Identifying and Weighting Open R&D Challenges in the Field of Emerging Technologies (Case study: Nanotechnology)

Sima Asadi[1], Manoucher Manteghi[2*], Abbas Toloie Eshlaghy[3]

1. Ph.D. Candidate, Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, South Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Faculty Member, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. Visiting Lecturer, Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, South Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Faculty Member, Faculty of Management and Economic, Science And Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*. Corresponding Author: manteghi@guest.ut.ac.ir

Received: 7 November 2021 Revised: 10 June 2022 Accepted: 11 July 2022

Abstract

Emerging technologies are drivers for scientific and economic leaps. Due to their characteristics, their development requires cooperation with domestic and foreign research networks. One of the appropriate strategies for acquiring this type of technology is to use an open R&D approach. Identifying executive and management challenges beforehand is a requirement for the effectiveness and efficiency of this method. This paper aims to identify and weigh the challenges of an open R&D approach for the acquisition of emerging nanotechnology technology in Iran. After performing library studies, 29 challenges were extracted from internal and external sources. During the three staged surveys conducted by the fuzzy Delphi method, 25 challenges were selected in three categories (internal, external, integrated) and by weighed Shannon entropy method, a comparison study was made with six related studies. Finally, some strategies were advised. Findings indicate the importance of the challenge of "lack of protection of intellectual property" and the identification of four challenges of "maintaining a balance between R&D cooperation, internal and external, inability to control, lack of convergence of research, strategy inconsistency" that less research has addressed.

Keywords: open innovation, R&D cooperation, innovation network, innovation ecosystem

Citation: Asadi, S., Manteghi, M., & Toloie Eshlaghy, A. (2022). Identifying and weighting open R&D challenges in the field of emerging technologies (Case study: Nanotechnology). *Journal of Technology Development Management, 10*(2), 9-50.
https://doi.org/10.22104/jtdm.2023.5294.2908

شناسایی و وزن‌دهی چالش‌های تحقیق و توسعه باز در حوزه فناورهای نوظهور (مطالعه موردی: فناوری نانو در ایران)

سیما اسدی[۱]، منوچهر منطقی[۲*]، عباس طلوعی اشلقی[۳]

۱. دانشجوی دکترای مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد تهران‌جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. عضو هیئت‌علمی، دانشگاه مالک‌اشتر، تهران، ایران. استاد مدعو، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، ایران.

۳. عضو هیئت‌علمی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

*. نویسنده مسئول: manteghi@guest.ut.ac.ir

دریافت: ۱۶ آبان ۱۴۰۰ بازنگری: ۲۰ خرداد ۱۴۰۱ پذیرش: ۲۰ تیر ۱۴۰۱

چکیده

فناوری‌های نوظهور، عرصه‌ای بکر برای جهش علمی و اقتصادی بوده و به‌سبب ویژگی‌های آن، نیازمند همکاری با مجموعه‌های داخلی و خارجی است. یکی از راهکارهای مناسب جهت اکتساب این نوع فناوری‌ها، استفاده از رویکرد تحقیق و توسعه باز بوده که لازمه اثربخشی و کارایی این روش، شناسایی چالش‌های اجرایی و مدیریت قبل از وقوع و داشتن سناریو مقابله با آن است. پژوهش حاضر باهدف شناسایی و وزن‌دهی چالش‌های فراروی رویکرد تحقیق و توسعه باز جهت اکتساب فناوری نوظهور حوزه نانو در ایران انجام شده است. با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای ۲۹ چالش از منابع داخلی و خارجی استخراج شد که در طی سه مرحله نظرسنجی خبرگان حوزه نانو که با روش دلفی فازی انجام گرفت، ۲۵ چالش در سه مقوله (داخلی، خارجی، تلفیقی) انتخاب و با روش آنتروپی شانون وزن‌دهی شدند. جهت صحت‌سنجی چالش‌ها، مقایسه‌ای با شش پژوهش مرتبط انجام و راهکارهای بهبود پیشنهاد شد. یافته‌ها نمایان‌گر پُراهمیت‌بودن چالش «عدم حفاظت از مالکیت فکری» و شناسایی چهار چالش «حفظ تعادل بین همکاری تحقیق و توسعه داخلی و خارجی»، «ناتوانی در کنترل»، «عدم همگرایی تحقیقات» و «ناهمسویی راهبرد» است که کمتر پژوهشی به آنها پرداخته است.

کلمات کلیدی: نوآوری باز، همکاری در تحقیق و توسعه، شبکه نوآوری، زیست‌بوم نوآوری

مقدمه

در جهان امروز، اقتصاد کشورهای توسعه‌یافته بر محور بنگاه‌های دارای فناوری نوظهور شکل می‌گیرد. مقوله فناوری نوظهور نانو علی‌رغم نوپا بودن آن توجه بسیاری از سرمایه‌گذاران کشورهای پیشرفته و درحال‌توسعه را به‌دلیل پتانسیل بالا در رشد و ارتقای صنعت، به‌خود جلب کرده است (یوتی و کی[1]، ۲۰۱۴). بااینکه تحقیق و کاربرد فناوری نانو به‌طور مداوم درحال گسترش بوده، لیکن هنوز فرصت‌های بی‌شماری کشف‌نشده باقی مانده است (پوکراجاک[2] و همکاران، ۲۰۲۱). از یک سو توسعه فناوری نوظهور، دستاوردهای زیادی همانند بالارفتن استانداردها و کیفیت زندگی، تولید ثروت، ایجاد مزیت رقابتی، رشد بهره‌وری، نوآوری در فرآیندها و محصولات برای جامعه یا سازمان‌ها به‌همراه دارد (دلاور[3] و همکاران، ۲۰۱۲) از سوی دیگر، تحقیق و توسعه در فناوری‌های نوظهور دارای ماهیت ریسک بالا، هزینه‌بر، زمان‌بر و نیازمند دانش خارج از سازمان است (سرینیواسان[4]، ۲۰۰۸).

مفهوم نوآوری باز نیز در چند سال اخیر بسیار موردتوجه قرار گرفته است و مزایایی همانند دسترسی کامل به دارایی‌ها، جستجو و بهره‌برداری از دانش خارج شرکت و تلفیق با دانش داخلی، حداکثر درآمد از مالکیت فکری[5]، صرفه‌جویی در زمان و هزینه و خلق استانداردها را داراست (دهلندر و گانا[6]، ۲۰۱۰). با گسترش ذی‌نفعان در پروژه‌های نوآوری باز، هماهنگی و هدایت پیچیده‌تر شده و طبیعتاً سازمان با چالش‌های چگونگی طراحی و اجرای نوآوری باز و یکپارچگی راهبرد مواجه می‌شود (کیلیانیون[7]، ۲۰۱۸). همچنین روش‌های همکاری در تحقیق و توسعه نیز به ابزاری تأثیرگذار جهت بهبود رقابت صنعتی، کاهش شکاف‌های فناورانه، تقویت پایگاه‌های علمی و ایجاد روابط نزدیک میان بازیگران اقتصادی تبدیل شده است (برچیچی[8]، ۲۰۱۳). ازاین‌رو کاربرد رویکرد تحقیق و توسعه باز که مبتنی بر نوآوری باز بوده و به نوعی از روش‌های همکاری در تحقیق و توسعه نیز محسوب می‌شود، می‌تواند به‌عنوان راهکاری موثر درجهت اکتساب فناوری‌های نوظهور نانو به‌کار گرفته شود. لازم به‌ذکر است که این رویکرد همانند هر روش نوظهوری، دارای زمینه‌ها و خطرات ناشناخته زیادی است. از

1 . Youtie & Kay
2 . Pokrajac L.
3 . Delavar
4 . Srinivasan
5 . Intellectual Property (IP)
6 . Dahlander & Ganna
7 . Kylliainon
8 . Berchicci

سوی دیگر عدم آشنایی کامل نهادها و موسسات تحقیقاتی و شرکت‌ها با این حوزه، مانع از کاربرد گسترده آن می‌گردد.

در کنار مزایای فناوری نانو، تحقیق و توسعه آن با چالش‌ها و خطرات احتمالی همراه است که برخی از آنها قابل‌پیش‌بینی بوده و از همان ابتدا رفع صحیح آنها می‌تواند از اشتباهات پُرهزینه در آینده جلوگیری نماید. در پی این موضوع یک گروه پیشرو متشکل از مؤسسات تحقیقاتی بین‌المللی نانوفناوری (ترکیبی از چهار قاره) گرد هم آمده تا شبکه‌ای جهت پایداری و رفع چالش‌های این فناوری ایجاد نمایند (پوکراجاک و همکاران، ۲۰۲۱). به‌دلیل دستاوردهای موفق نانو در کشور، این موضوع خارج از اهمیت نیست. مطالعات پیشین در حوزه چالش‌های فناوری نوظهور نانو عمدتاً با موضوعاتی همانند چالش‌های سیاست‌گذاری (انصاری و طباطبائیان[1]، ۲۰۱۰)، تجاری‌سازی (طباطبائیان[2] و همکاران، ۲۰۰۷)، مدیریت ریسک (فادل[3] و همکاران، ۲۰۱۵)، بودجه، ظرفیت و توزیع مزایا (برگرسون[4] و همکاران، ۲۰۱۹)، همکاری فناورانه (اسدی‌فرد و خالدی[5]، ۲۰۱۹) انجام‌گرفته و کمتر پژوهشی چالش‌های تحقیق و توسعه در فناوری نوظهور (حوزه نانو) را مورد بررسی قرار داده است. در پی رشد روزافزون پدیده نوآوری باز، برای بازیگران حوزه نانو فناوری ضروری است که علاوه‌بر عوامل کلیدی موفقیت، جنبه‌های تاریک نوآوری باز و در پی آن چالش‌های تحقیق و توسعه باز را نیز بررسی نمایند. پژوهش حاضر در پی آن است که چالش‌ها و موانع فراروی تحقیق و توسعه باز در اکتساب فناوری نوظهور (حوزه نانو در ایران) را شناسایی و وزن‌دهی کرده و راه‌حل‌های پیشنهادی جهت بهبود ارائه دهد. نتایج کسب شده از این پژوهش می‌تواند حاوی اطلاعات کاربردی برای مدیران و سیاست‌گذاران و صاحبان صنایع، شرکت‌های نوپا و دانش‌بنیان حوزه فناوری نوظهور (نانو) در کشور باشد.

در پی پاسخ به سؤالات تحقیق، «چالش‌های فراروی تحقیق و توسعه باز دراکتساب فناوری نوظهور (حوزه نانو در ایران) چیست؟ وزن‌دهی چالش‌های شناسایی شده، چگونه می‌باشد؟ و چه راهکارهایی جهت بهبود این چالش‌ها می‌توان پیشنهاد نمود؟»، ابتدا به بررسی ادبیات و پیشینه چالش‌های فناوری نوظهور، تحقیق و توسعه باز پرداخته و روش‌شناسی به‌کاررفته جهت شناسایی و وزن‌دهی چالش‌ها را

1 . Ansari & Tabatabaeian
2 . Tabatabaeian
3 . Fadel
4 . Bergerson
5 . Asadifard & Khaledi

مورد بررسی قرار داده و سپس یافته‌های تحقیق (پاسخ به سوالات پژوهش) ارائه شده است. همچنین به‌منظور صحت‌سنجی، مقایسه‌ای بین پژوهش حاضر با پژوهش‌های حوزه مشابه انجام گرفته و در بخش نهایی ضمن بحث و نتیجه گیری، راه‌حل‌های پیشنهادی جهت بهبود به‌تفکیک هر چالش ارائه شده است.

مرور ادبیات و پیشینه پژوهش

چالش به‌معنای شرایط جدیدی است که مسیر آینده را از بیرون مورد هجوم قرار داده و حفظ تعادل آن را دچار مشکل می‌سازد. شناسایی به‌موقع چالش‌ها و اقدامات پیشگیرانه، کمک زیادی به تصمیم‌گیری خواهد کرد (ذوعلم[1]، ۲۰۰۵). در این بخش به بررسی ادبیات و پیشینه چالش‌های فناوری نوظهور و تحقیق و توسعه باز می‌پردازیم.

فناوری نوظهور و چالش‌های مربوطه

فناوری در حال ظهور، طیف گسترده‌ای در تحقیقات و جنبه‌های ظهوریافته در نشریات را پوشش داده و اطلاعات ارزشمندی جهت تعیین اولویت‌های تحقیق و توسعه ارائه می‌دهد. می‌توان گفت که استفاده از فناوری‌های نوظهور برای بهبود بهره‌وری تحقیق و توسعه، آینده‌ای جدید را رقم می‌زند. نوظهور بودن، فرآیندی پویا و همواره درحال اتفاق‌افتادن است. جدید بودن، رشد سریع، عدم قطعیت، دارا بودن پتانسیل اقتصادی یا بازار (در شرایطی که هنوز فناوری به‌طورکامل مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است)، علم‌محور بودن و تاثیر قابل‌توجه بر حوزه‌های اجتماعی- اقتصادی از مهم‌ترین ویژگی‌های فناوری نوظهور می‌باشند (روتولو[2] و همکاران، ۲۰۱۶).

روتولو و همکاران (۲۰۱۶) پیدایش فناوری نوظهور را به سه سطح (پیش از ظهور، ظهور، پس از ظهور) دسته‌بندی کردند. در مرحله «پیش از ظهور»، فناوری از مرحله مفهومی فراتر نرفته و تاثیر و رشد آن هنوز آغاز نشده است و نسبت به سایر فناوری‌ها با سطح بالایی از عدم اطمینان و تازگی و تحول در ارتباط است. با پیشرفت‌های آینده، حتی ممکن است این فناوری اصلاً ظهور پیدا نکند. در مرحله «ظهور»، از تازگی فناوری کاسته و کم‌کم دستیابی به فناوری از طریق انتشارات، ثبت اختراعات و نمونه‌های اولیه محصولات امکان‌پذیر می‌گردد. در این مرحله، فناوری منسجم‌تر شده ولی هنوز تأثیر

1 . Zouelm
2 . Rotolo

آن نامشخص و مبهم با رشدی نسبتاً کُند است. مرحله آخر را اصطلاحا دوره «پس از ظهور» یا خروج تدریجی از مرحله ظهور می‌نامند که در این مرحله، اثر و رشـــد فناوری ممکن اســـت وارد یک مرحله پایدار یا روبه‌زوال شـــود. در مرحله پایدار، احتمالاً نتایج کامل‌تری به دانش فناوری نوظهور اختصاص یافته و در جامعه به‌خوبی تثبیت و رشد یافته و انسجام آن افزایش می‌یابد.

مطالعات پیشـــین فناوری نوظهور نانو عمدتاً به چالش‌های فنی در یک حوزه تخصصی یا موضوع خاصی همانند چالش‌های تجاری‌ســـازی (طباطبائیان و همکاران، ۲۰۰۷)، سیاست‌گذاری (انصاری و طباطبائیـــان، ۲۰۱۰)، مدیریتی (فرقانی و انصاری، ۲۰۰۷) و غیره پرداخته و چالش‌ها به‌صورت جامع مورد بررســـی قرار نگرفته‌اند. در جدول (۱) پیشینه این مطالعات از دیدگاه‌های متفاوت بررسی شده است.

جدول ۱: پیشینه چالش‌های پیش روی فناوری‌های نوظهور از دیدگاه‌های مختلف (منبع: نویسندگان)

ردیف	محقق	موضوع	مهم‌ترین چالش‌های فناوری های نوظهور نانو
۱	پوکراجاک و همکاران (۲۰۲۱)	چالش‌های تحقیقات نانوفناوری	یکپارچگی نظام‌مند، مشکلات محیط‌زیست، بهداشت و ایمنی، ارتباط نامناسب بین علم داده و مدیریت منابع پایدار، نبود راه‌حل‌های بلندمدت، شناسایی موانع ارزیابی و رشد، عدم پشتیبانی از طراحی اولیه و ریسک‌ها، عدم استانداردسازی، توسعه ابزارهای تصمیم‌گیری مبتنی بر هوش مصنوعی
۲	اسدی‌فرد و خالدی (۲۰۱۹)	چالش‌های همکاری فناورانه شرکت‌های کوچک و بزرگ در نانو	چالش‌های شرکت‌های بزرگ (ناتوانی در توسعه محصول و پیاده‌سازی، توافق منع افشا، عدم توجه به زمان و هزینه، بی‌اعتمادی، دانش پایین، سوء استفاده از نمانام[۱]، محاسبه نرخ بازگشت سرمایه[۲] در همکاری) چالش‌های شرکت‌های کوچک (رفتار فرصت‌طلبانه، تاخیر در پرداخت، نامشخص‌بودن ارتباط، کُندی تصمیم‌گیری، ظرفیت جذب پایین، بی‌ثباتی، واقعی‌نبودن نیاز ، مقاومت و عدم توجه به امکانات)، چالش‌های مشترک (عدم تقارن اطلاعات، ضعف حقوق مالکیت فکری، عدم تناسب شرکا، ضعف نهاد ارزش‌گذاری، عدم زیرساخت، ضعف فرهنگی)
۳	دهقانی و حسینی (۲۰۱۷)	چالش‌های همکاری فناورانه در نانو	ضعف نهاد میانجی، ریسک استفاده از فناوری، ساختار نامناسب، اخذ تأییدیه‌ها و استانداردها، مشوق‌های همکاری دولت، ارزش‌گذاری فناوری، ضعف در مذاکره و تعامل، ضعف در تحقیق و توسعه تکمیلی و تولید (فقدان مهارت و دانش لازم)، ضعف در نظام حقوقی و مالکیت فکری، شفاف نبودن، تردید متقاضی نسبت به توان فنی و جدی بودن فناوری، تسهیل واردات فناوری

ردیف	محقق	موضوع	مهم‌ترین چالش‌های فناوری های نوظهور نانو
۴	فادل و همکاران (۲۰۱۵)	چالش‌های مدیریت ریسک نانوفناوری	عدم توازن میان ریسک‌ها با هزینه‌ها، ناپایداری فناوری، توسعه ابزارها و روش‌ها (شامل مدل‌ها) برای ارزیابی دقیق مواجهه با ریسک‌های بالقوه، بهبود کیفی داده‌ها، تحقیقات به‌منظور پشتیبانی از ارزیابی ریسک، توسعه یک چارچوب مقرراتی برای توسعه ایمن
۵	باقری و بوشهری[3] (۲۰۱۳)	عوامل مؤثر در همکاری فناورانه نانو	عوامل سازمانی (اندازه، ظرفیت جذب، نهادینه‌شدن، عرضه اینجا اختراع نشده، راهبرد، اعتماد، تجربه قبلی، تعهد، شهرت، فرهنگ، استراتژی پایش) عوامل دانشی (ضمنی‌بودن، عدم قطعیت، چندرشته‌ای بودن، سطح فناوری)، عوامل فردی (دانش نسبت به نیاز، ذهنیت به همکاری، انگیزه، تجربه همکاری، ویژگی کارآفرینی) عوامل نهادی (سیاست، مشوق، مالکیت فکری، زیرساخت، اولویت ملی)
۶	بومر و باتاچاریا[4] (۲۰۱۳)	چالش اکتساب فناوری نوظهور نانو در هند	عدم تمرکز سرمایه‌گذاری بر اساس نیاز، افزایش ظرفیت و بودجه، پیوندهای نامناسب بین علم، صنعت و توسعه محصول، نارضایتی بازیگران از توزیع مزایا، فقدان استراتژی روشن، رابطه بین نانو و فناوری‌های عمومی، خطرات بالقوه بهداشت و محیط‌زیست، کمبود مقررات خاص، شفافیت فعالیت‌های بازیگران
۷	کانگ و اوه[5] (۲۰۱۲)	چالش فناوری همگرا (نانو-کره)	چالش خط‌مشی و قانونگذاری، درگیری ذی‌نفعان، نیازمند مجوز بین محصولی، بین پلتفرمی، متحول‌سازی زیرساخت، انعطاف‌پذیر، شفافیت، نظارت، ناآگاهی ذینفعان، استانداردسازی و هماهنگ‌سازی، افزایش ظرفیت در مشارکت‌های بین‌المللی، تعامل دینامیک میان بخش‌های فنی، سیاسی و فروش

تحقیق و توسعه باز و چالش‌های مربوطه

نظام تحقیق و توسعه به دو نوع بسته و باز تقسیم می‌گردد. در تحقیق و توسعه بسته کلیه فعالیت‌ها در داخل واحد تحقیق و توسعه شرکت یا سازمان، انجام شده و آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه به‌عنوان یک دارایی راهبردی و حیاتی شناخته می‌شوند. این نوع تحقیق و توسعه با چالش‌هایی همانند افزایش هزینه‌ها، کوتاه‌تر شـــدن چرخه عمر فناوری و محصول و پیچیدگی‌های فناورانه روبرو است که باعث

1 . Brand
2 . Return of Investment (ROI)
3 . Bagheri & Bushehri
4 . Beumer & Bhattacharya
5 . Kang & Oh

عقب‌ماندگی شرکت‌ها و از دست دادن مزیت رقابتی می‌شود (چسبرو و کروتر[1]، ۲۰۰۶).

تحقیق و توسعه باز، از مفهوم نوآوری باز نشئت گرفته و در آن کاربرد جریان‌های ورودی و خروجی هدفمند دانش، به‌منظور تسریع در نوآوری داخلی یا توسعه محصول برای بهره‌گیری خارجی از نوآوری است. همچنین تحقیق و توسعه باز، یکی از روش‌های همکاری در تحقیق و توسعه محسوب شده که منابع داخل و خارج سازمان را باهم ترکیب می‌نماید (چسبرو و برونسویکر[2]، ۲۰۱۳). تحقیق و توسعه باز ویژگی‌های مشـــترک زیادی با موضوعات شبکه‌های نوآوری، مدیریت دانش، آزمایشگاه‌های زنده[3]، زیست‌بوم‌های نوآوری و نسل ششم تحقیق و توسعه دارد. باتوجه‌به جوان‌بودن ادبیات موجود در حوزه تحقیق و توســـعه باز، کمتر پژوهشی در زمینه چالش‌های آن انجام شده است. از آن جایی که رویکرد تحقیق و توسعه باز یکی از اشکال نوآوری باز بوده و به‌نوعی از روش‌های همکاری در تحقیق و توسعه محسوب می‌شود، لذا در این پژوهش چالش‌های این دو موضوع مورد مطالعه قرار گرفت.

چالش‌های همکاری در تحقیق و توســـعه. همکاری در تحقیق و توسعه، هرگونه رابطه و فعالیت مشترکی است که با هدف خلق دانش و توسعه فناوری، میان دو یا چند دانشگاه یا مرکز پژوهشی و یا بنگاه‌های دارای واحد تحقیق و توسعه صورت می‌پذیرد و می‌تواند در دستیابی به فناوری‌های نوظهور، ارتقای توانمندی تحقیق و توسعه، کاهش ابهام در توسعه فناوری و افزایش هم‌افزایی و مکمل‌بودن و همچنین حفظ بنیان‌های دانشی در درون شرکت‌ها مفید باشد. همچنین موجب کنترل اثرات سرریز فعالیت‌های نوآوری و افزایش رشد بهره‌وری نیروی انسانی، رقابت‌پذیری و افزایش هوشمندی فناوری نیز می‌گردد(پورتر و نیومن[4]، ۲۰۱۱).

پیشینه برخی مطالعات چالش‌های همکاری در تحقیق و توسعه از دیدگاه‌های متفاوت، در جدول (۲) جمع‌بندی شده است.

1 . Chesbrough, &, Crowther
2 . Chesbrough & Brunswicker
3 . Living labs
4 . Porter & Newman

جدول ۲: پیشینه چالش‌های پیش روی همکاری در تحقیق و توسعه (منبع: نویسندگان)

ردیف	نام محقق	موضوع	مهم‌ترین چالش‌های پیش روی همکاری در تحقیق و توسعه
۱	مقدس نوده[۱] (۲۰۱۹)	چالش همکاری فناورانه صنعت و دانشگاه (توزیع نیروی برق)	فقدان منابع، ساختار نامناسب، محدودیت ظرفیت همکاری، حقوق مالکیت، تعهد، بی‌اعتمادی، نوع رفتار با اطلاعات محرمانه، ظرفیت جذب، ماهیت دانش و فناوری، فاصله جغرافیایی، عدم توافق، تفاوت رویه‌ها، استانداردها، تخصیص نامناسب بودجه
۲	خمسه[۲] و همکاران (۲۰۱۹)	عوامل همکاری تحقیق و توسعه در گروه مپنا	مدیریت فناوری اطلاعات، مالی، راهبری یکپارچه زنجیره، مدیریت تأمین‌کنندگان، مدیریت تحقیق و توسعه، هوشمندی فناوری، تعهدات قانونی، ویژگی شرکا
۳	راجالو و وادی[۳] (۲۰۱۷)	چالش همکاری فناورانه صنعت و دانشگاه	بی‌انگیزگی، عدم ظرفیت جذب، عدم نزدیکی (مجاورت جغرافیایی، ذهنی، سازمانی و اجتماعی)
۴	تروجیلو و همکاران[۴] (۲۰۱۶)	چالش‌های همکاری در تحقیق و توسعه (بیوتکنولوژی، فناوری نانو)	همکاری مابین کشورهای آسیایی و آمریکای لاتین[۵]: ۱) تعیین اولویت‌های همکاری در کشورهای درون هر دو منطقه و بین آنها ۲) اشتراک دانش و مدیریت مالکیت معنوی ۳) ظرفیت‌سازی برای تحقیق و نوآوری ۴) بودجه فعالیت‌های علم و فناوری و نوآوری[۶]
۵	سعدآبادی[۷] و همکاران (۲۰۱۶)	چالش‌های تحقیق و توسعه در مرکز تحقیقات مخابرات	چالش‌های پژوهشگران درون‌سازمانی (اعتبارات ناکافی، کارا نبودن ساختار، عدم اعتماد و مدیریت ضعیف، فقدان ظرفیت جذب، فرایند طولانی تعیین اولویت‌ها و تصویب و ارزیابی، نبود سیستم کارآمد تبادل علمی، سیستم پاداش نامناسب، ضعف فرهنگی) برون‌سازمانی (زیرساخت‌ها، عدم توجه به عرضه و تقاضا، عدم تطابق موضوعات با نیاز واقعی، عدم وجود فضای رقابتی، سرمایه بر بودن تحقیق و توسعه، قابل پیش‌بینی نبودن نتایج)
۶	طالقانی و مهدی‌زاده[۸] (۲۰۱۶)	چالش‌های تحقیق و توسعه بین‌سازمانی در نظام اداری	عدم هماهنگی بر روی موضوع مشترک، عدم تعامل در بین سازمان‌های علمی و اجرایی، انتشارنیافتن دستاوردها، عدم دسترسی به اطلاعاتی و ضعف حلقه ارتباطی مابین، نگرانی از سوء استفاده‌های احتمالی، ناهمخوانی بودجه‌های پژوهشی و متوقف‌شدن فرایند

ردیف	نام محقق	موضوع	مهم‌ترین چالش‌های پیش روی همکاری در تحقیق و توسعه
۷	سلطان‌زاده و منطقی[9] (۲۰۱۵)	عوامل مدیریت چالش همکاری تحقیق و توسعه	مدیریت پروژه، مدیریت ریسک، حقوق مالکیت فکری، مدیریت دانش، مدیریت تغییر
۸	نقی‌زاده[10] و همکاران (۲۰۱۴)	ریسک‌های موجود در همکاری‌های فناوری حوزه زیست‌فناوری	۴۶ ریسک در چهار بُعد فردی، میان‌فردی، محیطی و سازمانی (شفافیت نداشتن و نبود اطلاعات، ایجاد ناهماهنگی مدیریت، انتقال نادرست دانش فنی، نبود سیستم نظارتی، فرآیند ضعیف تصمیم‌گیری، ضعف نیروی انسانی، رقابتی نبودن، عدم توانمندی تطبیق‌پذیری، حقوق مالکیت فکری، عدم اولویت‌بندی حوزه کلیدی، تعارضات سازمانی، نبود تامین منافع، پایین‌بودن کارایی، درک متفاوت از مفاد، ضعف برون‌سپاری، نبود ساختارمناسب)

چالش‌های نوآوری باز. نوآوری باز، شـــامل ارتبـــاط و افزایش تعامل و همکاری بازیگران خارجی (کاربران، مشتریان، تأمین‌کنندگان، دانشگاه‌ها و رقبا، شرکت نوپا، شتاب‌دهنده و صندوق سرمایه‌گذاری خطرپذیر، شرکت‌های کوچک و بزرگ، دیگر بازیگران) جهت تبادل ایده‌های نوآورانه است که اغلب به تغییر عمده در ماهیت تحقیق و توسعه نیاز دارند. یکی از چالش‌های مهم، یافتن راهی برای بهره‌گیری حداکثری از نوآوری‌های داخلی اســـت تا ســـازمان بتواند با اســـتفاده از قابلیت‌های تحقیق و توسعه درونی به منافع حداکثری دســـت یابد و البته یکپارچه‌سازی نوآوری‌های داخلی و خارجی نیز چالش دیگری است (چسبرو وشـــوارتز، ۲۰۰۷). همچنین سبک مدیریت و حاکمیت سازمان برای تسهیم و به‌اشـــتراک‌گذاری دانش، مشوق‌ها و عوامل انگیزشـــی و حقوق مالکیت فکری می‌توانند بر نوآوری باز

1 . Moghadas Nodeh
2 . Khamseh
3 . Rajalo & Vadi
4 . Trujillo
5 . The Forum for East Asia-Latin America Cooperation (FEALAC)
6 . STI: Science technology innovation
7 . Saadabadi
8 . Taleghani & Mehdi Zadeh
9 . Soltanzadeh & Manteghi
10 . Naghizadeh

تأثیری فراوان داشته باشد (فلین و زینگر[1]، ۲۰۱۳). اغلب درک اندکی از چگونگی پشتیبانی عملکرد سازمان و کنار آمدن افراد با نوآوری باز وجود دارد (سالتر[2] و همکاران ،۲۰۱۴). یک نوآوری باز موفق علاوه‌بر ایجاد شبکه درون‌سازمانی، به‌دنبال بهره‌مندی از شبکه‌های بیرونی بوده و در یک محیط زیست‌بوم نوآوری شکل می‌گیرد تا امکان تحقیق و توسعه افزایش یابد و زیست‌بوم باید به‌گونه‌ای طراحی شود که بتواند چالش‌ها را نیز مدیریت نماید(فرناندز اولموس و رامیرز آلسون[3]، ۲۰۱۷).

در جدول (۳) برخی از مهم‌ترین چالش‌های نوآوری باز از دیدگاه‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفته است .

جدول ۳: پیشینه چالش‌های نوآوری باز (منبع: نویسندگان)

ردیف	نام محقق	موضوع چالش‌ها	مهم‌ترین چالش‌های نوآوری باز
۱	معزز[1] و همکاران (۲۰۱۸)	چالش‌های شکل‌دهی شبکه همکاری در نوآوری باز	صنعت-صنعت (کم‌توجهی به منافع همکار، فقدان شناخت نسبت به قابلیت یکدیگر، تهدید افشای مزیت رقابتی) صنعت-شرکت نوپا (کمبود ارزش‌های درون‌بنگاهی مشترک) صنعت-دانشگاه به‌صورت غیرمستقیم (علایق متفاوت، فقدان ساختار تیمی، مواجه‌شدن با دانش متفاوت) صنعت-دانشگاه به‌صورت مستقیم (عدم آشنایی دانشگاه با الزامات فناورانه، ناتوانی در پیاده‌سازی، تغییرات نیروی انسانی)
۲	احمد و همکاران (۲۰۱۷)	چالش موجود در نوآوری. باز	مدیریت ایده‌ها، حداقل همکاری بین سازمان‌ها، حمایت از مشارکت‌کنندگان در تأمین منابع، حجم زیاد ایده، محافظت از ایده، تداوم مشارکت مداوم بازیگران، استراتژی تعامل، عدم ارتباط
۳	اوه[2] و همکاران (۲۰۱۶)	چالش نوآوری باز زیست‌بوم نوآوری	کمبود استعداد و مهارت لازم، پراکندگی محققان، کمبود کارآفرینان و مؤسسات تسهیل‌کننده، عدم فرهنگ کارآفرینی، سرمایه ناکافی
۴	رابلو و برنوس[3] (۲۰۱۵)	چالش نوآوری باز زیست‌بوم نوآوری	عدم آمادگی بازیگران، نبود چارچوب قانونی مناسب برای کار در یک مسیر هماهنگ، همگرا و قابل‌اعتماد، کم‌توجهی به مشکلات و نداشتن زمان لازم برای رسیدن به سطح لازم آمادگی، جریان نقدی ناکافی، مدیریت نادرست زیست‌بوم، تلاش برای کپی‌برداری از نمونه‌های موفق بدون درک محیط منحصر به فرد زیست‌بوم، فقدان زیرساخت، حمایت نامناسب، عدم استفاده از مدل‌های کسب‌وکار انعطاف‌پذیر و نداشتن فرهنگ باز و حقوق مالکیت فکری

1 . Felin & Zenger
2 . Salter
3 . Fernández-Olmos & Ramírez-Alesón

ردیف	نام محقق	موضوع چالش‌ها	مهم‌ترین چالش‌های نوآوری باز
۵	سالتر و همکاران (۲۰۱۴)	نوآوری باز- چالش تحقیق و توسعه	مراحل درگیرشدن در نوآوری باز (گرفتن ذهنیت مناسب، ایجاد مشارکت، شروع گفتگو، بهره‌گرفتن) و چهار چالش خاص (عدم درک شرکای خارجی، جستجوی شرکا در همکارهای قبلی، غلبه بر مشکل معمای افشای اطلاعات، دشواری در ایجاد هم‌ترازی دانش داخلی با خارجی)
۶	چسبرو و شوارتز (۲۰۱۳)	چالش‌های نوآوری باز	تغییرات داخلی در مدیریت سازمانی، مدیریت ارتباطات خارجی با منابع، محافظت از دانش داخلی و ضمنی، مالکیت معنوی، شناسایی منابع جدید نوآوری، اجتناب از دانش خارجی
۷	فلین و زینگر (۲۰۱۳)	چالش نوآوری باز در کسب‌وکار کوچک و متوسط[4]	بی‌اعتمادی به همکاری، ناتوانی در تبدیل دانش خارجی به دانش داخلی، حمایت اندک از سوی دولت، موانع غلبه بر مناقشات بر سر مالکیت معنوی، و همچنین دشواری در مدیریت، عدم تعادل بین فعالیت‌های نوآوری باز و کسب‌وکار روزانه
۸	انصاری (۲۰۱۳)	چالش تحقیق و توسعه باز	چالش تحقیق و توسعه باز در صنایع شیمیایی: (نشت اطلاعات در یک موقعیت آسیب‌پذیر، تعادل بین همکاری تحقیقاتی، برون‌سپاری، تحقیق و توسعه داخلی)

نانوفناوری

علـــم فناوری نانو از ابتـــدای دهه ۱۹۸۰ میلادی، به‌عنوان توانمندی تولید مواد، ابزار و سیســـتم‌های جدید در سطح مولکولی و اتمی (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) تعریف شده که با استفاده از خواص ظاهرشده در مقیاس نانو می‌توان محصولات جدیدی را ایجاد کرد. این فناوری به حوزه‌های دارو و غذا و بهداشـــت، درمان بیماری‌ها، محیط‌زیست، انرژی، الکترونیک، کامپیوتر و اطلاعات، مواد، ساخت و تولید، هوافضا، زیست‌فناوری و کشاورزی و امنیت ملی و دفاع ورود یافته است (عنایتی،[5] ۲۰۱۳).

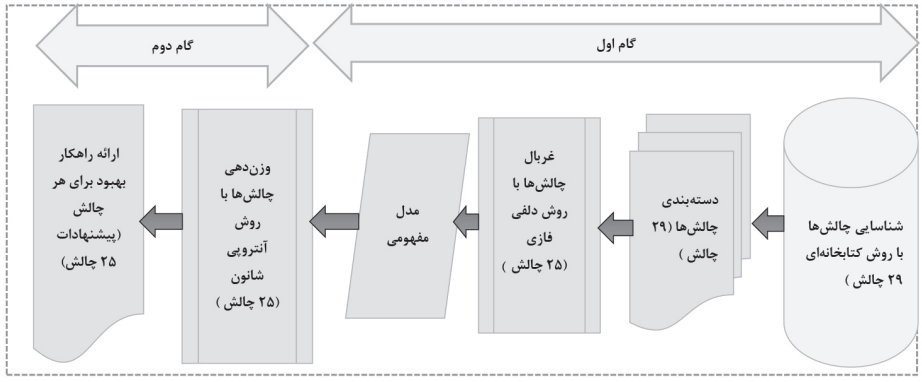
مراکز و نهادهای فعال در نانوفناوری ایران شـــامل نهادهای دولتی، شرکت‌های صنعتی و تجاری، دانشگاه‌ها و پژوهشکده‌ها بوده که دانشگاه‌ها و پژوهشکده یا موسسات تحقیقاتی و آزمایشگاه‌های نانو موثرترین ارگان ورودی نوآوری هستند. در بخش دولت، دو نهاد اصلی (ستاد ویژه توسعه نانو و کمیته

1 . Moazzez
2 . Oh
3 . Rabelo, R. J. and Bernus P.
4 . SME: Short and Medium Enterprise
5 . Enayati

نانو وزارتخانه‌ها) نقش اساسی در سیاست‌گذاری و به‌تبع آن شکل‌گیری نوآوری داشته و در بخش شرکت‌های تجاری فعال شامل شرکت‌های مستقر در پارک و مراکز رشد، شرکت‌های صنعتی تولید محصولات نانو و تجهیزات ساخت، شرکت‌های نوپا و زایشی به عنوان نهاد خروجی نوآوری محسوب می‌شوند (علیزاده و طباطبائیان[1]، ۲۰۱۵).

روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و برای دستیابی به نتایج از هر دو رویکرد کیفی و کمّی استفاده کرده و از نوع مطالعه موردی است. جامعه آماری این پژوهش، دوازده نفر از خبرگان صنعت نانوفناوری یا دانشگاهی (دارای تجربه در نانوفناوری) بوده که با استفاده از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی (قضاوتی) انتخاب شدند. تمامی خبرگان ضمن برخورداری از دانش مرتبط با مفهوم نوآوری باز و روش‌های همکاری در تحقیق و توسعه، از سطح تحصیلات مقطع دکتری و یا دانش آموختگی دکتری با حداقل پنج سال تجربه کاری برخوردار بودند. ابزار جمع‌آوری اطلاعات، آمیزه‌ای از روش‌های کتابخانه‌ای و پرسش‌نامه بود. فرایند پژوهش را می‌توان در شکل (۱) مشاهده کرد.



شکل ۱: روش تحقیق پژوهش

جهت تحقق هدف پژوهش در گام اول مطالعات کتابخانه‌ای تحقیقات داخلی و خارجی انجام شد. ابتدا چالش‌های فناوری نوظهور (عمدتاً حوزه نانو) بررسی و ۱۰۸ مورد شناسایی گردید (جدول ۱) و سپس به‌دلیل جوان‌بودن رویکرد تحقیق و توسعه باز، موضوع را شکافته و در نهایت ۸۷ چالش

1 . Alizade and Tabatabaiean

همکاری در تحقیق و توسعه (جدول ۲) و ۹۶ چالش نوآوری باز مرتبط (جدول ۳) شناسایی گردید. هر سه حوزه مذکور در ۲۹ چالش مشترک بوده که به‌عنوان چالش‌های تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهور انتخاب و در مقوله‌های (داخلی، خارجی، تلفیقی) طبقه‌بندی شدند.

در این پژوهش برای غربال چالش‌ها از روش دلفی با رویکرد فازی استفاده شد. کاربرد دلفی به‌منظور تصمیم‌گیری و اجماع بر مسائلی که در آن اهداف و عوامل به‌صراحت مشخص نیستند، منجر به نتایج بسیار ارزنده‌ای می‌شود. رویکرد فازی به‌دلیل جدیدبودن موضوع پژوهش و پیچیدگی و عدم قطعیت بالا مناسب تشخیص داده شد (آذر و فرجی[1]، ۲۰۰۲).

ابتدا از طریق پرسشنامه از خبرگان خواسته شد که میزان اهمیت هر ۲۹ چالش (شناسایی‌شده در مرحله قبل) را در مقیاس لیکرت ۵تایی تعیین کنند. به‌منظور برآورد میزان روایی محتوایی پرسشنامه، از نظر سه نفر خبره (کارشناس و اساتید مسلط به موضوع پژوهش) استفاده شد. ۲۹ چالش در سه بُعد (داخلی، خارجی، تلفیقی)، طی سه مرحله اجرای روش دلفی فازی به ۲۵ چالش تقلیل و نهایی گردید (جدول ۶).

در گام دوم به‌منظور وزن‌دهی چالش‌ها از روش آنتروپی شانون استفاده شد. این روش برگرفته از نظریه سیستم بوده و نگاه جدیدی به بحث پردازش داده‌ها در مبحث تحلیل محتوا دارد که بسیار قوی‌تر و معتبرتر از سایر روش‌های وزن‌دهی (مانند لینمپ[2]، ...) عمل می‌کند. مفهوم آنتروپی بیان‌کننده مقدار عدم اطمینان در یک توزیع احتمال پیوسته است، هر چقدر پراکندگی بین داده‌ها برای یک عامل بیشتر باشد، آن عامل از اهمیت بیشتری برخوردار است(آذر، ۲۰۰۱). به‌عبارتی، شاخصی که حداقل تغییرپذیری را در بین گزینه‌ها دارد، حداقل نقش را ایفا می‌کند(عمادالدین و همکاران، ۲۰۱۹). در آخر چالش‌ها تحلیل و پیشنهادهایی جهت بهبود هر چالش ارائه شد.

تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

شناسایی چالش‌های فراروی تحقیق و توسعه باز در اکتساب فناوری نوظهور حوزه نانو

منطق اصلی نوآوری باز، مدیریت بر جریان درون‌ریز و برون‌ریز از اطلاعات، دانش، فناوری، مهارت و زیرساخت‌ها برای بهبود نوآوری داخلی و بیشینه‌کردن بهره‌برداری از نوآوری خارجی در سازمان‌هاست

1 . Azar & Faraji
2 . Linmap

(چســـبرو و کروتر، ۲۰۰۶). انکل[1] و همکاران (۲۰۰۹) سه فرآیند اصلی در مدل‌های نوآوری باز شامل فرآینـــد برون‌ریز [2]یا خارجی، فرآیند درون‌ریز[3]یا داخلی و فرآیندهای همراه یا ترکیبی[4] را شناســـایی کردند(جدول ۴).

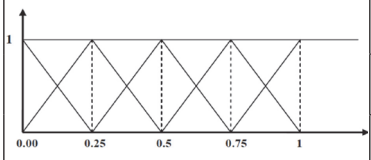
جدول ۴: دسته‌بندی ابعاد اصلی چالش‌های تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهور (انکل و همکاران، ۲۰۰۹)

ردیف	ابعاد	تعریف ابعاد چالش‌ها
۱	چالش‌های خارجی	چالش‌های نشئت گرفته از جریان هدفمند برون‌ریز (بُعد برونگرا یا خارجی) دانش است که به‌معنای بهره‌برداری خارجی از ایده، دانش، یا فناوری یا تحقیق و توسعه داخلی است که باعث می‌شود ایده‌های بیشتری به بیرون جریان یابد.
۲	چالش‌های داخلی	چالش‌های مربوط به جریان درون‌ریز و هدفمند (بُعد درون‌گرا یا داخلی) دانش است که اجازه می‌دهد تا دانش جدید را در منابع خارجی همانند مشتریان، تأمین‌کنندگان، رقبا، دولت‌ها، مشاوران، دانشگاهیان، سازمان‌های تحقیقاتی کشف کند.
۳	چالش‌های تلفیقی	چالش‌های فرایند ترکیب جریان‌های درون‌ریز و برون‌ریز دانش یا ادغام‌یافته دو روش قبلی است یعنی دانش به‌طور هم‌زمان در دو جهت مبادله می‌شود.

برای تحقق ســـؤال اول پژوهش، مطالعات کتابخانه‌ای از طریق مـــرور ادبیات تحقیقات داخلی و خارجی در حوزه تحقیق و توســـعه باز و فناوری نوظهور منجر به شناســـایی ۲۹ چالش شـــد. برای غربال‌گری چالش‌ها از روش دلفی فازی اســـتفاده شـــد. نخست طیف فازی مناسبی برای فازی‌سازی عبارات کلامی پاســـخ‌دهندگان در قالب متغیرهای زبانی پژوهش تعریف شـــد. خبرگان نظریات خود را در قالب حداقل، ممکن‌ترین و بیشـــترین مقدار (اعداد فازی مثلثی) ارائه دادند. متغیرهای کیفی به صورت اعداد فازی مثلثی تعریف و تابع عضویت متغیرهای زبانی (چانگ[5]و همکاران، ۲۰۰۰) ایجاد شد (جدول ۵).

1 . Enkel
2 . Outside-in processes
3 . Inside-out processes
4 . Coupled process
5 . Chang et al.

جدول ۵: اعداد فازی مثلثی متغیرهای زبانی و تابع عضویت متغیرهای زبانی (چانگ و همکاران، ۲۰۰۰)

متغیرهای کلامی	عددفازی مثلثی	عددفازی قطعی شده	تابع عضویت متغیرهای زبانی
خیلی زیاد	(۰/۲۵و۰ و ۱)	۰/۹۳۷۵	
زیاد	(۰/۱۵و ۰/۱۵و۰/۷۵)	۰/۷۵	
متوسط	(۰/۲۵و۰/۲۵و۰/۵)	۰/۵	
کم	(۰/۱۵و۰/۱۵و۰/۲۵)	۰/۲۵	
خیلی کم	(۰و۰و۰/۲۵)	۰/۰۶۲۵	

مراحـــل اجرایـــی روش دلفی فازی در واقع ترکیبـــی از اجرای روش دلفـــی و انجام تحلیل‌ها بر روی اطلاعات با اســـتفاده از تعاریف نظریه مجموعه‌های فازی اســـت. پس از انتخاب خبرگان و ارسال پرسشنامه حاوی ۲۹ چالش شناسایی شده (جدول ۶)، میزان موافقت آنها با هرکدام از مولفه‌ها اخذ و نقطه نظرات پیشنهادی و اصلاحی آنها نیز جمع‌بندی شد. باتوجه‌به سؤالات و متغیرهای زبانی تعریف شده در پرسشنامه، میانگین فازی هرکدام از مؤلفه‌ها باتوجه‌به روابط (۱) و (۲) محاسبه شد (چنگ و لین[1]، ۲۰۰۲). نتایج مراحل محاسبات دلفی فازی در جدول (۶) آمده است.

رابطه (۱):

$$A^i = (a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}) \quad i = 1,2,3,\ldots,n$$

$$A_{ave} = (m_1, m_2, m_3)$$

$$= (\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^{(i)})$$

a_1, a_2, a_3 نشـــان‌گر عدد فازی مثلثی و A^i بیان‌گـــر دیدگاه خبره iام بوده و A_{ave} بیان‌گر میانگین دیدگاه‌های خبرگان است .

رابطه (۲): فرمول مینکووسکی[2] (β حد بالا، α حد پایین، M حد وسط).

1 . Cheng & Lin
2 . Minkowski

$$X= M+ (\beta-\alpha)/4$$

میانگین فازی دور اول از رابطه (۱) محاسبه (ستون سوم جدول ۶) و با استفاده از رابطه (۲) به اعداد قطعی (ستون چهارم جدول ۶) تبدیل شدند که نشان می‌دهد بیشترین موافقت خبرگان با چالش‌های «بی‌اعتمادی»، «عدم تناسب شرکا» (دارای میانگین فازی بالای ۰/۸) بوده و هردو چالش در دور اول تایید شدند و کمترین موافقت با چالش «استاندارد و ایمنی» (دارای میانگین فازی کمتر از ۰/۲) بود که منجر به حذف آن شد.

چالش‌هایی با میانگین فازی بین ۰/۲ تا ۰/۸ به دور دوم وارد شدند (چنگ و لین، ۲۰۰۲). در این مرحله مجدداً پرسشنامه‌ای تنظیم و همراه با نقطه‌نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف با میانگین دیدگاه سایرین (رابطه ۳) برای خبرگان ارسال شد تا در صورت تمایل نظرات قبلی خود را تعدیل نمایند.

رابطه (۳):

$$e = \left(a_{m1} - a_1^{(i)}, a_{m2} - a_2^{(i)}, a_{m3} - a_3^{(i)}\right)$$
$$= \left(1/n \sum a_1^{(i)} - a_1^i, 1/n \sum a_2^{(i)} - a_2^i, 1/n \sum a_3^{(i)} - a_3^i\right)$$

رابطه(۴):

$$s(A_{m2}, A_{m1}) = \left|\frac{1}{4}\left[(a_{m2} + a_{m2} + a_{m3}) - (a_{m1} + a_{m2} + a_{m3})\right]\right|$$

پس از جمع‌آوری و انجام محاسبات مربوط به‌دور دوم، چالش‌هایی که در جدول (۶) به رنگ سبز درآمده و علامت ستاره دارند به‌دلیل حد آستانه کمتر از ۰/۱ محاسبه شده توسط رابطه (۴) و چالش «اولویت‌بندی حوزه‌های کلیدی» که دارای میانگین فازی کمتر از ۰/۲ و اختلاف بین دو مرحله کمتر از حد آستانه بود، حذف شد. چالش‌های باقیمانده طی پرسشنامه‌ای برای دور سوم، مجددا برای خبرگان ارسال شد (جدول ۶). در دور سوم چالش‌های «عدم تعادل بین همکاری‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی، عدم تجربه پیشین کارآمد، عدم پایش و پذیرش عمومی، فقدان پشتیبانی و حمایت، ریسک بالا، عدم هم‌گرایی تحقیقات» تایید شد. چالش‌های «کوتاهی چرخه عمر فناوری، ناتوانی در بهره‌برداری از خروجی‌ها» که دارای میانگین فازی کمتر از (۰/۲) بوده و اختلاف بین دو مرحله از حد

آستانه کمتر بود، حذف و فرآیند خاتمه یافت.

جدول ۶: نتایج مراحل غربال‌گری چالش‌های تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهور نانو با استفاده از روش دلفی فازی

ابعاد	ردیف	چالش	میانگین فازی دور اول	دور اول	میانگین فازی دور دوم	دور دوم	اختلاف دور اول و دوم	میانگین فازی دور سوم	دور سوم	اختلاف دور دوم و سوم
چالش‌های داخلی	۱	ابهام و عدم شفافیت	(۰/۱۲و۰/۲و۰/۷۷)	۰/۷۵	(۰/۹و۰/۱۹و۰/۸۳)	۰/۸	۰/۰۵*	تأیید		
	۲	عدم تناسب شرکا	(۰/۹و۰/۱۹و۰/۸۳)	۰/۸*	تأیید					
	۳	عدم تجربه کارآمد	(۰/۱۳و۰/۲و۰/۷۵)	۰/۷۳	(۰/۱۶و۰/۱۶و۰/۵۶)	۰/۵۶	۰/۱۷	(۰/۱۳و۰/۱۷و۰/۶)	۰/۵۹	۰/۰۳*
	۴	نبود ظرفیت جذب	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۷۷)	۰/۷۴	(۰/۹و۰/۱۹و۰/۸۳)	۰/۸	۰/۰۶*	تأیید		
	۵	هزینه‌بربودن	(۰/۱۳و۰/۱۹و۰/۷)	۰/۶۸	(۰/۱۳و۰/۲و۰/۷۵)	۰/۷۳	۰/۰۵*	تأیید		
	۶	ناتوانی در بهره‌برداری از خروجی‌ها	(۰/۱۸و۰/۱۳و۰/۴۱)	۰/۴۲	(۰/۱۹و۰/۱۳و۰/۲۲)	۰/۲۳	۰/۱۹	(۰/۲و۰/۰۸و۰/۱۴)	۰/۱۷	۰/۰۲ عدم تأیید
	۷	ساختار نامناسب	(۰/۱۲و۰/۲و۰/۷۷)	۰/۷۵	(۰/۰۵و۰/۲۲و۰/۸۵)	۰/۸۱	۰/۰۶*	تأیید		
	۸	فقدان مهارت لازم	(۰/۱۴و۰/۲و۰/۶۴)	۰/۶۲۵	(۰/۱۳و۰/۲۱و۰/۶۶)	۰/۶۴	۰/۰۱۵*	تأیید		
	۹	عدم انعطاف‌پذیری	(۰/۱۲و۰/۱۹و۰/۶۸)	۰/۶۶	(۰/۱۳و۰/۲۱و۰/۶۶)	۰/۶۴	۰/۰۲*	تأیید		
	۱۰	زمان‌بر بودن	(۰/۱۶و ۰/۱۸و۰/۶)	۰/۵۹۵	(۰/۱۳و۰/۱۷و۰/۶)	۰/۵۹	۰/۰۰۵*	تأیید		
	۱۱	ناهمسویی استراتژی	(۰/۱۸و۰/۱۳و۰/۴۱)	۰/۴۲	(۰/۱۹و۰/۳و۰/۵)	۰/۴۷	۰/۰۵*	تأیید		
	۱۲	عدم انگیزه کافی	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۸۱)	۰/۷۸	(۰/۹و۰/۱۹و۰/۸۳)	۰/۸	۰/۰۲*	تأیید		
	۱۳	اولویت‌بندی حوزه کلیدی	(۰/۲۲و۰/۷و۰/۱۸)	۰/۲۱	(۰/۲و۰/۰۸و۰/۱۴)	۰/۱۷	۰/۰۵	عدم تأیید		
	۱۴	ضعف مدیریتی	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۷۷)	۰/۷۴	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۸۱)	۰/۷۸	۰/۰۴*	تأیید		

ابعاد	ردیف	چالش	میانگین فازی دور اول	دور اول	میانگین فازی دور دوم	دور دوم	اختلاف دور اول و دوم	میانگین فازی دور سوم	دور سوم	اختلاف دور دوم و سوم
چالش‌های خارجی	۱	محدودیت منابع مالی	(۰/۱۲و۰/۲و۰/۷۷)	۰/۷۵	(۰/۰۵و۰/۲۲و۰/۸۵)	۰/۸۱	۰/۰۶*	تأیید		
	۲	عدم پایش و پذیرش	(۰/۱۳و۰/۲۱و۰/۶۶)	۰/۶۴	(۰/۱۳و۰/۲و۰/۷۵)	۰/۷۳	۰/۱۹	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۸۱)	۰/۷۸	۰/۰۵*
	۳	فقدان پشتیبانی	(۰/۱۳و۰/۱۹و۰/۷)	۰/۶۸	(۰/۱۳و۰/۱۷و۰/۶)	۰/۵۹	۰/۱۱	(۰،۶۲،۰،۱۹،۰،۱۷)	۰/۶۱	۰/۰۲*
	۴	نبود نظام نظارتی	(۰/۱۳و۰/۲و۰/۷)	۰/۶۸۴	(۰/۱۲و۰/۲و۰/۷۷)	۰/۷۵	۰/۰۷*	تأیید		
	۵	کوتاهی چرخه عمر فناوری	(۰/۲و۰/۱۲و۰/۳۱)	۰/۳۳	(۰/۱۹و۰/۱۳و۰/۲۲)	۰/۲۳	۰/۱۱	(۰/۲و۰/۰۸و۰/۱۴)	۰/۱۷	۰/۰۶ عدم تأیید
	۶	کمبود زیرساخت‌ها	(۰/۱۳و۰/۲و۰/۷)	۰/۶۸۴	(۰/۱۲و۰/۲و۰/۷۷)	۰/۷۵	۰/۰۷*	تأیید		
چالش‌های تلفیقی	۱	ناتوانی در کنترل	(۰/۱۳و۰/۲و۰/۷۵)	۰/۷۳	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۷۷)	۰/۷۴	۰/۰۱*	تأیید		
	۲	ناکارآمدی جریان دانش	(۰/۱۳و۰/۱۷و۰/۶)	۰/۵۹	(۰/۱۵و۰/۲۱و۰/۷)	۰/۶۸	۰/۰۹*	تأیید		
	۳	مدیریت ریسک	(۰/۱۸و۰/۱۸و۰/۵۸)	۰/۵۸	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۷۷)	۰/۷۴	۰/۱۶	(۰/۱۲و۰/۲و۰/۷۷)	۰/۷۵	۰/۰۱*
	۴	ضعف فرهنگی	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۷۷)	۰/۷۴	(۰/۹و۰/۱۹و۰/۸۳)	۰/۸	۰/۰۶*	تأیید		
	۵	هم‌گرایی تحقیقات	(۰/۱۷و۰/۱۹و۰/۶۲)	۰/۶۱۵	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۷۷)	۰/۷۴	۰/۱۲۵	(۰/۰۵و۰/۲۲و۰/۸۵)	۰/۸۱	۰/۰۷*
	۶	استاندارد و ایمنی	(۰/۲و۰/۸و۰/۱۴)	۰/۱۷	عدم تأیید					
	۷	بی‌اعتمادی	(۰/۰۵و۰/۲۲و۰/۸۵)	۰/۸۱*	تأیید					
	۸	حفاظت مالکیت فکری	(۰/۱و۰/۲۲و۰/۸۱)	۰/۷۸	(۰/۱۳و۰/۲و۰/۷۵)	۰/۷۳	۰/۰۵*	تأیید		
	۹	حفظ تعادل در تحقیق و توسعه	(۰/۱۹و۰/۳و۰/۵)	۰/۴۷	(۰/۱۳و۰/۲۱و۰/۶۶)	۰/۶۴	۰/۱۷	(۰/۱۵و۰/۲۱و۰/۷)	۰/۶۸	۰/۰۴* تأیید

نتیجه غربالگری روش دلفی فازی منجر به شناسایی ۲۵ چالش تحقیق و توسعه باز در حوزه فناوری‌های نوظهور شد که در سه مقوله (داخلی، خارجی، تلفیقی) دسته‌بندی گردید (جدول ۷).

جدول ۷: تعریف و دسته‌بندی چالش‌های تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهور نانو (بعد از انجام دلفی فازی)

ابعاد	ردیف	چالش‌ها	توضیحات	منابع
چالش‌های داخلی	۱	ابهام و عدم شفافیت	عدم شفافیت نقش‌ها و مسئولیت‌ها، شفاف نبودن اطلاعات در طی مراحل همکاری و نتایج آن یا ضعف نظام اطلاع‌رسانی	دهقانی و حسینی[1] (۲۰۱۷)، بومر و باتاچاریا (۲۰۱۳)، کانگ و اوه (۲۰۱۲)، انصاری و طباطبائیان (۲۰۱۰)، باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، طالقانی و مهدی‌زاده (۲۰۱۶)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)
	۲	عدم تناسب شرکا	عدم تعادل و انتخاب نامناسب اعضا از لحاظ (مالی، تخصصی و دانشی یا مهارت‌های مکمل)	اسدی‌فرد و خالدی (۲۰۱۹)، کانگ و اوه (۲۰۱۲)، خمسه و همکاران (۲۰۱۹)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، انکل و گاسمن (۲۰۰۹)، رابلو و برنوس (۲۰۱۵)
	۳	عدم تجربه کارآمد	نداشتن تجربه کافی در همکاری فناورانه اعضا با یکدیگر	کارولا و همکاران (۲۰۱۳)، باقری و بوشهری(۲۰۱۳)، برنول[2] و همکاران (۲۰۱۰)، نقی‌زاده وهمکاران (۲۰۱۴)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، سالتر و همکاران (۲۰۱۴)
	۴	عدم وجود ظرفیت جذب	ظرفیت ناکافی در تحقیق و توسعه، انتقال نادرست دانش به‌دلیل عدم آمادگی بازیگران	اسدی‌فرد و خالدی (۲۰۱۹)، باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، مقدس نوده (۲۰۱۹)، راجالو و وادی (۲۰۱۷)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، انگل و گاسمن (۲۰۰۹)
	۵	هزینه‌بربودن	عدم‌توجه به اختصاص و پیش‌بینی میزان فعالیت‌های هزینه‌ای و سرمایه‌گذاری و مدیریت نادرست آنها	اسدی‌فرد و خالدی (۲۰۱۹)، فادل و همکاران (۲۰۱۵)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، برنول و همکاران (۲۰۱۰)، شیمشک و ییلدیریم[3] (۲۰۱۶)، رابلو و برنوس (۲۰۱۵)

ابعاد	ردیف	چالش‌ها	توضیحات	منابع
چالش‌های داخلی	۶	ساختار نامناسب	ساختار بسته یا باز نامناسب شرکای همکار (حضور در شبکه تحقیق و توسعه مستلزم به‌کارگیری ساختاری باز است).	اسدی‌فرد و خالدی (۲۰۱۹)، دهقانی و حسینی (۲۰۱۷)، انصاری و طباطبائیان (۲۰۱۰)، مقدس نوده (۲۰۱۹)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، سلطان‌زاده و منطقی (۲۰۱۵)، مدهوشی و کیاکجوری (۲۰۱۷)
	۷	عدم انعطاف‌پذیری	نداشتن قابلیت تغییر و انعطاف لازم به‌دلیل دیوان‌سالاری زیاد	دهقانی و حسینی (۲۰۱۷)، کانگ و اوه (۲۰۱۲)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، رابلو و برنوس (۲۰۱۵)، انکل و گاسمن (۲۰۰۹)
	۸	فقدان مهارت و دانش لازم	پایین‌بودن کارایی و توانمندی فناورانه اعضا، نداشتن مهارت و دانش فنی، کمبود متخصص در واحد تحقیق و توسعه	برگرسون و همکاران (۲۰۱۹)، دهقانی و حسینی (۲۰۱۷)، کانگ و اوه (۲۰۱۲)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، کیال و البدوی[۴] (۲۰۲۱)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، اوه و همکاران (۲۰۱۶)
	۹	زمان‌بر بودن	صرف زمان زیاد برای شکل‌گیری شبکه همکاری، فعالیت‌های تحقیق و توسعه، تعیین اولویت و سطح آمادگی لازم	برگرسون و همکاران (۲۰۱۹)، طباطبائیان و همکاران (۲۰۰۷)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، شیمشک و ییلدیریم (۲۰۱۶)، رابلو و برنوس (۲۰۱۵)، صفدری[۵] و همکاران (۲۰۱۵)
	۱۰	ناهمسویی راهبُرد	همسو نبودن راهبُرد و نبود اهداف و چشم‌انداز و سیاست‌های مشترک شرکا	بومر و باتاچاریا (۲۰۱۳)، طالقانی و مهدی‌زاده (۲۰۱۶)، احمد[۶] و همکاران (۲۰۱۷)،
	۱۱	عدم انگیزه کافی	کمبود یا نبود انگیزه داخلی یا خارجی برای (همکاری پایدار در تحقیق و توسعه، تبادل ایده‌ها و قابلیت‌ها، تسهیم دانش)	طباطبائیان و همکاران (۲۰۰۷)، باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، راجالو و وادی (۲۰۱۷)، مدهوشی و کیاکجوری (۲۰۱۷)، صفدری و همکاران (۲۰۱۵)

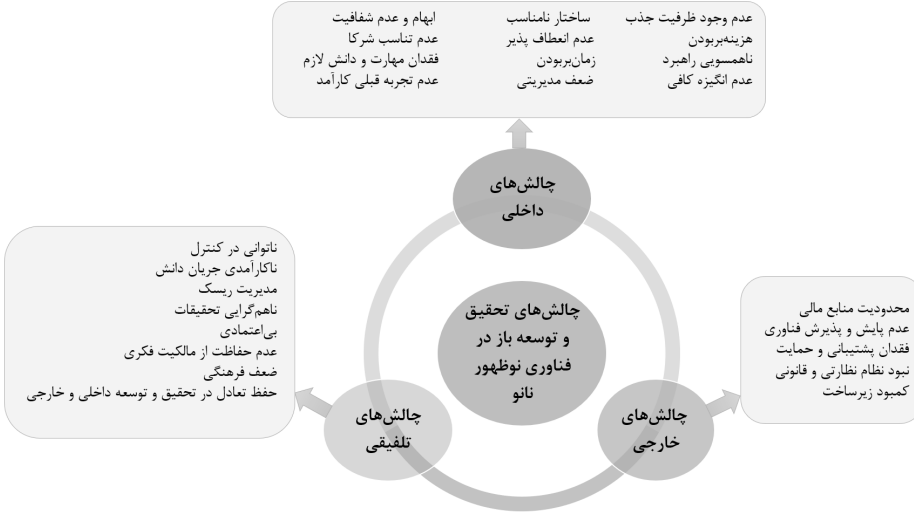
ابعاد	ردیف	چالش‌ها	توضیحات	منابع
چالش‌های داخلی	۱۲	ضعف مدیریتی	ناهماهنگی به‌دلیل سبک متفاوت مدیریتی بین شرکا، عدم آشنایی مدیران در همکاری، درنظر نگرفتن منافع سایرین	بویاک و همکاران[۷] (۲۰۱۴)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، سلطان‌زاده و منطقی (۲۰۱۵)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، چسبرو و برونسویکر (۲۰۱۳)، فلین و زینگر (۲۰۱۳)
چالش‌های خارجی	۱	محدودیت منابع مالی	جریان نقدی ناکافی و بازگشت سرمایه به دلیل دیر بازده بودن، محدودیت سرمایه‌گذاری نظام‌های مالی و اعتباری دولتی یا خصوصی به‌دلیل ریسک فناوری نوظهور	برگرسون و همکاران (۲۰۱۹)، کارولا و همکاران (۲۰۱۳)، بومر و باتاچاریا (۲۰۱۳)، بویاک و همکاران (۲۰۱۴)، مقدس نوده (۲۰۱۹)، تروجیلو و همکاران (۲۰۱۶)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، طالقانی و مهدی زاده (۲۰۱۶)، اوه و همکاران (۲۰۱۶)، رابلو و برنوس (۲۰۱۵)
	۲	عدم پایش و پذیرش فناوری	نبود پایش و دیده‌بانان سازمان‌یافته، نامشخص‌بودن نیاز واقعی و ناآگاهی و عدم شناخت نسبت به فناوری	طباطبائیان و همکاران (۲۰۰۷)، باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، انصاری و طباطبائیان (۲۰۱۰)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)
	۳	فقدان پشتیبانی و حمایت	کمبود یا عدم وجود سیاست‌های تشویقی دولت و خدمات حمایتی لازم با ضمانت اجرایی و ضعف نهادهای میانجی	برگرسون و همکاران (۲۰۱۹)، دهقانی و حسینی(۲۰۱۷)، باقری وبوشهری (۲۰۱۳)، تروجیلو وهمکاران (۲۰۱۶)، احمد وهمکاران (۲۰۱۷)،رابلو و برنوس (۲۰۱۵)، فلین و زینگر (۲۰۱۳)، مدهوشی و کیاکجوری (۲۰۱۷)

1 . Dehghani & Hosseini
2 . Bruneel
3 . Şimşek, K., & Yıldırım
4 . Kayyal & Albadvi
5 . Safdari
6 . Ahmad
7 . Boyack

ابعاد	ردیف	چالش‌ها	توضیحات	منابع
خارجی چالش‌های	۴	نبود نظام نظارتی و قانونی	عدم وجود قوانین یا اجرای نامناسب یا تغییرات مکرر به‌دلیل عدم آشنایی سیاست‌گذاران و مجریان با روش همکاری	پوکراجاک و همکاران (۲۰۲۱)، فادل وهمکاران (۲۰۱۵)، بومر و باتاچاریا (۲۰۱۳)، کانگ و اوه (۲۰۱۲)، خمسه همکاران (۲۰۱۹)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، انگل و گاسمن (۲۰۰۹)
	۵	کمبود زیرساخت	نبود یا کمبود سازوکارهای لازم در زمینه زیرساخت یا عدم بسترسازی مناسب	برگرسون و همکاران (۲۰۱۹)، کانگ و اوه (۲۰۱۲)، باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، صفدری و همکاران (۲۰۱۵)
چالش‌های تلفیقی	۱	ضعف فرهنگی	نداشتن فرهنگ باز برای همکاری در تحقیق و توسعه، نبود فرهنگ مشترک، عدم تناسب فرهنگ طرفین همکاری	برگرسون و همکاران (۲۰۱۹)، باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، کیال و البدوی (۲۰۲۱)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، رابلو و برنوس (۲۰۱۵)،
	۲	ناتوانی در کنترل	پیچیدگی زیاد، نامناسب‌بودن میزان گشودگی و یا عدم هماهنگی و کنترل	کانگ و اوه (۲۰۱۲)، پورتر و نیومن (۲۰۱۱)، انگل و گاسمن (۲۰۰۹)
	۳	ناکارآمدی جریان دانش	ناتوانی در (خلق، تجمیع، انتقال، تبادل دانش) و عدم بهره‌مندی از دانش مشهود و ضمنی	برگرسون و همکاران (۲۰۱۹)، تروجیلو و همکاران (۲۰۱۶)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، سلطان‌زاده و منطقی (۲۰۱۵)، مدهوشی و کیاکجوری (۲۰۱۷)، سالتر و همکاران (۲۰۱۴)، فلین و زینگر (۲۰۱۳)
	۴	مدیریت ریسک	مدیریت ریسک‌های (محیطی، سرمایه‌گذاری، فنی، عدم استفاده از فناوری نوظهور) در پروژه های تحقیق و توسعه	پوکراجاک و همکاران (۲۰۲۱)، دهقانی و حسینی (۲۰۱۷)، فادل و همکاران (۲۰۱۵)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، راجالو و وادی (۲۰۱۷)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، انگل و گاسمن (۲۰۰۹)
	۵	ناهمگرایی تحقیقات	درک متفاوت اعضا، نداشتن چارچوب و برنامه در هماهنگ‌سازی تحقیقات	اسدی فرد و خالدی (۲۰۱۹)، پورتر و نیومن(۲۰۱۱)

ابعاد	ردیف	چالش‌ها	توضیحات	منابع
چالش‌های تلفیقی	۶	بی‌اعتمادی	باور ضعیف و عدم تعهد نسبت به روابط فی‌مابین همکاری مشترک، امکان سوءاستفاده از توانمندی‌های اعضا	باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، مقدس نوده (۲۰۱۹)، سعدآبادی و همکاران (۲۰۱۶)، برنول و همکاران (۲۰۱۰)، نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۴)، مدهوشی و کیاکجوری (۲۰۱۷)، فلین و زینگر (۲۰۱۳)
	۷	عدم حفاظت از مالکیت فکری	ضعف در نظام حقوقی و مالکیت فکری و عدم وجود سازو کار مناسب حقوقی در محیط همکاری، حراست از دانش مشترک	دهقانی و حسینی (۲۰۱۷)، کارولا و همکاران (۲۰۱۳)، باقری و بوشهری (۲۰۱۳)، مقدس نوده (۲۰۱۹)، تروجیلو و همکاران (۲۰۱۶)، معزز و همکاران (۲۰۱۸)، چسبرو و برونسویکر و (۲۰۱۳)، فلین و زینگر (۲۰۱۳)
	۸	حفظ تعادل در تحقیق و توسعه	تعادل در تحقیق و توسعه داخلی و خارجی (ناتوانی در تبدیل دانش تکمیلی)، درگیری زیاد شرکای خارجی در فعالیت داخلی	دهقانی و حسینی (۲۰۱۷)، سالتر و همکاران (۲۰۱۴)، فلین و زینگر (۲۰۱۳)، بریچی (۲۰۱۳)

پس از شناسایی و غربال چالش‌ها، مدل نظری پژوهش به‌دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲: مدل مفهومی چالش‌های تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهور نانو

پایایی همان سازگاری و متناقض‌نبودن پاسخ خبرگان و تکرارپذیری است و مهم‌ترین محدودیت این روش زمان‌بر بودن آن است. فرآیند دلفی تا زمانی ادامه می‌یابد که اختلاف میانگین اعداد فازی در دو مرحله‌ی متوالی برای تمام مولفه‌های پرسشنامه، کمتر از حد آستانه شود (چنگ و لین، ۲۰۰۲). در این پژوهش، نظرسنجی در مرحله سوم به سازگاری و ثبات کافی رسیده و متوقف شد. ازاین‌رو نتایج حاصله از پایایی کافی برخوردار است. روایی یک مطالعه دلفی فازی در راستای ترکیبی از خبرگان است که در آن به دو عامل مهم اندازه گروه خبرگان و شایستگی‌های خبرگان توجه شده باشد. اگر اعضای شرکت کننده در مطالعه نماینده گروه یا حوزه دانش مورد نظر باشند، اعتبار روش دلفی فازی تایید می‌شود (آذر و فرجی، ۲۰۰۲).

وزن‌دهی چالش‌های شناسایی‌شده تحقیق و توسعه باز دراکتساب فناوری نوظهور حوزه نانو (آنتروپی شانون)

در این پژوهش برای وزن‌دهی به چالش‌ها از روش آنتروپی شانون[1] استفاده شد: در گام اول، ماتریس تصمیم‌گیری (ستون‌ها همان معیار یا چالش‌ها و سطرها همان گزینه‌ها یا پاسخ دهنده‌ها) تشکیل شد و با استفاده از عبارات کلامی، هر گزینه نسبت به هر معیار ارزیابی شد. در گام دوم ماتریس تصمیم‌گیری، طبق رابطه (۵) نرمال شده و هر درایه نرمال شده P_{ij} نامگذاری گردید.

رابطه (۵):

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}} \quad ; \forall_{i,j}$$

در گام سوم، مقدار پارامتر K جهت کاربرد در مقدار آنتروپی E_j (رابطه ۶) محاسبه شد (m تعداد خبرگان است).

رابطه (۶):

$$k = \frac{1}{\ln(m)}$$

در گام چهارم، آنتروپی هر چالش E_j با استفاده از رابطه (۷) محاسبه شد (ستون پنجم جدول ۸).

رابطه (۷):

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} P_{ij} \times \ln P_{ij} \qquad i = 1,2,\dots,m$$

1 . Shannon entropy

در گام پنجم، مقدار درجه انحراف (d_j) بوسیله رابطه ($d_j=1-E_j$) محاسبه شد (ستون ششم جدول ۸). درجه انحراف بیان‌کننده آن است که شاخص مربوطه، چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرارداده اســـت و هرچه مقادیر شاخص‌های اندازه‌گیری شده به هم نزدیک‌تر باشند نشان‌دهنده آن است که گزینه‌های (داده‌های) رقیب ازنظر آن شاخص، تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند. لذا نقش آن عامل در تصمیم‌گیری باید به‌همان اندازه کاهش یابد. در گام ششم، اوزان چالش‌ها، به‌کمک رابطه ($W_i= d_i / \sum d$) محاسبه شد (ستون هفتم جدول ۸). لازم به‌ذکر است که W_i بیانگر وزن آنتروپی شانون و W_a بیانگر میانگین وزنی هر عامل است. در گام هفتم، بعد از آنکه وزن هر چالش به‌دست آمد می‌توان آنها را وزن‌دهی یا اولویت‌بندی وزنی کرد (ستون آخر جدول ۸).

جدول ۸: وزن‌دهی چالش‌های تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهورنانو با آنتروپی شانون

ابعاد	ردیف	چالش‌ها	فراوانی	مقدار آنتروپی E_j	درجه انحراف d_j	وزن آنتروپی شانون W_i	میزان اتفاق‌نظر خبرگان C_i	میانگین وزنی هر عامل W_a	اولویت وزنی
چالش‌های داخلی	۱	ابهام و عدم شفافیت	۵۰	۰/۹۹۵۳۷	۰/۰۰۴۶۳	۰/۰۲۰۲۲	۰/۹۷۹۷۸	۴/۱۶۷	۲۰
	۲	عدم تناسب شرکا	۵۲	۰/۹۹۶۶۱	۰/۰۰۳۳۹	۰/۰۱۴۸۱	۰/۹۸۵۱۹	۴/۳۳۳	۲۳
	۳	عدم تجربه قبلی کارآمد	۴۸	۰/۹۹۰۴۷	۰/۰۰۹۵۳	۰/۰۴۱۶۲	۰/۹۵۸۳۸	۴	۱۰
	۴	عدم وجود ظرفیت جذب	۴۹	۰/۹۹۱۸۵	۰/۰۰۸۱۵	۰/۰۳۵۵۹	۰/۹۶۴۴۱	۴/۰۸۳	۱۳
	۵	هزینه‌بربودن	۴۶	۰/۹۹۰۲۸	۰/۰۰۹۷۲	۰/۰۴۲۴۵	۰/۹۵۷۵۵	۳/۸۳۳	۸
	۶	ساختار نامناسب	۵۰	۰/۹۸۸۵۸	۰/۰۱۱۴۲	۰/۰۴۹۸۸	۰/۹۵۰۱۲	۴/۱۶۷	۶
	۷	عدم انعطاف‌پذیری	۴۵	۰/۹۸۸۵۷	۰/۰۱۱۴۳	۰/۰۴۹۹۲	۰/۹۵۰۰۸	۳/۷۵	۵
	۸	فقدان مهارت و دانش لازم	۴۳	۰/۹۹۰۳۳	۰/۰۰۹۶۷	۰/۰۴۲۲۳	۰/۹۵۷۷۷	۳/۵۸۳	۹
	۹	زمان‌بر بودن	۴۰	۰/۹۷۹۷۰	۰/۰۲۰۳	۰/۰۸۸۶۶	۰/۹۱۱۳۴	۳/۳۳۳	۱
	۱۰	عدم همسویی راهبُرد	۴۴	۰/۹۹۳۱۹	۰/۰۰۶۸۱	۰/۰۲۹۷۴	۰/۹۷۰۲۶	۳/۶۶۷	۱۹
	۱۱	عدم انگیزه کافی	۵۱	۰/۹۹۲۹۴	۰/۰۰۷۰۶	۰/۰۳۰۸۳	۰/۹۶۹۱۷	۴/۲۵۰	۱۷
	۱۲	ضعف مدیریتی	۴۹	۰/۹۹۱۸۵	۰/۰۰۸۱۵	۰/۰۳۵۵۹	۰/۹۶۴۴۱	۴/۰۸۳	۱۴

ابعاد	ردیف	چالش‌ها	فراوانی	مقدار آنتروپی E_j	درجه انحراف d_j	وزن آنتروپی شانون W_i	میزان اتفاق‌نظر خبرگان C_i	میانگین وزنی هر عامل W_a	اولویت وزنی
چالش‌های خارجی	۱۳	محدودیت منابع مالی	۵۰	۰/۹۹۵۳۷	۰/۰۰۴۶۳	۰/۰۲۰۲۲	۰/۹۷۹۷۸	۴/۱۶۷	۲۱
	۱۴	عدم پایش، پذیرش فناوری	۴۴	۰/۹۹۳۱۹	۰/۰۰۶۸۱	۰/۰۲۹۷۴	۰/۹۷۰۲۶	۳/۶۶۷	۱۸
	۱۵	فقدان پشتیبانی و حمایت	۴۶	۰/۹۹۲۴۹	۰/۰۰۷۵۱	۰/۰۳۲۸۰	۰/۹۶۷۲	۳/۸۳۳	۱۵
	۱۶	نبود نظام نظارتی و قانونی	۴۷	۰/۹۹۱۳۷	۰/۰۰۸۶۳	۰/۰۳۷۶۹	۰/۹۶۲۳۱	۳/۹۱۷	۱۱
	۱۷	کمبود زیرساخت‌ها	۴۷	۰/۹۹۱۳۷	۰/۰۰۸۶۳	۰/۰۳۷۶۹	۰/۹۶۲۳۱	۳/۹۱۷	۱۲
چالش‌های تلفیقی	۱۸	ضعف فرهنگی	۴۹	۰/۹۸۴۹۲	۰/۰۱۵۰۸	۰/۰۶۵۸۶	۰/۹۳۴۱۴	۴/۰۸۳	۴
	۱۹	ناتوانی در کنترل	۴۸	۰/۹۹۲۵۸	۰/۰۰۷۴۲	۰/۰۳۲۴۱	۰/۹۶۷۵۹	۴	۱۶
	۲۰	ناکارآمدی جریان دانش	۴۹	۰/۹۸۹۷۸	۰/۰۱۰۲۲	۰/۰۴۴۶۳	۰/۹۵۵۳۷	۴/۰۸۳	۷
	۲۱	مدیریت ریسک	۳۹	۰/۹۷۹۸۱	۰/۰۲۰۱۹	۰/۰۸۸۱۸	۰/۹۱۱۸۲	۳/۲۵۰	۲
	۲۲	عدم همگرایی تحقیقات	۴۲	۰/۹۸۰۲۲	۰/۰۱۹۷۸	۰/۰۸۶۳۹	۰/۹۱۳۶۱	۳/۵	۳
	۲۳	بی‌اعتمادی	۵۴	۰/۹۹۶۴۵	۰/۰۰۳۵۵	۰/۰۱۵۵۰	۰/۹۸۴۵	۴/۵	۲۲
	۲۴	عدم حفاظت از مالکیت فکری	۵۱	۰/۹۹۶۹۲	۰/۰۰۳۰۸	۰/۰۳۴۵	۰/۹۸۶۵۵	۴/۲۵	۲۵
	۲۵	حفظ تعادل در تحقیق و توسعه	۴۸	۰/۹۹۶۸۲	۰/۰۰۳۱۸	۰/۰۱۳۸۹	۰/۹۸۶۱۱	۴	۲۴
					$\sum d$ =۰/۲۲۸۹۷	$\sum W_i$ =۱	C_i=۰/۹۶ میانگین		

چون جمع جبری وزن‌ها برابر یک است پس صحت عملیات تایید شده و می‌توان براساس وزن هر شاخص، اولویت‌بندی کرد. همان‌طور که در جدول (۸) مشاهده می‌شود عواملی که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند از نظر میانگین وزنی، کمترین وزن را دارند. در گام هشتم، عامل‌ها براساس میزان اتفاق‌نظر خبرگان یا همسوبودن نظرها اولویت‌بندی شدند. برای به‌دست‌آوردن میزان اتفاق‌نظر

خبرگان از رابطه ($C_i = 1- W_i$) استفاده شد. بعد از تعیین میزان اتفاق‌نظر خبرگان بر روی هر عامل، باید مشـــخص شود که اتفاق‌نظر به‌سمت پرُاهمیت‌بودن عامل یا کم‌اهمیت‌بودن عامل است؛ برای این منظور نیز دامنه میزان اهمیت نظر خبرگان که شامل: خیلی زیاد (۵)، زیاد (۴)، متوسط (۳)، کم (۲)، خیلی کم (۱) بود (برگرفته از مقیاس لیکرت) تعیین شد. در گام نهم، باتوجه‌به میزان اتفاق‌نظر خبرگان (C_i) و میانگین وزنی عامل‌ها (W_a) (جدول ۹) و دامنه تعیین شـــده، چالش‌ها دســـته‌بندی شـــدند. عامل‌هایـــی که میزان اتفاق‌نظر خبرگان برای آنها بیش از میانگین (C_i =۰,۹۶ میانگین) بود، به‌عنوان عامل‌هایی با اتفاق‌نظر قوی و آنهایی که کمتر از میانگین بود به‌عنوان اتفاق‌نظر ضعیف انتخاب شدند. همچنین در این دســـته بندی هر عامل باتوجه‌به میانگین وزنی (W_a) خود، به‌عنوان عامل پُراهمیت (میانگین وزنی بیش از ۴)، عامل با اهمیت متوســـط (میانگین وزنی ببین ۳ و ۴) و درغیر این‌صورت عامل کم‌اهمیت دســـته‌بندی شد. نتایج اولویت‌بندی چالش‌ها بر اساس دو عامل اتفاق نظر خبرگان و وزن‌دهی تعیین شده است (جدول ۹).

جدول ۹: اولویت‌بندی چالش‌های تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهور نانو

(میزان اتفاق‌نظر خبرگان و اهمیت چالش‌ها)

(۱) اتفاق‌نظر قوی برای پُراهمیت‌بودن چالش‌ها			میانگین وزنی W_a	(۲)اتفاق‌نظر ضعیف برای پُراهمیت‌بودن چالش‌ها			میانگین وزنی W_a
رتبه	ابعاد	چالش‌ها	اتفاق‌نظر خبرگان C_i	رتبه	ابعاد	چالش‌ها	اتفاق‌نظر خبرگان C_i	
۱	تلفیقی	عدم حفاظت مالکیت فکری	۰/۹۸۶۵۵	۴/۲۵	۱	داخلی	عدم تجربه پیشین کارآمد	۰/۹۵۸۳۸	۴
۲	تلفیقی	حفظ تعادل تحقیق و توسعه	۰/۹۸۶۱۱	۴	۲	تلفیقی	ناکارآمدی جریان دانش	۰/۹۵۵۳۷	۴/۰۸۳
۳	داخلی	عدم تناسب شرکا	۰/۹۸۵۱۹	۴/۳۳۳	۳	داخلی	ساختار نامناسب	۰/۹۵۰۱۲	۴/۱۶۷
۴	تلفیقی	بی‌اعتمادی	۰/۹۸۴۵	۴/۵	۴	تلفیقی	ضعف فرهنگی	۰/۹۳۴۱۴	۴/۰۸۳
۵	خارجی	محدودیت منابع مالی	۰/۹۷۹۷۸	۴/۱۶۷					
۶	داخلی	ابهام و عدم شفافیت	۰/۹۷۹۷۸	۴/۱۶۷					

(۱) اتفاق‌نظر قوی برای پُراهمیت‌بودن چالش‌ها				میانگین وزنی W_a	(۲)اتفاق‌نظر ضعیف برای پُراهمیت‌بودن چالش‌ها				میانگین وزنی W_a
رتبه	ابعاد	چالش‌ها	اتفاق‌نظر خبرگان C_i		رتبه	ابعاد	چالش‌ها	اتفاق‌نظر خبرگان C_i	
۷	داخلی	عدم انگیزه کافی	۰/۹۶۹۱۷	۴/۲۵					
۸	تلفیقی	ناتوانی در کنترل	۰/۹۶۷۵۹	۴					
۹	داخلی	ضعف مدیریتی	۰/۹۶۴۴۱	۴/۸۰۳					
۱۰	داخلی	عدم وجود ظرفیت جذب	۰/۹۶۴۴۱	۴/۸۰۳					
(۳) اتفاق‌نظر قوی برای اهمیت متوسط چالش‌ها				**میانگین وزنی W_a**	**(۴)اتفاق‌نظر ضعیف برای اهمیت متوسط چالش‌ها**				**میانگین وزنی W_a**
رتبه	**ابعاد**	**چالش‌ها**	**اتفاق‌نظر خبرگان C_i**		**رتبه**	**ابعاد**	**چالش‌ها**	**اتفاق‌نظر خبرگان C_i**	
۱	داخلی	عدم همسویی راهبُردها	۰/۹۷۰۲۶	۳/۶۶۷	۱	داخلی	فقدان مهارت و دانش لازم	۰/۹۵۷۷۷	۳/۵۸۳
۲	خارجی	عدم پایش و پذیرش عمومی	۰/۹۷۰۲۶	۳/۶۶۷	۲	داخلی	هزینه‌بربودن	۰/۹۵۷۵۵	۳/۸۳۳
۳	خارجی	فقدان پشتیبانی و حمایت	۰/۹۶۷۲	۳/۸۳۳	۳	داخلی	عدم انعطاف‌پذیری	۰/۹۵۰۰۸	۳/۷۵۰
۴	خارجی	کمبود زیرساخت‌ها	۰/۹۶۲۳۱	۳/۹۱۷	۴	تلفیقی	عدم همگرایی تحقیقات	۰/۹۱۳۶۱	۳/۵
۵	خارجی	نبود نظام نظارتی	۰/۹۶۲۳۱	۳/۹۱۷	۵	تلفیقی	مدیریت ریسک	۰/۹۱۱۸۲	۳/۲۵
۶	داخلی	زمان‌بر بودن	۰/۹۱۱۳۴	۳/۳۳۳					

در جدول (۹)، منطقه اول (۱۰ چالش شـــامل: ۵ داخلی، ۱ خارجی، ۴ تلفیقی) و منطقه دوم (۴ چالش شـــامل: ۲ داخلی، ۲ تلفیقی) چالش‌هایی هستند که خبرگان تحقیق، نسبت به پُراهمیت‌بودن آنها اتفاق‌نظر دارند و منطقه ســـوم (۶ چالش شامل: ۲ داخلی، ۴ خارجی) و منطقه چهارم (۵ چالش شـــامل: ۳ داخلی، ۲ تلفیقی) چالش‌هایی هســـتند که دارای اهمیت کمتری نســـبت به مناطق قبلی می‌باشـــند و می‌توانند برای تحقیقات بیشتر، مورد بررســـی قرار گیرند. همچنین از جمله نقاط قوت

پژوهش این است که هیچ‌کدام از عامل‌ها، کم‌اهمیت تشخیص داده نشدند.

۵ - بحث و نتیجه‌گیری

توسعه فناوری نوظهور، دستاوردهای زیادی را برای جامعه و سازمان‌ها به‌همراه می‌آورد که باتوجه‌به اهمیت اکتساب فناوری نوظهور و پتانسیل رشد بالا، نیازمند تعامل و همکاری است. یکی از روش‌های مناسب همکاری‌های تحقیق و توسعه‌ای، رویکرد نوین تحقیق و توسعه باز بوده که از روش‌های همکاری در تحقیق و توسعه و مبتنی بر نوآوری باز است. این رویکرد همانند هر روش جدیدی، با خطرات ناشناخته زیادی همراه است که برخی از این چالش‌ها و خطرات قابل شناسایی و پیش‌بینی بوده و از همان ابتدا رفع صحیح آنها می‌تواند از اشتباهات پُرهزینه در آینده جلوگیری کند. این پژوهش به شناسایی چالش‌های پیش روی تحقیق و توسعه باز در اکتساب فناوری نوظهور (حوزه نانو در ایران) پرداخته است.

در پی مطالعه تحقیقات داخلی و خارجی، چالش‌های فناوری نوظهور حوزه نانو (جدول ۱) و همکاری در تحقیق و توسعه (جدول ۲) و نوآوری باز (جدول ۳) شناسایی شدند. از سه حوزه مذکور ۲۹ چالش مشترک انتخاب و پس از طبقه‌بندی (جدول ۵) و صحت‌سنجی چالش‌های منتخب، ۲۵ چالش در سه مقوله (۱۲ چالش داخلی، ۵ چالش خارجی، ۸چالش تلفیقی)، به‌عنوان چالش‌های فراروی رویکرد تحقیق و توسعه باز در اکتساب حوزه فناوری نوظهور نانو نهایی شد (جدول ۷) و مدل مفهومی پژوهش شکل گرفت (شکل ۲) .

پس از وزن‌دهی و اولویت‌بندی (جدول ۸). سپس چالش‌ها بر مبنای دو عاملِ «میزان اتفاق‌نظر خبرگان» و «میزان اهمیت هر چالش» در چهار منطقه دسته‌بندی شدند (جدول ۹). اولویت‌بندی چالش‌ها به‌تفکیک هر منطقه شامل:

منطقه یک، چالش‌هایی که خبرگان تحقیق اتفاق‌نظر قوی نسبت به پُراهمیت‌بودن آنها دارند شامل: عدم حفاظت از مالکیت فکری، عدم تعادل بین همکاری‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی، عدم تناسب شرکا، بی‌اعتمادی، محدودیت منابع مالی، عدم شفافیت و ابهام، عدم انگیزه کافی، ناتوانی در کنترل، ضعف مدیریتی، عدم وجود ظرفیت جذب

منطقه دو، چالش‌هایی که خبرگان تحقیق اتفاق‌نظر ضعیف‌تری نسبت به پُراهمیت‌بودن آنها دارند شامل: عدم تجربه پیشین کارآمد، ناکارآمدی جریان دانش، ساختار نامناسب، ضعف فرهنگی

منطقه ســـه، چالش‌هایی که خبرگان اتفاق‌نظر قوی برای اهمیت متوسط آنها دارند شامل: عدم همســـویی راهبردها، عدم پذیرش عمومی، فقدان پشتیبانی و حمایت، کمبود زیرساخت‌ها، نبود نظام نظارتی و قانونی

منطقه چهار، چالش‌هایی که خبرگان اتفاق‌نظر ضعیف‌تری نســـبت به اهمیت متوسط آنها دارند. شامل: فقدان مهارت و دانش لازم، هزینه‌های بالا، عدم انعطاف‌پذیری، عدم هم‌گرایی تحقیقات، ریسک بالا، زمان‌بر بودن

مناطق ۳ و ۴ شـــامل چالش‌هایی هستند که دارای اهمیت کمتری نسبت به مناطق قبلی بوده و می‌توانند برای تحقیقات بیشـــتر، مورد بررسی قرار گیرند. هیچکدام از چالش‌ها، کم‌اهمیت تشخیص داده نشدند.

به‌منظور صحت‌سنجی پژوهش حاضر، مقایسه‌ای با چالش‌های شش پژوهش در حوزه‌های متناسب با موضوع انجام شد (جدول ۱۰). در تحقیق و توسعه باز اعضای مختلفی از صنعت و دانشگاه و نهادهای تســـهیلگر بایکدیگر همکاری می‌نمایند. در پژوهش اول، اســـدی‌فرد و خالـــدی (۲۰۱۹) چالش‌های همکاری فناورانه بین شرکت‌های کوچک و بزرگ در حوزه نانو را بررسی کردند که منجر به شناسایی ۹ چالش از دید شـــرکت بزرگ و ۱۱ چالش از دید شـــرکت کوچک و ۹ چالش مشـــترک شـــد که با پژوهش حاضر در ۱۲ چالش (۴۲٪) اشتراک داشته که نشان‌دهنده توجه پژوهش حاضر به‌لحاظ‌کردن چالش‌های همکاری بین شرکت‌های بزرگ و کوچک تجاری است. در پژوهش دوم، دهقانی و حسینی (۲۰۱۷) ۱۴ چالـــش اجرایـــی در فرآیند همکاری‌های فناورانه حوزه نانو را شناســـایی کردن که در ۷ چالش (۵۰٪) با پژوهش حاضر مشـــترک‌اند. البته پژوهش حاضر علاوه‌بر چالش‌های اجرایی، مسائل و مشـــکلات قبل از عقد قرارداد (شکل‌گیری همکاری) و بعد از آن (ارزیابی و توسعه) را نیز مدنظر قرار داده اســـت. در پژوهش سوم باقری و بوشـــهری (۲۰۱۳)، عوامل موثر بر همکاری فناورانه حوزه نانو را مورد مطالعه قراردادند که منجر به شناســـایی ۲۳ چالش در چهار بُعد (ســـازمانی، دانشی، فردی و نهادی) شد که در ۱۱ چالش (۴۸٪) با پژوهش حاضر اشتراک دارند. لازم‌به‌ذکر است که پژوهش حاضر همکاری فناورانه در فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای را مورد توجه قرار داده است. از آن‌جایی که دولت به‌عنوان یکی از بازیگران در تحقیق و توسعه باز، نقش مهمی در سیاست‌گذاری فناوری نوظهور دارد، انصاری و طباطبائیان (۲۰۱۰) مطالعه‌ای در حوزه سیاست‌گذاری فناوری نانو انجام داده و ۹ چالش را شناسایی کردند (پژوهش چهارم) که با پژوهش حاضر در ۵ چالش (۵۵٪) مشترک‌اند. تحقیق و توسعه

باز به‌دلیل گســـتردگی و تنوع بازیگران و ویژگی‌های فناوری همواره با چالش‌های مدیریتی روبروست. در پژوهش پنجم، فرقانی و انصاری (۲۰۰۷) ۷ چالش مدیریتی حوزه نانوفناوری را شناسایی کردند که با پژوهش حاضر در ۳ چالش (۴۳٪) اشتراک دارند. در پژوهش ششم، طباطبائیان و همکاران (۲۰۰۷)، ۱۶ چالش تجاری‌سازی حوزه نانوفناوری استخراج کردند که در ۱۱ چالش (۶۹٪) با چالش‌های تحقیق و توسعه باز هم‌خوانی دارند. البته خروجی فرآیند تحقیق و توسعه باز، بصورت نمونه آزمایشی محصول اولیه، ثبت اختراع یا انتشار مقالات است و به‌مرحله تجاری‌سازی وارد نمی‌شود. نتایج، بیانگر چالش‌های مشترک در کل فرآیند است (جدول ۱۰).

جدول ۱۰: مقایسه چالش‌های پژوهش حاضر با پژوهش‌های منتخب (منبع: نویسنده)

مقایسه پژوهش‌ها	چالش‌های داخلی														چالش‌های خارجی						چالش‌های تلفیقی							
	ابهام و عدم شفافیت	عدم تناسب شرکا	عدم تجربه قبلی کارآمد	عدم وجود ظرفیت جذب	هزینه‌بربودن	ساختار نامناسب	عدم انعطاف‌پذیری	فقدان مهارت دانش لازم	زمان‌بر بودن	عدم همسویی راهبرد	عدم انگیزه کافی	ضعف مدیریتی	محدودیت منابع مالی	عدم پایش و پذیرش فناوری	فقدان پشتیبانی و حمایت	نبود نظام نظارتی و قانونی	کمبود زیرساخت	ضعف فرهنگی	ناتوانی در کنترل	ناکارآمدی جریان دانش	مدیریت ریسک	عدم همگرایی تحقیقات	بی‌اعتمادی	عدم حفاظت از مالکیت فکری	حفظ تعادل در تحقیق و توسعه
اول		*		*	*			*	*			*		*			*	*		*			*	*		
دوم	*					*	*	*							*							*		*		
سوم	*		*	*							*	*		*	*		*	*					*	*		
چهارم	*					*								*		*		*								
پنجم								*								*									*	
ششم					*				*			*	*	*		*	*	*				*			*	
تکرار	۳	۱	۱	۲	۲	۲	۱	۳	۲	۰	۲	۳	۱	۴	۲	۳	۳	۴	۰	۱	۲	۰	۲	۲	۵	۰

چالش‌هـــای «عدم حفاظت از مالکیت فکری» با ۵ تکرار و «ضعف فرهنگی، عدم پایش و پذیرش فناوری» با فراوانی ۴ تکرار بیشترین اهمیت را دارند (جدول ۱۰) که با یافته‌های تحقیق نیز هم‌خوانی داشته و خبرگان اتفاق نظر قوی نسبت به پُراهمیت بودن هر سه چالش را داشتند (جدول ۸).

از جمله یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان از شناسایی چالش تلفیقی «حفظ تعادل تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و ناتوانی در کنترل و عدم هم‌گرایی تحقیقات» و چالش داخلی «ناهمسویی راهبرد» با فراوانی صفردر پژوهش‌های منتخب نام برد که کمتر موردتوجه قرار گرفته‌اند. لازم‌به ذکر است که دو چالش «حفظ تعادل تحقیق و توسعه داخلی و خارجی» و «ناتوانی در کنترل» در منطقه یک (اولویت وزنی بالا و اتفاق‌نظر قوی خبرگان) واقع شده (جدول ۸) که نشان از اهمیت بالای آنها است. در آخر، راه‌کارهایی جهت بهبود چالش‌های فراروی تحقیق و توسعه باز دراکتساب فناوری نوظهور (حوزه نانو در ایران) به تفکیک هر چالش (جدول ۱۱) پیشنهاد شده است.

جدول ۱۱: راهکارهای بهبود چالش‌های فراروی تحقیق و توسعه باز در اکتساب فناوری نوظهورحوزه نانو (منبع: نویسنده)

	ردیف	چالش	راهکارهای پیشنهادی جهت بهبود چالش‌ها
چالش‌های داخلی	۱	ابهام و عدم شفافیت	شبکه‌سازی ازطریق ایجاد درگاهی جامع برای جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی اطلاعات و دانش به‌منظور دسترسی اعضا برای جلوگیری از موازی‌کاری و دستیابی آسان به پیشینه اطلاعات و کارهای تحقیقاتی در حال اجرا، خلق سازوکارهای جدید برای ارائه و مزایای بهره‌برداری از نتایج تحقیق و توسعه در محیط دیجیتال به‌صورت قابل درک
	۲	عدم تناسب شرکا	ایجاد ارتباطات مؤثر بین اعضای شبکه همانند برگزاری جلسات، انجمن‌ها و مسابقات نوآوری باز برای حل مشکلات یا آشنایی و ارتباط بیشتر واحدهای تحقیق و توسعه حوزه نانو با یکدیگر
	۳	عدم تجربه کارآمد	شناسایی شرکت‌های دانش‌بنیان، استارت‌آپ‌ها، پژوهشگران و همکاران با تجربه‌های موفق در حوزه نانو به‌منظور شبکه‌سازی و همکاری برای برطرف‌کردن شکاف‌های اطلاعاتی موجود در پروژه‌های مشترک
	۴	عدم ظرفیت جذب	آموزش مستقیم و غیرمستقیم ازطریق تعامل و ایجاد تیم‌های یادگیری داوطلبانه، افزایش شبکه‌های آزمایشگاهی مشترک در حوزه نانو و ارتباط مؤثر شبکه‌ها و هم‌افزایی دانش فی‌مابین
	۵	هزینه‌بربودن	افزایش فعالیت‌های همکارانه در شبکه مابین آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه (توسط ستاد ویژه نانو)
	۶	ساختار نامناسب	استفاده از ساختارهای افقی، کاهش دیوان‌سالاری و پیچیدگی، حضور در شبکه مستلزم به‌کارگیری ساختاری باز
	۷	انعطاف‌پذیری	ساختار مدیریت مخاطرات، تعامل مناسب بین بازیگران

	ردیف	چالش	راهکارهای پیشنهادی جهت بهبود چالش‌ها
چالش‌های داخلی	۸	فقدان مهارت	جلب مشارکت اعضای توانمند، آموزش اعضا با جدیدترین روش‌های علمی
	۹	زمان‌بر بودن	کوتاهی فرایند طولانی‌مدت تعیین اولویت‌ها، بررسی و تصویب بودجه و درنهایت ارزیابی پروژه‌های در دست اقدام
	۱۰	عدم همسویی راهبُردها	تشکیل کارگروه‌های تخصصی هماهنگی و همکاری میان بازیگران به‌منظور همگرایی در رسیدن به اهداف، تدوین سند راهبردی پژوهشی و همکاری در تحقیق و توسعه، چشم‌انداز مناسب، توانمندی ارزیابی آیندهٔ فناوری نانو
	۱۱	عدم انگیزه	تشویق و تقویت انگیزه مالی، نشان‌دادن شفاف ارزش‌های همکاری از طریق ایجاد یک هویت برای شبکه
	۱۲	ضعف مدیریتی	هماهنگی سبک مدیریتی بین شرکا، توجه و تمرکز بیشتر مدیران و سیاستگذاران به رفع چالش‌های نرم و سخت[1]، تحقق ارزش پیشنهادی؛ تقویت مذاکره و تعامل؛ تعیین آشکار مسئولیت‌ها و کار منسجم؛
چالش‌های خارجی	۱	منابع محدود	(مالی) معاف از مالیات، اعطای یارانه، پژوهانه تحقیقاتی، وام و تسهیلات بانکی، مشارکت سرمایه‌گذاران خطرپذیر
	۲	عدم پایش و پذیرش فناوری	ایجاد مرکز رصد و دیده‌بانی فناوری، ایجاد بانک‌های اطلاعاتی عرضه و تقاضای فناوری نوظهورنانو، مشارکت کاربر درفرآیند تحقیق و توسعه، قراردادن خواست مشتری به عنوان یکی از اهداف در مراکز فعالیت‌های تحقیق و توسعه باز؛
	۳	فقدان پشتیبانی	حمایت مالی دولت، برگزاری فعالیت‌هایی مانند مسابقات نوآوری باز، ضمانت فناوری نوظهور، کمک به تجاری‌سازی فناوری نانو، معافیت مالیاتی، تقویت نهادهای میانجی
	۴	نبود نظام نظارتی وقانونی	تشکیل کارگروه‌های تخصصی برای ارزیابی و نظارت بر اجرا، تکمیل برخی قوانین، استانداردها و سیاست‌های موجود یا ریشه‌یابی علل اجرای نادرست برخی از سیاست‌ها
	۵	کمبود زیرساخت	کارکرد مناسب در زیرساخت‌های ایجاد شده همچون پارک‌های علم وفناوری، مراکز رشد و شتاب‌دهنده‌ها به‌عنوان حلقه‌های واسط؛ تشکیل سازوکارهای جدید برای افزایش کارآیی این نهادها

۱ . چالش‌های نرم (فرهنگی، انگیزشی و زمینه ای) و چالش‌های سخت (فرآیندی، زیرساختی و قابلیتی) را شامل می‌شود

	ردیف	چالش	راهکارهای پیشنهادی جهت بهبود چالش‌ها
چالش‌های تلفیقی	۱	ضعف فرهنگی	بسترسازی مناسب جهت گسترش فرهنگ باز و حامی تحقیق و توسعه سیاست‌ها و زیرساخت‌های مناسب برای ازبین‌بردن شکاف فرهنگی بین و صنعت و دانشگاه‌ها، افزایش برقراری ارتباط از طریق ستاد نانو
	۲	ناتوانی در کنترل	ایجاد گروه‌های کارگزار جهت هماهنگی برای فرایند یکپارچگی و نظام‌مندکردن فعالیت‌های همکاری تحقیق و توسعه‌ای، ایجاد یک نظام متناوب ارزیابی و کنترل و اندازه‌گیری عملکرد
	۳	ناکارآمدی جریان دانش	نهادینه‌کردن تسهیم دانش، وجود روابط غیررسمی برای یادگیری و انتقال دانش ضمنی و آشکار، تشکیل جلسات، تیم‌ها و انجمن‌ها، برگزاری دوره‌های آموزشی مرتبط برای اعضای شبکه تحقیق و توسعه
	۴	مدیریت ریسک	حمایت دولت برای کاهش ریسک‌های مالی، تأسیس مراکز توانمندسازی مشترک جهت کاهش ریسک‌های فنی (به‌ویژه در نمونه‌سازی و توسعه فناوری نانو در مقیاس صنعتی)، استانداردسازی؛ آموزش مدیریت ریسک نانو
	۵	عدم همگرایی تحقیقات	تشکیل کارگروه‌های تخصصی هماهنگی و همکاری میان بازیگران جهت همگرایی تحقیقات، استفاده از ابزارهای هوشمند برای پیش‌بینی و آینده‌نگری فناوری نانو برای جهت‌دارکردن تحقیقات بنیادی و کاربردی
	۶	بی‌اعتمادی	آینده‌نگری و شفاف‌سازی ارزش اقتصادی تحقیق و توسعه فناوری نانو و دستاوردهای اجرایی
	۷	عدم حفاظت مالکیت فکری	تدوین صحیح و رعایت قوانین حفظ حقوق مالکیت فکری یا نظام تسهیم مالکیت فکری باز، حمایت دولت برای حفاظت از مالکیت فکری از طریق سیاست‌گذاری و تدوین یا تغییر قوانین و آیین‌نامه‌ها با رویکردی نوین؛
	۸	حفظ تعادل در تحقیق‌وتوسعه	بهره‌برداری مناسب از نهادهای میانجی در برقراری تعادل، به‌کارگیری سیاست‌ها و زیرساخت‌ها برای برقراری ارتباط بین تحقیق و توسعه داخلی و خارجی، طراحی سازوکار استفاده از توان بالقوه بازیگران

فرایند تحقیق و توسعه باز شامل مراحل ایجاد همکاری، اکتشاف، آزمایش و ارزیابی است پیشنهاد می‌شـــود که چالش‌ها به تفکیک هر مرحله شناســـایی و وزن‌دهی شده و پیشنهادهای کاربردی ارائه گردد. همچنین بازیگران تحقیق و توســـعه باز شامل دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، آزمایشگاه، نهادهای تســـهیلگر دولتی، شرکت‌های صنعتی بزرگ و کوچک، شـــرکت‌های دانش‌بنیان، نوپا و زایشی است. این پژوهش بررســـی چالش‌های همکاری مابین اجزاء را به‌صورت جامع انجام داده اســـت و پیشنهاد می‌شود در آینده چالش‌ها با جزییات بیشتر (زیر شاخص‌ها) شناسایی شود. همچنین چالش‌ها از طریق

مشـــخص‌کردن برخی معیارها و با بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره رتبه‌بندی و مورد تحلیل قرار گیرد. جهت توســـعه مدل پیشنهاد می‌شود که مشارکت مشتری (به‌منظور آزمون فناوری نوظهور در محیط واقعی) وارد فرآیند تحقیق و توسعه باز در فناوری نوظهور نانو شده و مجددا چالش‌ها استخراج و مقایسه‌ای در این زمینه انجام شود. در پژوهش‌های آتی می‌توان چالش‌های فناوری نوظهور نانو به تفکیک (قبل از ظهور، ظهور، پس از ظهور) را شناسایی کرده و یا چالش‌های سایر فناوری‌های نوظهور (همانند زیســـت‌فناوری، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و غیره) را مورد مطالعه قرار داد. تعداد اندک پیشـــینه ادبیات، تعداد اندک خبرگان متخصص در حوزه تحقیق و توســـعه باز و همچنین عدم وجود مدل اجرایی در کشور از جمله محدودیت‌های این پژوهش محسوب می‌شوند.

منابع

Ahmad, R., Virgiyanti, W., Mahmod, M., Habbal, A. & Chit, S. C. (2017). Crowdsourcing for ideas: A review of motivational factors and challenges in open innovation communities. *Pertanik Journal of Science & Technology*, *25*(S), 69–78. http://repo.uum.edu.my/26395

Ansari, M. S. A. (2013). Open and closed R&D processes: Internal versus external knowledge. *European Journal of Sustainable Development*, *2*(1), 1-1. https://doi.org/10.14207/ejsd.2013.v2n1p1

Ansari, R., & Tabatabaeian, H. (2010). Critical challenges of policy-making for emerging technologies in Iran; Nano-technology as a case [In Persian]. *Roshd-e-Fanavari*, *6*(22), 2-10. http://www.roshdefanavari.ir/Article/20140

Alizade, H., & Tabatabaiean, H. (2015). An innovation survey framework in nanotechnology: Iran's nanotechnology as case study [In Persian]. *Public Policy*, *1*(2), 89-105. https://doi.org/10.22059/ppolicy.2015.57161

Asadifard, R., & Khaledi, A. (2019). Challenges of asymmetric technological collaboration between large companies and nanotechnology startups [In Persian]. *Journal of Science and Technology Policy*, *12*(3), 15-30. https://jstp.nrisp.ac.ir/article_13733.html

Azar, A., & Faraji, H. (2002). *Fuzzy management science [In Persian]*. Iran Study and Productivity Center. Jame'e Publications.

Azar, A. (2001). Development of shannon entropy method for data processing in content analysis [In Persian]. *Journal of Humanities of Al-Zahra University*, *11*(37-38), 1-18. http://ensani.ir/fa/article/264496

Bagheri, A., & Bushehri, A. (2013). Modeling factors affecting technological collaboration achievements: A case Study of technological collaboration in the field of nanotechnology in Iran [In Persian]. *Innovation Management Journal*, *2*(1), 113-140. http://www.nowavari.ir/article_14630.html

Berchicci, L. (2013). Towards an open R&D system: Internal R&D investment, external knowledge acquisition and innovative performance. *Research Policy*, *42*(1), 117–127. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.017

Bergerson, J. A., Brandt, A., Cresko, J., Carbajales-Dale, M., MacLean, H. L., Matthews, H. S., McCoy, S., McManus, M., Miller, S. A., Morrow, W. R., Posen, D., Seager,

T., Skone, T., & Sleep, S. (2019). Life cycle assessment of emerging technologies: Evaluation techniques at different stages of market and technical maturity. *Journal of Industrial Ecology, 24*(1), 11–25. https://doi.org/10.1111/jiec.12954

Beumer, K., & Bhattacharya, S. (2013). Emerging technologies in India: Developments, debates and silences about nanotechnology. *Science and Public Policy*. *40*(5), 628–643. https://doi.org/10.1093/scipol/sct016

Boyack K. W., Klavans R., Small, H., & Ungar, L. (2014). Characterizing the emergence of two nanotechnology topics using a contemporaneous global micromodel of science. *Journal of Engineering and Technology Management*, *32,* 147-159. https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2013.07.001

Bruneel, J., D'Este, P., & Salter, A. (2010). Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. *Research Policy*, *39*(7), 858-868. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.03.006

Chang, P. T., Huang, L. C., & Lin, H. J. (2000). The fuzzy delphi via fuzzy statistics and membership function fitting and an application to the human resources. *Fuzzy; Sets and Systems, 112*(3), 511-520. https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00067-0

Cheng, C. C. J., & Shiu, E. C. (2015). The inconvenient truth of the relationship between open innovation activities and innovation performance. *Management Decision*, *53*(3), 625-647. https://doi.org/10.1108/MD-03-2014-0163

Chesbrough, H., & Crowther, A. K.(2006). Beyond high-tech: Early adopters of open innovation in other industries. *R&D Management*. *36*(3), 229–236. https://doi.org /10.1111/j.1467-9310.2006.00428.x

Chesbrough, H. & Schwartz, K. (2007). Innovating business models with co-development partnerships. *Research-Technology Management*, *50*(1), 55-59. https://doi.org/10.1080/08956308.2007.11657419

Chesbrough, H., & Brunswicker, S. (2013). *Managing open innovation in large firms*. Garwood Center for Corporate Innovation at California University, Berkeley in US & Fraunhofer Society in Germany. http://www.iot.ntnu.no/innovation/norsi-pims-courses/chesbrough/Managing%20open%20innovation%20survey%20report.pdf

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.

Dahlander, L., & Gann, D. M. (2010). How open is innovation?. *Research policy*. *39*(6),

699-709. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.013

Dehghani, A., & Hosseini, H. (2017). Executive obstacles and challenges in the process of technological collaborations (Case study: Nanotechnology) [In Persian]. *Quarterly journal of Industrial Technology Development*, *15*(30), 59-64. http://jtd.iranjournals.ir/article_25605.html

Delavar, A., Mohammadi, M., Salami, S., & Manteghi, M. (2012). The process of commercialization of the products with advanced technology _ A case study of civil airplanes [In Persian]. *Journal of Management Improvement*, *6*(1), 81-104. http://www.behboodmodiriat.ir/article_42783.html?lang=en

Enkel, E., Gassmann, O., & Chesbrough, H. (2009). Open R&D and open innovation: Exploring the phenomenon. *R&D Management*, *39*(4), 311-316. https://doi.org/abs/10.1111/j.1467-9310.2009.00570.x

Enayati, E. (2013). Nanotechnology Development Perspective: A National Nanotechnology Pioneer in Ten Years [In Persian]. *Nanotechnology Monthly*, *194*, 32. https://www.magiran.com/paper/1223532

Emadoddin, S., Ariankia, M., & Baddast, B. (2019). Analyzing and ranking the levels of urban areas based on urban environment instability indicators and elements using the integrated model of SAW and Shannon entropy (Case study: cities of Alborz province) [In Persian]. *Geographical Planning of Space*, *9*(32), 249-262. https://doi.org/ 10.30488/gps.2019.91909

Fadel, T. R., Steevens, J. A., Treye T. A., & Linkov I. (2015). The challenges of nanotechnology risk management. *Nanotoday*, *10*(1), 6-10. https://doi.org/10.1016/j.nantod.2014.09.008

Felin, T., & Zenger, T.R. (2013). Closed or open innovation? Problem solving and the governance choice. *Research Policy*. https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.09.006

Forghani, A., Ansari, R .(2007). Investigation of nano technology development and its managerial challenges in Iran [In Persian]. *Roshd-e-Fanavari*, *11*(3), 1-10. http://roshdefanavari.ir/en/Article/13930615141742186 3

Fernández-Olmos, M., & Ramírez-Alesón, M. (2017). How internal and external factors influence the dynamics of SME technology collaboration networks over time. *Technovation*, *64*, 16-27. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.06.002

Hajmalek, M., & Tavakoli, A. (2016). Assessing the level of security in e-commerce using Shannon entropy and Dempster Schaefer (DS) theory [In Persian]. *Information*

Technology Management, *8*(1), 77-100. https://doi.org/10.22059/jitm.2016.55715

Kang, B. –J., & Oh, D. –S. (2012). The Emerging trend of technological convergence and tasks for science park. *World Technopolis Review*, *1*(1), 16-26. https://doi.org/10.7165/wtr2012.1.1.16

Kayyal, K., & Albadvi, A. (2021). Implement an open innovation approach in innovation development challenges, considerations and Solutions; The banking and payment industries case study [In Persian]. *Management Research in Iran*, *23*(2), 200-225. https://mri.modares.ac.ir/article_500.html

Khamseh, A., Goodarzi, M., & Asghari, M. (2019). Identifying key factors for success in R&D collaborations with an approach to the future in the MAPNA Group supply chain [In Persian]. *Future study Management*, *30*(118), 81-92. https://jmfr.srbiau.ac.ir/article_15294.html?

Kylliainon, J. (2018, October 19). Open innovation challenges – How to overcome the most common ones?. *Viima*. https://www.viima.com/blog/open-innovation-challenges

Madhushi, M., Kiakjuri, K. (2017). Identifying barriers to open innovation in the university [In Persian]. *Journal of Marine Science Education*, *4*(4), 1-15. http://rmt.iranjournals.ir/article_30289.html

Moazzez, H., Torabi Khargh, M., Nilforoushan, H., & Sahebkar Khorasani, S. M. (2018). Identifying and analyzing challenges of forming of the engineered collaboration network (A case study of collaboration network of Poyandeghan Rah Saadat) [In Persian]. *Innovation Management Journal*, *7*(3), 85-112. http://www.nowavari.ir/article_88488.html

Moghadas Nodeh, M. (2019). An investigation of the challenges of industry-university cooperation: A case of Tehran's Power Distribution Company [In Persian]. *Innovation Management Journal*, 8(1), 89-106. http://www.nowavari.ir/article_91154.html

Naghizadeh, M., Bamdadsoofi, J., & Mirafshar, M. (2014). Identifying and prioritizing risks of technology collaboration projects (Biotechnology) [In Persian]. *Journal of Technology Development Management*, *2*(4), 9-33. https://doi.org/10.22104/jtdm.2014.214

Oh, D. S., Phillips, F., Park, S., & Lee, E. (2016). Innovation ecosystems: A critical examination. *Technovation*, 54, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.004

Pokrajac, L., Abbas, A., Chrzanowski, W., Dias, M.G., Eggleton, B. J., Maguire, S.,

Maine, E., Malloy, T., Nathwani, J., Nazar, L., Sips, A., Sone, J., van den Berg, A., Weiss, P. S., & Mitra, S. (2021). Nanotechnology for a sustainable future: Addressing global challenges with the International Network4Sustainable Nanotechnology. *ACS Nano, 15*(12), 18608−18623. https://doi.org/10.1021/acsnano.1c10919

Porter, A. L., & Newman, N. C. (2011). Mining external R&D. *Technovation*, *31*(4), 171-176. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.01.001

Rabelo, R. J., & Bernus, P. (2015). A holistic model of building innovation ecosystems. *IFAC-PapersOnLine, 48*(3), 2250-2257. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.423

Rajalo, S., & Vadi, M. (2017). University-industry innovation collaboration: Reconceptualization. *Technovation*, *62-63*, 42-54. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.04.003

Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2016). What is an emerging technology?. *Research Policy. 44*(10), 1827–1843. https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.006

Saadabadi, A. A., Eftekhari, H., & Zulfiqarzadeh Kermani, M. M. (2016). Identifying the challenges and success solutions of research and development (Case study: Iran Telecommunication Research Center) [In Persian]. *journal of Industrial Technology Development, 14*(28), 73-86. http://jtd.iranjournals.ir/article_21160.html

Safdari, M., Tavakoli, G. R., Manteghi, M., & Tabaian, S. K. (2015). Challenges in front of defense industries in transition to open innovation paradigm [In Persian]. *Journal of Management Improvement*, *9*(2), 55-75. http://www.behboodmodiriat.ir/article_42875.html

Salter, A., Criscuolo, P., & Ter Wal, A. L. (2014). Coping with open innovation: Responding to the challenges of external engagement in R&D. *California management review*, *56*(2), 77-94. https://doi.org/10.1525/cmr.2014.56.2.77

Şimşek, K., & Yıldırım, N. (2016). Constraints to open innovation in science and technology parks. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *235*, 719-728. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.11.073

Soltanzadeh, J., & Manteghi, M. (2015). R&D collaboration: Why and how? [In Persian]. *Bi- Quarterly journal of Industrial Technology Development*, *12*(24), 15-24. http://jtd.iranjournals.ir/article_13643.html

Srinivasan, R. (2008). Sources, characteristics and effects of emerging technologies: Research opportunities in innovation. *Industrial Marketing Management, 37*(6),

633–640. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2007.12.003

Tabatabayan, S. H., Nasiri, R., & Forghani, A. (2007). The Determining of the present challenges ahead of commercializing innovative technologies in Iran (nano-technology in particular) [In Persian]. *Journal of Industrial Technology Development*, *5*(11), 53-62. http://jtd.iranjournals.ir/article_938.html

Tabatabayan, S. H., Ghaderifa, E., Elyasi, M., & Bamdadsoufi, J. (2019). The emerging knowledge base business technology commerce pattern [In Persian]. *Journal of Innovation and Value Creation*. *13*(7), 25-39. http://journalie.ir/fa/Article/770

Taleghani, M., & Mehdi Zadeh, M. (2016). Identification and classification of obstacles to approved research and development activities in public [In Persian]. *Journal of Development & Evolution Mnagement*, *8*(25), 37-50. https://jdem.qazvin.iau.ir/article_512.html

Trujillo, I. M., Jiménez, E. G., & Ospina, M. B. (2016). Opportunities for joint cooperation in R&D for FEALAC countries: On nanotechnology and biotechnology. STI Policy Review, *7*(2), 106-131. https://doi.org/10.22675/STIPR.2016.7.2.106

Yazdi Moghaddam, J., Saleh Owlia, M., & Bandarian, R. (2019). Identifying and prioritizing technology commercialization success factors using fuzzy delphi and analytic network process [In Persian]. *Sharif Journal of Industrial Engineering & Management*, *34.1*(2.2), 89-106. https://doi.org/10.24200/j65.2018.20097

Youtie, J., Kay, L. (2014). Acquiring nanotechnology capabilities: role of mergers and acquisitions. *Technology Analysis & Strategic Management*, *26*(5), 547–563. https://doi.org/10.1080/09537325.2013.872773

Zouelm, A. (2005). Reflections on the concept of “Challenge” in Iranian socio-cultural literature [In Persian]. *Zamaneh Magazine, 4*(36), 6.