آوری پیشنهادات و مدیریت ایده‌ها؛ وجود نظام مدیریت دانش و ثبت تجربیات و دسترسی پرسنل به آن؛ برگزاری جلسات منظم برای به اشتراک‌گذاری تجربه بین بخش‌های مختلف شرکت

[1] Sandelowski & Barroso

گام پنجم) بازنگری و نهایی‌سازی مقوله‌ها

در گام پنجم، نتایج به دست آمده در مراحل بالا، بازنگری و اصلاح شده‌اند. این فرایند، از بازنگری در کدهای اولیه شروع شده و تا بررسی مجدد مقوله‌های فرعی و اصلی، ادامه یافت. پس از چند بار مطالعه متون، کدها و مقوله‌های فرعی و اصلی، نتایج به دست آمده نهایی گردید. برای اطمینان بیشتر، نتایج و متون مصاحبه در اختیار یک نفر از اساتید حوزه مدیریت فناوری و مسلط به روش تحقیق قرار گرفته، بررسی و تایید گردید.

٤-٣ توصیف یافته‌ها

در این بخش به توصیف نتایج به دست آمده، شامل شیوه‌های یادگیری فناورانه در شرکت‌های نانوفناوری و عوامل موثر بر آن، پرداخته می‌شود.

الف) شیوه‌های یادگیری علم محور

جدول ۵ مقوله‌های اصلی و فرعی مرتبط با شیوه‌های یادگیری مبتنی بر علم را در شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانوفناوری، نشان می‌دهد.

ارتقاء بنیان‌های علمی شرکت: منظور از بنیان‌های علمی شرکت، دانش صریح انباشته شده در شرکت است که در طول فعالیت آن، از منابع رسمی دانش نظیر کتب، مقالات علمی، پتنت‌ها، لیسانس‌ها و ... به دست آمده و در شرکت ذخیره و در اختیار کارکنان قرار داده می‌شود. برخی از فعالان حوزه نانو معتقدند که بنیان‌های علمی شرکت، تاثیر مهمی بر یادگیری فناورانه، فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآوری‌های ناشی از آن، دارند.

تحقیق و توسعه درون شرکتی: به طیف وسیعی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخل شرکت اشاره دارد که با اهداف مختلفی مانند: آشنایی با فناوری‌های جدید، مهندسی معکوس، تحقیقات اکتشافی و... انجام می‌شوند. تعدادی از مشارکت‌کنندگان اظهار داشته‌اند که توسعه حوزه نانوفناوری به دلیل جدید و بین رشته‌ای بودن آن، به فعالیت‌های تحقیق و توسعه وابسته است و شرکت‌هایی که در این بخش قوی هستند، در ایجاد بازار و جذب مشتری موفق‌تر خواهند بود.

فعالیت‌های پژوهشی مشترک: شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانوفناوری، اغلب شرکت‌هایی کوچک هستند که بر پایه ایده‌ای دانشجویی یا برگرفته از کارهای علمی و آزمایشگاهی تشکیل شده‌اند. این شرکت‌ها اگرچه از نظر تولید و حجم محصولات در ابتدای مسیر، بازیگران قابل اعتنایی برای رقبای جاافتاده نیستند لکن سرمایه دانشی آنها، می‌تواند دست‌مایه چانه‌زنی در ایجاد اتحادهای استراتژیک، با هم و یا حتی با شرکت‌های بزرگ قرار گیرد. با این نگرش، فعالیت‌های پژوهشی مشترک از مقوله‌های اصلی در خلق ارزش و نفوذ در بازار خواهد بود، موضوعی که در چند مصاحبه مورد تاکید خبرگان این حوزه بوده است.

جدول ۵) مقوله‌های مرتبط با شیوه‌های یادگیری علم‌محور

مقوله‌های اصلی	مقوله‌های فرعی مرتبط
ارتقاء بنیان‌های علمی شرکت	– اتکاء به نیروی انسانی علمی از ابتدا – استفاده از کتب، مجلات و مقالات علمی – پتنت‌ها، لیسانس‌ها و حق امتیازهای خریداری و استفاده شده – وجود پایگاه‌های داده و شبکه‌های اطلاعات قابل دسترس برای پرسنل – برگزاری آموزش‌های رسمی ضمن خدمت با همکاری مراکز دانشی
تحقیق و توسعه درون شرکتی	– انجام فعالیت‌های مهندسی معکوس و R & D بهره‌بردارانه – انجام R&D پیش از اکتساب فناوری – انجام فعالیت‌های توسعه‌ای، طراحی و تحقیقات محدود در داخل بنگاه – تمرکز بر تحقیقات اکتشافی و استفاده مستمر از توانمندی‌های دانشی خارج از بنگاه
فعالیت‌های پژوهشی مشترک	– انجام فعالیت‌های تحقیقاتی مشترک – توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری

ب) شیوه‌های یادگیری مبتنی بر تجربه

جدول ٦ مقوله‌های اصلی و فرعی مرتبط با شیوه‌های یادگیری تجربه محور را نشان می‌دهد. بنابر نظر مشارکت کنندگان، شرکت‌های نانویی، با ترکیبی از این مقوله‌ها و تجربه اندوزی از آنها، اقدام به یادگیری فناورانه می‌کنند.

ارتباطات فردی کارکنان: یکی از نکات مورد تاکید در یادگیری تجربه محور، ارتباطات (غیررسمی) افراد با هم و با محیط خارج از شرکت است. هرچه افراد ارتباطات قوی‌تری داشته باشند، احتمال یادگیری در آنها بیشتر خواهد و در صورت وجود سازوکارهای تشویقی و انگیزشی، این یادگیری‌ها می‌توانند به نوآوری و ارزش‌آفرینی در شرکت منجر شوند.

تعاملات شرکت با محیط بیرون: تعاملات شرکتی، به روابط رسمی و غیر رسمی شرکت با محیط خارج، اشاره دارد. اینکه شرکت چگونه با رقبا، تامین‌کنندگان، مشتریان، مشاوران و ... ارتباط دارد، موضوع این مقوله است. سطح این روابط (داخلی یا بین المللی بودن) نیز اهمیت دارد، موضوعی که در چند مصاحبه بر اهمیت آن به ویژه روابط خارجی شرکت، تاکید شده است. همچنین، تعامل رسمی در فضای مجازی مانند وجود سایت‌های فعال، حضور فعال و تعاملی در شبکه‌های اجتماعی و حضور در نشست‌های تخصصی، سندیکای صنفی و نمایشگاه‌های تخصصی نیز از جمله مواردی هستند که یادگیری تجربی ناشی از تعاملات بیرونی، را ارتقاء می‌دهند.

جدول ٦) مقوله‌های اصلی و فرعی مرتبط با شیوه‌های یادگیری تجربه محور

مقوله‌های اصلی	مقوله‌های فرعی مرتبط
ارتباطات فردی کارکنان	- ارتباطات غیررسمی با محیط خارج از شرکت - حضور در جامعه متخصص دانشگاهی - ارتباطات و روابط درون شرکتی
تعاملات شرکت با محیط بیرون	- تعاملات گسترده و فعال داخلی و بین المللی - تعامل غیرنظام‌مند با شرکت‌های مشابه، تامین کنندگان، مشتریان، نمایندگی‌های فروش، رقبا، مشاوران و ... - حضور در سمینارها و کنفرانس‌ها، انجمن‌ها، نمایشگاه‌ها و نشست‌های تخصصی داخلی - حضور رسمی و تعاملی در اینترنت، شبکه‌ها و رسانه‌های اجتماعی
تجربه انجام کار در شرکت	- تجربه اندوزی از طریق یادگیری عملی - استخدام متخصصین دارای تجربه در بخش‌های مختلف شرکت
آموزش‌های فنی و مهارتی	- آموزش مهارت‌ها به شیوه استاد شاگردی - آموزش از طریق دریافت کمک‌های فنی
کار گروهی	- برگزاری جلسات کاری موردی و موضوعی (غیر مستمر) - وجود گروه‌های کاری بین رشته‌ای (ارتقاء کیفیت، بهره‌وری، مدیریتی و ...)
انعطاف‌پذیری سازمانی	- انعطاف‌پذیری در ساختار، وظایف و فعالیت‌ها - چرخش شغلی هدفمند پرسنل
تسهیم دانش و تجربه در شرکت	- برگزاری جلسات منظم برای به اشتراک‌گذاری تجربه بین بخش‌های مختلف شرکت - وجود نظام مدیریت دانش و ثبت تجربیات و دسترسی پرسنل به آن - پیاده‌سازی نظام جمع‌آوری پیشنهادات و مدیریت ایده‌ها

تجربه انجام کار در شرکت: هرچه شرکت تجربه انجام کار و تولید بیشتری داشته باشد، احتمال یادگیری و انباشت دانش و مهارت در افراد و در سیستم‌های یادگیری و تسهیم دانش و مهارت (در صورت وجود)، بیشتر خواهد بود. با توجه به اینکه شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانوفناوری، اغلب شرکت‌های کوچک و نوپایی هستند، انباشت یادگیری ناشی از تجربه تولید در آن‌ها اندک است، برای پوشش این کاستی، برخی از شرکت‌ها سیاست استخدام افراد با تجربه را پیش گرفته‌اند.

آموزش‌های فنی و مهارتی: این مقوله به نقش آموزش‌های تخصصی و مهارتی (خارج از آموزش‌های دانشگاهی) در یادگیری می‌پردازد. وجود افراد باتجربه در شرکت و قرارگیری افراد جوان و تازه‌کار در کنار آنها، بستری را برای شکل‌گیری روابط دوستانه و تعاملات فنی و دانشی ایجاد می‌کند. در کنار این موضوع، ارتباط شرکت با منابع تامین فناوری و مشاوران تخصصی و دریافت کمک‌های فنی از آنها، موجب ارتقاء یادگیری و توسعه توانمندی‌های مهارتی افراد خواهد شد.

کارِ گروهی: یکی از بسترهای مهم شکل‌گیری و توسعه تعاملات و یادگیری ناشی از آن در شرکت‌های دانش‌بنیان است. این شرکت‌ها به ویژه در ابتدای شکل‌گیری، مشکلات و موضوعات فنی و غیر فنی خود را اغلب در کارگروه‌های مختلف، طرح و چاره‌جویی می‌کنند. هر چند در ادامه مسیر و با بزرگ شدن شرکت و تفکیک وظایف، این جلسات کاهش یافته و یا به سطوح خاصی محدود می‌شوند، اما همچنان یکی از بسترهای مناسب برای به اشتراک‌گذاری تجربیات و یادگیری فناورانه می‌باشند.

انعطاف‌پذیری سازمانی: به میزان سیّالیّت مرزهای شرکت اعم از بخش‌بندی، جایگاه‌های شغلی و شرح وظایف، اشاره دارد. تغییر در وظایف شغلی و جابجایی کارکنان، زمینه شکل‌گیری تجربیات جدید و ارتقاء یادگیری در افراد را فراهم می‌کند.

تسهیم دانش و تجربه در شرکت: به اشتراک‌گذاری دانش و تجربیات اندوخته شده، یکی از شیوه‌های یادگیری مبتنی بر تجربه است. در این مقوله، جمع‌آوری، نگهداری و ترویج دانش ضمنی و تجربیات اجرایی موفق و ناموفق اهمیت دارد. نظام مدیریت دانش و برگزاری جلسات درس‌آموزی از فعالیت‌هایی اجرایی از جمله ابزارهای تسهیم دانش در شرکت‌های مورد مطالعه برشمرده شده‌اند.

ج) انواع نوآوری‌ها

به نظر اسمیت[1] و همکاران [۱۱]، انواع نوآوری، خروجی فرایندهای یادگیری فناورانه هستند. جدول ۷ انواع نوآوری در شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانوفناوری را نشان می‌دهد.

جدول ۷) مقوله‌های اصلی و فرعی مرتبط با انواع نوآوری

مقوله‌های اصلی	مقوله‌های فرعی مرتبط
نوآوری در محصول	– تولید محصولات (یا خدمات) کاملاً جدید – تولید محصول سفارشی‌سازی شده – ارائه محصولات و خدمات مکمل و اضافه – تغییرات عمده و بهبود قابل توجه در محصولات قبلی – تغییرات جزئی در محصولات فعلی و مواد مصرفی
نوآوری در فرایندها و فناوری‌ها	– ایجاد رویه‌هایی متفاوت و ساختارهایی نوین – ساماندهی جزئی در مسئولیت‌های کاری و تصمیم‌گیری – تطبیق و اصلاح فناوری‌های موجود و وارد شده به شرکت
نوآوری در بازار	– ارائه محصولات فعلی به بازارهای جدید داخلی و خارجی – استفاده از شیوه‌های جدید بازاریابی داخلی و بین المللی
اخذ و اعطای تاییدیه‌ها و گواهی‌نامه‌ها	– دریافت گواهی‌نامه‌ها و تاییدیه‌های تخصصی – اختراعات، طرح‌های صنعتی و علائم تجاری ثبت شده در داخل و خارج از کشور

د) عوامل موثر بر یادگیری فناورانه

مجموعه عوامل موثر بر یادگیری فناورانه را می‌توان به این دو دسته تقسیم کرد:

[1] Smit

پیشران‌های داخلی: مجموعه عواملی هستند که از درون شرکت فرایند یادگیری را تحت تاثیر قرار می‌دهند. توانایی شرکت در انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه، توانمندی شرکت در استفاده حداکثری از ظرفیت تولید و ... از جمله پیشران‌های داخلی یادگیری فناورانه می‌باشند.

پیشران‌های خارجی: عواملی خارج از شرکت هستند که می‌توانند بر یادگیری فناورانه، تاثیر داشته باشند. اعمال محدودیت بر شرکت نظیر انواع تحریم‌ها، استانداردهای اجباری و رقابتی صنعت و ... ازجمله مواردی هستند که مشارکت‌کنندگان به عنوان عوامل موثر بر یادگیری فناورانه، از آنها نام برده‌اند.

٤-٤ غربال نتایج و مقوله‌ها

از فرایند تحلیل محتوای متون مصاحبه، مجموعاً ١٦ مقوله اصلی و ٥١ مقوله فرعی شناسایی گردید. برای غربالگری مقوله‌های فرعی، فرایند دلفی فازی و نظرسنجی از ١٠ نفر خبره حوزه مدیریت فناوری و آشنا به موضوع یادگیری فناورانه، بکار گرفته شد. در دور دوم دلفی فازی، از مجموع ٣٩ مقوله باقی مانده در دور اول، هیچ مقوله‌ای حذف نشد (هیچ یک از مقوله‌های اصلی، در فرایند دلفی فازی حذف نگردید). در این حالت، بنابر نظر چنگ و لین[1] [٣٦]، چنانچه اختلاف میانگین امتیازات دفازی شده در دو مرحله، کمتر از عدد ٠/٢ باشد، می‌توان دلفی را متوقف نمود لذا از آنجاییکه نتایج تمامی اختلاف امتیازها، مقداری کمتر از عدد ٠/٢ داشته‌اند دلفی پایان یافت.

شکل ١ شیوه‌های مختلف یادگیری فناورانه، انواع نوآوری و عوامل موثر بر این یادگیری در شرکت‌های نانوفناوری را بر اساس نتایج به دست آمده از دلفی فازی، نشان می‌دهد.

٥- بحث

نقش دانش در فعالیت‌های اقتصادی به نحو روزافزونی پر رنگ‌تر شده و به موازات آن یادگیری فناورانه نیز اهمیت بیشتری پیدا کرده است [٤]. هرچند شرکت‌های دانش‌بنیان، نقشی کلیدی در توسعه فرایند خلق ارزش از یادگیری و دانش افزایی دارند، اما مطالعات محدودی در داخل کشور بر شیوه‌های یادگیری فناورانه این شرکت‌ها متمرکزند. از اینرو، مقاله حاضر به دنبال شناسایی شیوه‌های یادگیری فناورانه و عوامل موثر بر آن در یکی از حوزه‌های دانش‌بنیان مرتبط با فناوری‌ها و صنایع جدید (نانوفناوری) در کشور است. در این تحقیق، ابتدا با مرور ادبیات موضوع، علاوه بر آشنایی با تحقیقات گذشته و تدوین سئوالات مصاحبه، مجموعه‌ای از مفاهیم، کدها و مقوله‌های مرتبط با یادگیری فناورانه، نیز شناسایی شد. در ادامه با استفاده از ابزار مصاحبه، نظر خبرگان حوزه نانوفناوری دریافت و پس از پیاده‌سازی متون، از رویکرد تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار، برای ارزیابی آنها استفاده گردید. سپس با استفاده از تکنیک دلفی فازی، مقوله‌های به دست آمده غربال شدند. در ادامه مهم‌ترین نتایج به دست آمده آورده می‌شود:

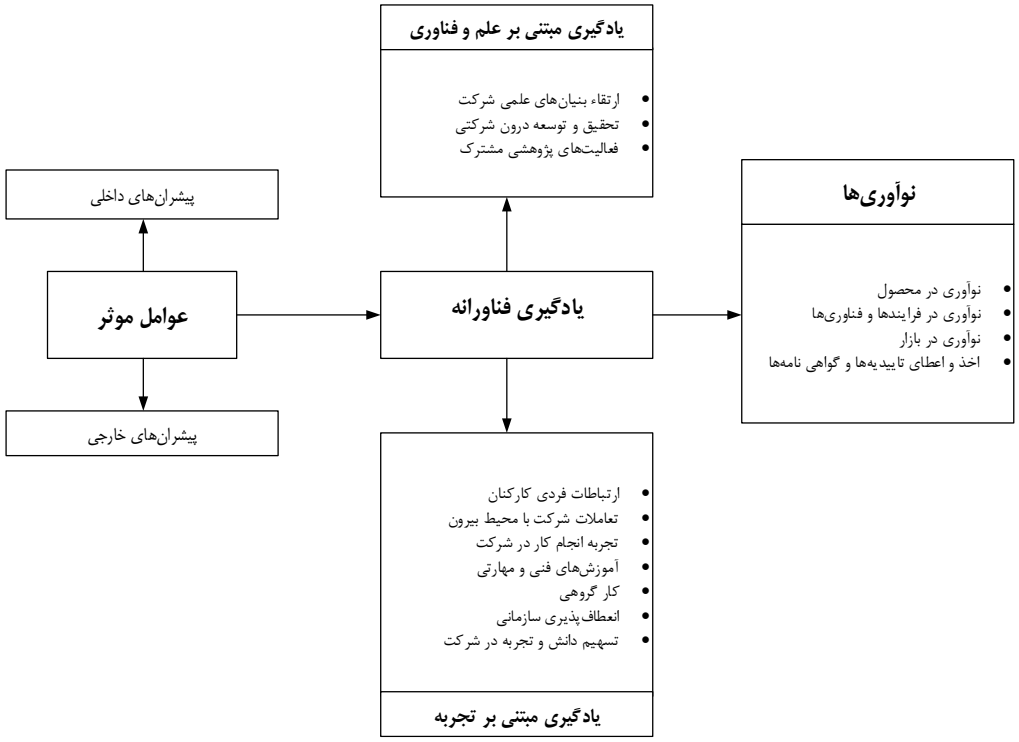
الف) در خصوص یادگیری مبتنی بر علم، ٣ مقوله اصلی و ١١ مقوله فرعی شناسایی شد. در این بخش، نتایج مصاحبه‌ها با یک تقریب قابل قبول، مشابه ادبیات موضوع و یافته‌های محققانی مانند نونز[2] و همکاران [٣٩] است با این تفاوت که شرکت‌های نانوفناوری، غالباً به چند شیوه محدود بسنده کرده و سایر شیوه‌ها را رها می‌کنند. علی رغم این تشابهات، تفاوت‌هایی نیز به چشم می‌خورد:

١- در شرکت‌های دانش‌بنیان نانوفناوری، فعالیت‌های تحقیقاتی مشترک علی‌رغم اینکه مصاحبه‌شوندگان بر لزوم آن برای بهبود و تسریع فرایند یادگیری تاکید دارند، کمتر به چشم می‌خورد که این موضوع با یافته‌های تحقیقی که ثوما[3][١٣] بر روی شرکت‌های کوچک و متوسط آلمان انجام داده، قدری متفاوت است.

[1] Cheng & Lin

[2] Nunes

[3] Thomä



شکل ۱) شیوه‌های مختلف یادگیری فناورانه، انواع نوآوری و عوامل موثر بر یادگیری در شرکت‌های نانوفناوری

وی نشان داد که شرکت‌های کوچک و متوسط در آلمان برای ایجاد مزیت‌های رقابتی و دستیابی به بازار، در تلاشند تا از طریق همکاری‌های مشترک با شرکت‌های بزرگ‌تر و صاحب برند، اولاً جایگاهی برای محصولات خود در بازار پیدا کرده و ثانیاً با یادگیری از فعالیت‌های تحقیقی این بنگاه‌ها، توانمندی‌های دانشی خود را ارتقاء بخشند. البته با توجه به نوپا بودن اغلب شرکت‌های نانوفناوری ایران، جاری نبودن فرهنگ کار تیمی، عدم حمایت‌های قانونی از حقوق مالکیت فکری و پیچیدگی مباحث حقوقی مرتبط با قراردادهای فعالیت مشترک، این تفاوت دور از ذهن نخواهد بود.

۲- در تحقیقات محققانی نظیر آپاناسوئیچ و همکاران [۱۶] به تاثیر آموزش‌های رسمی و آکادمیک بر یادگیری مبتنی بر علم اشاره شده است. در شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانو نیز به این آموزش‌ها اشاره گردید اما با تاکید بر جنبه‌های فنی (ابعاد مختلف دانش چگونگی). با این وجود، شرکت‌های نانویی به دلایلی نظیر کوچک بودن شرکت (تعداد نیروی انسانی کم و در نتیجه افزایش سرانه آموزش)، در اولویت نبودن آموزش‌های رسمی برای مدیران و در دسترس بودن گزینه‌های جایگزین مانند استفاده از خدمات مشاوران حرفه‌ای یا استفاده از هوش مصنوعی، از انجام مستمر آن خودداری می‌کنند.

۳- بیشتر فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌های نانویی (در صورت انجام این فعالیت‌ها)، بر تحقیقات ابتدایی مرتبط با مهندسی معکوس، طراحی اولیه و بهره‌وری محصول و فرایندها متمرکز هستند و تحقیقات اکتشافی و کاملاً جدید در بیشتر شرکت‌ها جایگاهی ندارند. این واقعیت هرچند که در نگاه اول با ماهیت دانش‌بنیانی این شرکت‌ها متناقض به نظر می‌رسد اما گویای این موضوع است که شرکت‌های نوپای نانوفناوری پس از تولید موفق نمونه اولیه و تاسیس شرکت، تمام ظرفیت‌های اجرایی و حتی فعالیت‌های تحقیق و توسعه را به سمت تجاری‌سازی این محصول هدایت می‌کنند تا بتوانند در رقابت بعضاً نابرابر با رقبای موجود یا محصولات جایگزین، سهمی از بازار را در اختیار بگیرند. در این فضا، فعالیت‌های تحقیقاتی اکتشافی که معمولاً با عدم اطمینان و هزینه‌های بالا همراه هستند، در اولویت این شرکت‌ها قرار نخواهند گرفت. این موضوع با یافته‌های فیگوردو و همکاران [۱۸] که پس از ترسیم فرایند ارتقاء کسب و کارها برای رسیدن به پیشروها، فعالیت‌های تحقیق و توسعه اکتشافی را

لازمه حرکت به سمت بازارهای صادراتی و جهانی شدن صنایع می‌داند، متفاوت است.

ب) در بخش یادگیری مبتنی بر تجربه، ۷ مقوله اصلی و ۱۸ مقوله فرعی شناسایی گردید. در این بخش نیز تشابهاتی با پیشینه موضوع دیده می‌شود.

۱- شرکت‌های فعال در نانوفناوری، از شیوه‌های مختلفی برای یادگیری فناورانه مبتنی بر تجربه استفاده می‌کنند. یادگیری در حین انجام کار، یادگیری از تعامل با فروشندگان فناوری و تامین‌کنندگان، برگزاری جلسات کاری و هم‌فکری از جمله شیوه‌های رایج یادگیری فناورانه در شرکت‌های مزبور بوده‌اند. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات پریللی و رادیچیچ [۱۵] و نونز و همکاران [۳۹] سازگار است.

۲- استفاده از افراد دارای تجربه به عنوان یکی از شیوه‌های ارتقاء ظرفیت‌های داخلی برای نوآوری و یادگیری بر شمرده شده است که این موضوع با تحقیقات آلهاسن[1] و همکاران [٤٠] همراستاست. با این وجود، بکارگیری و حفظ افراد متخصص و دارای تجربه، چالشی قابل توجه برای شرکت‌های نانوفناوری کشور است. افراد صاحب دانش و دارای تجربه، به دلیل توسعه ضعیف بوم‌سازگان کسب و کار نانو، نادرند به همین دلیل، رقابت برای جذب و قدرت چانه‌زنی آنها بالاست.

در کنار این تشابهات، تفاوت‌هایی نیز وجود دارد:

۱- در تحقیقی که توسط ماتیو و پایلی[2] [۸] انجام شده است، بر روابط و تعاملات فردی کارکنان با محیط بیرون (شامل تعاملات فنی فردی، حضور در جلسات فنی و مشاوره‌ای و ...) به عنوان یکی از شیوه‌های یادگیری فناورانه، اشاره شده است. اما آنچه اغلب در شرکت‌های نانوفناوری رواج دارد، محدود شدن و تمرکز این ارتباط بر محیط دانشگاهی است (حضور در محیط‌های دانشگاهی تحت عنوان استاد یا دانشجو، دریافت مشاوره از اساتید و حضور در جوامع تخصصی دانشگاهی). در واقع شرکت‌های نانویی اغلب، راه حل مسائل و مشکلات خود را در دانشگاه‌ها جستجو می‌کنند جایی که بیشترِ آنها، از یک ایده در این محیط شکل گرفته‌اند و تحقیقات اولیه یا حتی نمونه ابتدایی را نیز با استفاده از امکانات و کمک‌های فکری اساتید و دانشجویان این دانشگاه‌ها انجام داده‌اند. احتمالاً این ارتباط محدود شده می‌تواند یکی از دلایل عدم شکل‌گیری فعالیت‌های مشترک رسمی و ساختار یافته بین شرکت‌های نانوفناوری و سایر شرکت‌ها نیز باشد.

۲- تفاوت دوم، در ارتباط مستمر با مشتری و دریافت بازخورد است. ارتباط مستمر و نظام‌مند با مشتریان یکی از شیوه‌های رایج یادگیری مبتنی بر تجربه در ادبیات موضوع است[٤٠] که تاثیر عمیقی بر اصلاح و بهبود عملکرد محصولات، شناسائی نیازهای آتی مشتریان، طراحی سبد محصولات اصلی و مکمل، سفارشی‌سازی محصولات، رضایت‌مندی مشتری، شناسائی نقاط قوت و ضعف شبکه توزیع و ارتقاء نام تجاری شرکت دارد. بنابر اظهارات مشارکت‌کنندگان، شرکت‌های فعال در حوزه نانوفناوری نیز ظاهراً روابط خوب و محکمی با مشتری دارند، اما این روابط اغلب مکانیزه و نظام‌مند نیست، بعضاً متکی به فرد بوده و با پایان فرایند فروش محصول، پایان می‌یابد.

۳- انعطاف‌پذیری سازمانی یکی از شیوه‌های یادگیری فناورانه در شرکت‌هاست. شرکت‌های نانو، مانند سایر شرکت‌های نوپا، در ابتدای مسیر از انعطاف پذیری بالایی برخوردارند اما با گسترش شرکت و توسعه فعالیت‌ها، ساختارهای صلب و غیر منعطف به سرعت، جایگزین می‌شوند. به همین دلیل، مواردی نظیر گروه‌های کاری مستقل، خودمختار و مسئله محور یا توزیع مسئولیت کار و اختیار تصمیم‌گیری، که محققانی نظیر جنسن و همکاران [۱۲] و فیگوردو و همکاران [۱۸] به آنها اشاره دارند، در این شرکت‌ها کمتر دیده می‌شود. در واقع شرکت‌های نانوفناوری همزمان با بزرگ شدن شرکت، به جای حرکت به سمت مدل‌های کسب و کار جدید، با تاثیرپذیری از جو حاکم بر کسب و کارهای کشور، به سمت نظام سلسله مراتبی که سازگاری چندانی با فناوری سطح بالایی مثل نانو ندارد، حرکت می‌کنند، لذا روحیه نوآوری به مرور تقلیل رفته و حمایت‌های فنی و انگیزشی کارکنان از هم، کاهش چشمگیری پیدا می‌کنند.

ج) یادگیری فناورانه، در شرکت‌های دانش‌بنیان نانوفناوری، نوآوری‌هایی به همراه داشته است. در این بخش نیز تشابهات با پیشینه موضوع به شرح ذیل دیده می‌شود:

[1] Alhusen
[2] Mathew & Paily

شرکت‌های دانش‌بنیان نانو در بحث نوآوری، به نوآوری در محصولات، نوآوری در فرایندها، نوآوری در بازار و نوآوری در مواد اولیه اشاره داشته‌اند. نتایج به دست آمده در این تحقیق با یافته‌های مطالعات ثوما [۱۳] سازگاری دارد.

در کنار این تشابهات، تفاوت‌هایی نیز وجود دارد:

۱- بنابر نظر مشارکت‌کنندگان، دریافت گواهی‌نامه‌ها و تاییدیه‌های تخصصی، نوعی نوآوری ناشی از یادگیری در شرکت‌های نانوفناوری ایرانی محسوب می‌شود در حالی که به این مقوله در ادبیات موضوع، مستقیماً اشاره‌ای نشده است. این مقوله از آن جهت برای شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه نانوفناوری اهمیت دارد که با دریافت این گواهی‌نامه‌ها، امکان دسترسی به محصولات و بازارهای جدید، استفاده از مشوق‌های دولتی و ارتقاء نام تجاری فراهم می‌شود.

۲- در پیشینه موضوع و تحقیقاتی مانند آلهاسن و همکاران [٤٠] اعطای مجوزهای لیسانس و فرانشیز تولید به دیگر شرکت‌ها، به عنوان مقوله‌هایی برای نوآوری ذکر شده اند که مصاحبه‌شوندگان بدان اشاره نداشته‌اند. در این شیوه، که به شدت به قوانین مالکیت معنوی و مباحث حقوقی مرتبط با قراردادهای همکاری گره خورده است، شرکت‌های کوچکی که توانایی تجاری‌سازی فعالیت‌های دانشی خود را ندارند، این نتایج را به شکل پتنت، اختراع، لیسانس یا تولید مشترک، در اختیار شرکت‌های متقاضی قرار داده تا در یک فرایند برد- برد از منافع آن منتفع شوند.

۳- به روزآوری فناوری‌های موجود، یکی از مقوله‌هایی است که در ادبیات موضوع و مطالعاتی نظیر فیگوردو و پیانا [۱۹] بدان اشاره شده است. منظور از به روزآوری فناوری، ارتقاء عملکرد، سطح کنترل و کیفیت خروجی فناوری با توجه به روندهای مشاهده شده در صنعت و کلان روندهای حاکم بر فناوری است. این موضوع علاوه بر ارتقاء بهره‌وری در شرکت، امکان خلق ارزش بیشتر از طریق فروش فناوری‌های به روز شده را نیز برای شرکت فراهم می‌آورد. هرچند مصاحبه‌شوندگان اظهار داشته‌اند که شرکت‌های دانش‌بنیان نانوفناوری برای انطباق فناوری‌های وارد شده به شرکت، اقداماتی انجام می‌دهند، اما این موضوع با به روزآوری فناوری، متفاوت است و این مقوله در شرکت‌های نانوفناوری کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

د) عوامل موثر بر یادگیری فناورانه در دو مقوله اصلی پیشران‌های داخلی (داخل شرکت) و پیشران‌های خارجی (خارج از شرکت) دسته‌بندی شده‌اند. نتایج به دست آمده در این خصوص، همراستا با نتایج دیگر نظیر مطالعات قاضی‌نوری و مهاجری [١٤] است اما تفاوت‌هایی وجود دارد:

۱- ادبیات موضوع به اهمیت ظرفیت جذب در فرایند یادگیری فناورانه تاکید نموده، اما شرکت‌های دانش‌بنیان نانو چندان با این مفهوم آشنا نیستند و مشارکت‌کنندگان به این مقوله، اشاره‌ای نداشته‌اند.

۲- هرچند مقوله‌های به دست آمده از مصاحبه‌ها، بیشتر موارد موجود در پیشینه (به جز ظرفیت جذب) را شامل می‌شود لکن این شرکت‌ها، در تلاش‌های خود برای یادگیری (که آن هم ساختارمند و پیوسته نیست) تقریباً این عوامل را نادیده می‌گیرند. مقوله‌های فرهنگ یادگیری (آن‌هم محدود به مشوق‌های پراکنده و غالباً غیر نظام‌مند)، محدودیت‌های داخلی و بین‌المللی (نظیر تحریم‌ها) و استفاده از خدمات نهادهای حمایتی دولتی و غیر دولتی (با تاکید بر نقش مثبت یا منفی ستاد نانو)، سه مقوله‌ای هستند که شرکت‌های نانو بیشتر با آنها آشنایی دارند، با این وجود درنظام برنامه‌ریزی خود حتی این مقوله‌ها را نیز چندان در نظر نمی‌گیرند.

٦- نتیجه‌گیری

به عنوان جمع‌بندی می‌توان گفت در بخش قابل توجهی از تحقیقات، موضوع یادگیری فناورانه با موضوع نوآوری مترادف در نظر گرفته شده است. از این جمله می توان به تحقیقات آپاناسوئیچ و همکاران [١٦] و پریللی و رادیچیچ[1] [١٥] اشاره نمود این در حالی است برخی دیگر از محققان نظیر ثوما [۱۳] و فیگوردو و همکاران [۱۸] بین یادگیری و نوآوری تمایز قایل شده‌اند. در این تحقیق تلاش شد با الهام از نتایج تحقیقات دسته دوم، بین یادگیری فناورانه و نوآوری، تمایز مشخص ایجاد گردد.

در این مطالعه، ارتباطی یکپارچه بین عوامل موثر بر یادگیری، یادگیری فناورانه و نوآوری، ارائه گردید (شکل ۱) موضوعی که در مطالعات پیشین داخلی و خارجی مشاهده نشده است. علی‌رغم تاثیر یادگیری فناورانه بر نوآوری و خلق ارزش

[1] Parrilli & Radicic

افزوده در شرکت‌ها، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد موضوع یادگیری فناورانه در شرکت نانوفناوری، چندان شناخته شده و مورد توجه نیست. این شرکت‌ها چندان به زیر و بم و الزامات یادگیری فناورانه توجهی نداشته و علی‌رغم آنکه به صورت تجربی اقداماتی را صورت می‌دهند اما رویکردی که مبتنی بر آگاهی و برخورد فعالانه و هدفمند با این مقوله باشد و به الزامات برنامه‌ریزی، تخصیص منابع مالی-مدیریتی-نیروی تخصصی و استمرار و ارتقای آن توجه کند، مشاهده نمی‌شود. در حوزه یادگیری مبتنی بر علم بیشترین تاثیر، مربوط به فعالیت‌های تحقیق و توسعه است. شدت این فعالیت‌ها و اکتشافی بودن آنها، در کنار فعالیت‌های تحقیقاتی مشترک، از جمله شیوه‌هایی هستند که بر میزان یادگیری فناورانه در شرکت‌های نانو خواهد افزود. در حوزه یادگیری مبتنی بر تجربه، تعاملات نظام‌مند شرکت با محیط و جاری‌سازی نظام مستندسازی و ثبت تجربیات، تاثیر قابل توجهی بر این شیوه یادگیری، دارند.

اغلب شرکت‌های حوزه نانو بر پایه یک کار آزمایشگاهی و خلق یک محصول منحصربه‌فرد تشکیل شده‌اند و کسب ارزش از این محصول، به تولید مستقیم و فروش آن توسط شرکت نانویی، محدود شده است. این شرکت‌ها پس از تولید محصول در مقیاس اقتصادی یا به موازات آن، به دنبال کشف بازار و چانه‌زنی برای فروش محصول خود در بازارهای جدید هستند، فرایندی که بسیار زمان بر و هزینه‌بر بوده و براحتی امکان‌پذیر (به دلیل وجود رقبای قوی، محصولات جایگزین رایج در بازار، عدم برند شناخته شده، نیاز به خدمات پس از فروش گسترده و ...) نخواهد بود. در ادبیات موضوع، شیوه‌هایی دیگری از خلق ارزش برای شرکت‌های دانش‌بنیان برشمرده شده که در زیست بوم کسب و کار کشور ما، کمتر مشاهده می‌شود. یکی از این شیوه‌ها، اعطای لیسانس و مجوزهای تولید به دیگر شرکت‌هاست. اگرچه این شیوه به شدت نیازمند وجود ساختارهای حقوقی قوی در پشتیبانی از دارایی‌های فکری و جلوگیری از تضییع حقوق شرکت‌هایی نانویی است اما می‌تواند ارزش افزوده قابل توجهی برای این شرکت‌ها به دور از چالش‌هایی که ذکر گردید، ایجاد کند.

این مقاله بر شرکت‌های دانش بنیان حوزه نانوفناوری متمرکز بوده و برای توسعه دانش در حوزه یادگیری فناورانه، محققان می‌توانند سایر شرکت‌های دانش بنیان را نیز مطالعه نمایند. در این تحقیق، تاثیر یادگیری فناورانه بر عملکرد تجاری شرکت‌ها، مطالعه شد لکن تاثیر یادگیری فناورانه بر عملکرد شرکت‌ها در سایر حوزه‌های غیر تجاری، موضوعی است که می‌تواند در تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود نتایج حاصل از این تحقیق، به مدل‌های کمی تبدیل شده و در تحقیقات آتی، مطالعات کمی مرتبط با حوزه یادگیری فناورانه نیز توسعه یابد. با توجه به اهمیت موضوع ظرفیت جذب در شرکت‌های دانش‌بنیان نانوفناوری، پیشنهاد می‌شود ابعاد مختلف آن (اکتساب، جذب، تبدیل، بکارگیری، نگهداری و بازآوری مجدد) دستمایه تحقیقات آتی جهت ریشه‌یابی مشکلات موجود در نظام یادگیری فناورانه حاکم بر این شرکت‌ها قرار گیرد.

همانطور که اشاره شد، مطالعات گذشته نشان داد شیوه‌های مختلف یادگیری فناورانه، می‌توانند تاثیر قابل قبولی بر نوآوری شرکت‌های حوزه نانوفناوری داشته باشند. آنچه مشارکت‌کنندگان اظهار داشته‌اند، حاکی از آن است که این موضوع در بسیاری از این شرکت‌ها، شناخته شده نیست و در نظام برنامه‌ریزی آنها، جایگاهی ندارد. پیشنهاد می‌شود شرکت‌های دانش‌بنیان، با استفاده از نتایج این تحقیق فرایند بلوغ یادگیری فناورانه را طراحی کرده و به مرور، این فعالیت‌ها را در شرکت پیاده‌سازی کنند. در این فرایند، توجه به فعالیت‌های تعاملی نظیر فعالیت‌های پژوهشی مشترک و تعاملات شرکت با محیط بیرون و پیاده‌سازی نظام مستندسازی و مدیریت دانش و برقراری کانال‌هایی برای شناخت پویایی‌های بازار و تقاضای مشتریان به عنوان یکی از منابع یادگیری، در اولویت قرار گیرد.

در سال‌های اخیر، نهادهای حامی، سیاست‌هایی را برای پشتیبانی از شرکت‌های دانش بنیان و توسعه فعالیت‌های آنها اتخاذ کرده‌اند. هرچند بخش محدودی از این سیاست‌ها یادگیری فناورانه را نیز در بر می‌گیرند اما این سیاست‌های محدود نیز اغلب بر یادگیری مبتنی بر علم متمرکز هستند. با توجه به جایگاه مهم یادگیری مبتنی بر تجربه در شرکت‌های دانش‌بنیان، پیشنهاد می‌شود نهادهای سیاست‌گذار و حامی (نظیر ستاد توسعه فناوری نانو)، بخشی از سیاست‌ها را به این

شیوه یادگیری معطوف نمایند. به‌علاوه، اتخاذ سیاست‌های توسعه فضای همکاری میان شرکت‌ها، در قالب شبکه‌ها و خوشه‌های منطقه‌ای، می‌تواند امکان غلبه بر برخی مشکلات ناشی از فقدان مقیاس را ایجاد و زمینه‌های ادغام شرکت‌های کوچک و یا ایجاد کنسرسیوم‌های دانشی را فراهم آورد.

تعارض منافع

نویسندگان تعهد می‌کنند که هیچ تعارض منافعی در این مقاله وجود نداشته است.

References

[1] Lema, R., Rabellotti, R., & Gehl Sampath, P. (2018). **Innovation trajectories in developing countries: Co-evolution of global value chains and innovation systems.** *The European Journal of Development Research*, 30, 345-363. https://doi.org/10.1057/s41287-018-0149-0

[2] Perez, A. J. G., & Hansen, T. (2020). **Technology characteristics and catching-up policies: Solar energy technologies in Mexico.** *Energy for Sustainable Development*, 56, 51-66. https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.03.003

[3] Pellegrino, J. M., & McNaughton, R. B. (2017). **Beyond learning by experience: The use of alternative learning processes by incrementally and rapidly internationalizing SMEs.** *International business review*, 26(4), 614-627. https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2016.12.003

[4] Lundvall, B. Ä., & Johnson, B. (1994). **The learning economy.** *Journal of industry studies*, 1(2), 23-42. https://doi.org/10.1080/13662719400000002

[5] Lall, S. (1998). **Exports of manufactures by developing countries: emerging patterns of trade and location.** *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), 54-73. https://doi.org/10.1093/oxrep/14.2.54

[6] Simpson, B. M., Seidel, R., Byrne, S., Woods, C., Crossan, M. M., & Olivera, F. (2001). **Technological learning: Towards an integrated model**. In *Organizational Learning & Knowledge Management*: New Directions: 4th International Conference. https://pure.strath.ac.uk/ws/portalfiles/portal/270162/simpsonseidelbyrewoods.pdf

[7] Dosi, G., & Castaldi, C. (2002**). Local and divergent patterns of technological learning within (partly) globalized markets: is there anything new? and what can policies do about it?: a concise guide.** https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/3165998/44158775670103.pdf

[8] Matew, N., & Paily, G. (2021). **STI-DUI innovation modes and firm performance in the Indian capital goods industry: Do small firms differ from large ones?.** *The Journal of Technology Transfer*, 1-24. https://doi.org/10.1007/s10961-021-09862-5

[9] Hitt, M. A., Ireland, R. D., & Lee, H. U. (2000). **Technological learning, knowledge management, firm growth and performance: an introductory essay.** *Journal of Engineering and Technology management*, 17(3-4), 231-246. https://doi.org/10.1016/S0923-4748(00)00024-2

[10] Riahi, K., Rubin, E. S., Taylor, M. R., Schrattenholzer, L., & Hounshell, D. (2004). **Technological learning for carbon capture and sequestration technologies.** *Energy economics*, 26(4), 539-564. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.04.024

[11] Smit, T., Junginger, M., & Smits, R. (2007). **Technological learning in offshore wind energy: Different roles of the government.** *Energy policy*, 35(12), 6431-6444. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.08.011

[12] Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., Lundvall, B. Å., & Lundvall, B. A. (2007). **Forms of knowledge and modes of innovation.** *The learning economy and the economics of hope*, 155. https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31613/626406.pdf#page=172

[13] Thomä, J. (2017). **DUI mode learning and barriers to innovation—A case from Germany.** *Research Policy*, 46(7), 1327-1339. https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.06.004

[14] Ghazinoory, S., & Mohajeri, A. (2019). **Technological Learning and Its Promotion Policies.** *Journal of Science and Technology Policy*, 12(2), 439-454. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080840.1398.12.2.29.4 {In Persian}.

[15] Parrilli, M. D., & Radicic, D. (2021). **STI and DUI innovation modes in micro-, small-, medium- and large-sized firms: distinctive patterns across Europe and the US.** *European Planning Studies*, 29(2), 346-368. https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1754343

[16] Apanasovich, N., Heras, H. A., & Parrilli, M. D. (2016). **The impact of business innovation modes on SME innovation performance in post-Soviet transition economies: The case of Belarus.** *Technovation*, 57, 30-40. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.05.001

[17] Doloreux, D., Shearmur, R., Porto-Gomez, I., & Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2020). **DUI and STI innovation modes in the Canadian wine industry: The geography of interaction modes.** *Growth and Change*, 51(3), 890-909. https://doi.org/10.1111/grow.12385

[18] Figueiredo, P. N., Larsen, H., & Hansen, U. E. (2020). **The role of interactive learning in innovation capability building in multinational subsidiaries: A micro-level study of biotechnology in Brazil.** *Research Policy*, 49(6), 103995. https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103995

[19] Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2021). **Technological learning strategies and technology upgrading intensity in the mining industry: evidence from Brazil.** *The Journal of Technology Transfer*, 46(3), 629-659. https://doi.org/10.1007/s10961-020-09810-9

[20] Nakandala, D., Turpin, T., & Djeflat, A. (2015). **Parallel innovation policies to support firms with heterogeneous innovation capabilities in developing economies.** *Innovation and Development*, 5(1), 131-145. https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.980552
[21] Dorjsuren, B. (2019). **Changing practices of modes of innovation and interactions**. https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=8989218&fileOId=8989219
[22] Lukhele, N., & Soumonni, O. (2021). **Modes of innovation used by SMMEs to tackle social challenges in South Africa.** *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 13(7), 829-837. https://doi.org/10.1080/20421338.2020.1834960
[23] Ahmadi, M., Naghi zadeh, M., Ghazinoori, S. S., Goudarzi, M., & Pakseresht, S. (2022). **Factors affecting the technological learning of companies in research collaboration projects with universities and research centers (Case study: oil, gas and petrochemical industries).** *Innovation Management Journal*, 11(۱). https://dorl.net/dor/20.1001.1.23225386.1401.11.1.3.5{ In Persian}.
[24] Dadashpoor, H., & Saeidi, S. (2017). **Evaluating the Regional Learning Effect on the Enhancing Innovation of Industiral Firms.** *Journal Of Economics and Regional Development*, 23(12), 1-33. https://doi.org/10.22067/erd.v23i12.53067 {In Persian}.
[25] Hakimi, I. (2019). **Investigating the Effect of Learning Orientation on New Product Performance: Explaining the Mediating Role of Ambidextrous Capability and Organizational Agility.** *Journal of Executive Management*, 11(21), 115-136. https://doi.org/10.22080/jem.2020.17181.2993 {In Persian}.
[26] Hosseini, M., Mosavi, S., Ashrafii Soltan Ahmadi, M., Khavari, S. (2019). **Export performance of knowledge based companies; A model for explaining the role of entrepreneurial awareness and strategic learning.** *Journal of International Business Administration*, 2(1), 221-242. https://dx.doi.org/10.22034/jiba.2019.9142 {In Persian}.
[27] Attarpour, M. R., Kazazi, A., Elyasi, M., & BamdadSoofi, J. (2018). **A Model for Promoting Technological Learning for Innovation Ambidexterity Development: A Case Study of Iran Steel Industry.** *Journal of Improvement Management*, 12(3), 45-69. https://www.behboodmodiriat.ir/article_81012_88cfd8f097d59f7bb9037d6b9ca7ae9c.pdf?lang=en {In Persian}.
[28] Safdari Ranjbar, M., Alizadeh, P., & Elyasi, M. (2020). **Analyzing the Legal Capacity for Supporting Technological Learning and Catch-up in Iran: A Comparative Study with Successful International Experiences.** *Journal of Improvement Management*, 14(3), 47-72. https://doi.org/10.22034/jmi.2020.117987 {In Persian}.
[29] Miri Moghaddam, M., Ghazinoori, S., Towfighi, J., & Elahi, S. (2014). **Technological Learning in The Oil Industry: A Case Study of the Development Phases of South Pars Gas Field.** *Science and Technology Policy*, 7 (2), 17-34. http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.004 {In Persian}.
[30] Mohammadi, M., Bagheri Moghadam, N., & Shojaei Charmineh, A. (2017). **Analysis of Learning and Innovation Modes in Developing Countries; Case study ICT in Iran.** *Journal of Science and Technology Policy*, 10(1), 53-68. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080840.1396.10.1.4.3 {In Persian}.
[31] Habibzadeh, E., & Esmaelian, M. (2016). **Identifying and Prioritizing Internal Organizational Factors Affecting Technological Learning - The Case of Mobarakeh Steel Company.** *Journal of Technology Development Management*, 4(1), 9-42. https://doi.org/10.22104/jtdm.2017.476 {In Persian}.
[32] Kargar Shahamat, B., Taghva, M. R., & Tabtabaiean, S. H. (2017). **Functions of Innovation Network An Analysis of Technological Learning in Iran's Pharmaceutical Sector.** *Journal of Technology Development Management*, 5(2), 9-39. https://doi.org/10.22104/jtdm.2018.2526.1854 {In Persian}.
[33] Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). **Three approaches to qualitative content analysis.** *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288. https://doi.org/10.1177/1049732305276687
[34] Potter, W. J., & Levine-Donnerstein, D. (1999). **Rethinking validity and reliability in content analysis.** https://doi.org/10.1080/00909889909365539
[35] Habibi, A., Jahantigh, F. F., & Sarafrazi, A. (2015). **Fuzzy Delphi technique for forecasting and screening items.** *Asian Journal of Research in Business Economics and Management*, 5(2), 130-143. http://dx.doi.org/10.5958/2249-7307.2015.00036.5
[36] Cheng, C. H., & Lin, Y. (2002). **Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation.** *European journal of operational research*, 142(1), 174-186. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00280-6
[37] Silverman, D. (2019). **Interpreting qualitative data. Interpreting Qualitative Data**, 1-568. http://digital.casalini.it/9781526482822
[38] Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). **Handbook for synthesizing qualitative research.** *springer publishing company.*
[39] Nunes, S., Lopes, R., & Dias, J. (2013). **Innovation Modes and Firm's Performance: Evidence from Portugal.** https://www.econstor.eu/bitstream/10419/123875/1/ERSA2013_00252.pdf
[40] Alhusen, H., Bennat, T., Bizer, K., Cantner, U., Horstmann, E., Kalthaus, M., & Töpfer, S. (2021). **A new measurement conception for the 'doing-using-interacting'mode of innovation.** *Research Policy*, 50(4), 104214. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104214