


Designing a model for standardization of nanotechnology using Grounded Theory

Mojtaba Bahirae¹ | Manouchehr Manteghi^{2*} | Abbas Khamseh³

۱. PhD Candidate of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. m.bahirae@gmail.com
۲. Professor, University Complex of Management and Soft Technology, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. Visiting professor, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.  Corresponding author: manteghi@guest.ut.ac.ir, ۰۹۱۲۷۰۳۲۵۸۲
۳. Associate Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. abbas.khamseh@kiaau.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research Article</p> <p>Article history: Received: ۱۸ March ۲۰۲۱ Revised: ۱۰ June ۲۰۲۱ Accepted: ۱۶ June ۲۰۲۱</p> <p>Keywords: Standardization, Nanotechnology, Technology Standardization, Grounded Theory, Emerging technology.</p>	<p>Objective: Given the ambiguity and uncertainty in the nature of nanotechnology, its commercialization requires the development of an appropriate regulatory system, and the prerequisite for implementation of such a framework is technology standardization. Therefore, the purpose of this study is to provide a model for standardization of nanotechnology and explain the theoretical theorems.</p> <p>Methodology: This research is an applied research that has been done with a qualitative approach based on grounded theory. The statistical population of this study is experts at the macro and firm levels and purposeful sampling has been used. The collected qualitative data were analyzed using MAXQDA ۱۸ software and the final model was extracted.</p> <p>Conclusion: Based on the analyzes performed, in the axial and selective coding stages, ۴۰ codes and ۶ categories were identified, including drivers, nanotechnology standardization, mechanisms, prerequisites, surrounding conditions and barriers, and results. The resulting theory shows that standardization of nanotechnology leads to increasing market share and production volume and demand, branding, increasing quality and safety, creating wealth and economic advantage, pioneering in nanotechnology, gaining public trust, reducing risk and technology uncertainty, diffusion of innovation. To achieve these results are emphasized on strategies including, standardization diplomacy, attracting private sector participation, developing corporate standardization, improving and evaluating the national nanotechnology standardization system, enforcing some standards, export-oriented nanotechnology standardization policies, standardization in the technology life cycle, development of nanometrology laboratories, research and development in nanotechnology standardization, proper government policy, and product quality control and quality assurance.</p> <p>Originality: In this research, for the first time, a model for standardization of an emerging technology (nanotechnology) is presented.</p>

Cite this article: Bahirae, Mojtaba., Manteghi, Manouchehr., & Khamseh, Abbas. (۲۰۲۰). Designing a model for standardization of nanotechnology using Grounded Theory. *Academic Librarianship and Information Research*, ۵۴ (۴), ۱-۲۰.
DOI:

© The Author(s).

DOI:

, Vol. , No. , ۲۰۲۰, pp. .

طراحی مدلی برای استانداردسازی فناوری نانو با استفاده از نظریه پردازی داده بنیاد

مجتبی بحیرائی^۱ | منوچهر منطقی*^۲ | عباس خمسه^۳

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش، ارائه مدلی برای استانداردسازی فناوری نانو و تبیین قضایای تئوریک حاکم بر آن می‌باشد.

ضرورت: با توجه به ابهام و عدم قطعیت موجود در ماهیت فناوری نانو، تجاری‌سازی آن مستلزم ایجاد یک نظام تنظیم‌گری مناسب بوده و پیش‌نیاز پیاده‌سازی چنین چارچوبی، استانداردسازی فناوری است.

روش‌شناسی: این پژوهش از نظر هدف یک پژوهش کاربردی بوده که با رویکرد کیفی و رهیافت نظریه‌پردازی داده‌بنیاد انجام شده است. جامعه آماری این پژوهش خبرگان و مدیران در سطح کلان و بنگاه بوده و از نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است. داده‌های کیفی گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA^{۱۸} تحلیل و مدل نهایی استخراج شد.

یافته‌ها: براساس تحلیل‌های صورت گرفته، در مراحل کدگذاری محوری ۴۵ کد و کدگذاری گزینشی ۶ مقوله شامل پیشران‌ها، استانداردسازی فناوری نانو، سازوکارها، پیش‌نیازها، شرایط و موانع محیطی، و نتایج شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری: نظریه حاصل نشان می‌دهد که استانداردسازی فناوری نانو منجر به افزایش سهم بازار، افزایش حجم تولید و تقاضا، برندسازی، افزایش کیفیت و ایمنی، خلق ثروت و مزیت اقتصادی، پیشگامی در فناوری نانو، جلب اعتماد عمومی، کاهش ریسک و عدم قطعیت فناوری و انتشار نوآوری می‌شود. برای دستیابی به این نتایج بر راهبردهای دیپلماسی استانداردسازی، جلب مشارکت بخش خصوصی، توسعه استانداردسازی شرکتی، بهبود و ارزشیابی نظام ملی استانداردسازی فناوری نانو، اجباری کردن برخی از استانداردها، صادرات محور کردن سیاست‌های استانداردسازی فناوری نانو، استانداردسازی در چرخه عمر فناوری، توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی اندازه‌شناسی نانو، پژوهش و توسعه در استانداردسازی فناوری نانو، سیاست‌گذاری صحیح دولت و کنترل و تضمین کیفیت محصولات تأکید می‌شود.

کلیدواژه‌ها: استانداردسازی، فناوری نانو، استانداردسازی فناوری، نظریه‌پردازی داده بنیاد، فناوری نوظهور.

استناد: بحیرائی، مجتبی؛ منطقی، منوچهر؛ خمسه، عباس (۱۴۰۰). طراحی مدلی برای استانداردسازی فناوری نانو با استفاده از نظریه پردازی داده بنیاد.

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳

^۱ دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. m.bahiraee@gmail.com

^۲ استاد مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران. manteghi@guest.ut.ac.ir، استاد مدعو دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ۰۹۱۲۷۰۳۲۵۸۲

^۳ دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. abbas.khamseh@kia.ac.ir

مقدمه

فناوری نانو به عنوان یک فناوری در حال ظهور دارای ویژگی عدم قطعیت و ابهام است. بنابراین تجاری سازی چنین فناوری که بتوان آن را در فرایندهای نابالغ تولید به کار گرفت، چالش برانگیز است، به ویژه زمانی که منابع عدم قطعیت مختلف بسیاری نیز وجود داشته باشد. در صنایعی با الزامات سخت گیرانه برای ایمنی، اجرای مداخلات تنظیم گرانه ای که بتواند همزمان با این که موجب حفظ انگیزه های نوآوری می شود، ایمنی را نیز تضمین کند، بسیار دشوار و مبهم است (Roca and et al., ۲۰۱۷). بسیاری از دولت ها و نهادهای اجرایی رویکردهای راهبردی برای پشتیبانی از فناوری های نوظهور کلیدی به منظور تسریع رشد اقتصادی و غلبه بر چالش های اجتماعی و زیست محیطی اتخاذ کرده اند (Willetts, ۲۰۱۳; NSTC, ۲۰۱۱; HLK KET, ۲۰۱۱). همچنین، درکی روز افزون از نقش و اهمیت استانداردسازی در نوآوری فناوریانه و پتانسیلی برای استانداردهای فنی به عنوان منبعی برای مزیت رقابتی در صنایع جدید وجود دارد (Lundvall, ۱۹۹۲; Van de Ven, ۱۹۹۳; Metcalfe and Miles, ۱۹۹۴; Ehrnberg and Swann, ۲۰۱۰; Jacobsson, ۱۹۹۷; Tasse, ۲۰۰۰; Bergek et al., ۲۰۰۸).

امروزه، استانداردسازی به مثابه مجری برای انتقال فناوری و به منظور توانمندسازی و تسهیل در پژوهش مورد نظر است (Blind, ۲۰۱۳). ضمن این که استانداردها و استانداردسازی عاملی کلیدی برای رفع موانع تجاری سازی محصولات جدید در فناوری ها به ویژه فناوری های در حال ظهور محسوب می شوند. استانداردها می توانند قواعد بازی بازارهای آینده را برای توسعه و پذیرش فناوری های در حال ظهور تعیین کنند، اما در بسیاری موارد نادیده گرفته شده اند (Blind, ۲۰۱۶). تأخیر بین فرایند پژوهش و توسعه و استانداردسازی در فناوری های نوظهور و به ویژه فناوری نانو که یک فناوری ابعادی در اندازه جدید است، ممکن است پیشرفت در پژوهش های بعدی را مختل کند. این ناکارآمدی برای پژوهشگران فناوری های نوظهور که در لبه فناوری هستند، بسیار زیان آور است چون موجب از دست رفتن مزیت پیشگامی آن ها در عرصه رقابت های پژوهشی بین المللی می شود (Blind and Gauch, ۲۰۰۹). از طرفی استانداردسازی نیز در سیاست های دولتی برای فناوری های نوظهور روز به روز اهمیت و جایگاه ویژه ای پیدا کرده است (European Commission, ۲۰۱۳; Featherston and et al., ۲۰۱۶; NIST, ۲۰۱۰, ۲۰۱۲, ۲۰۱۴). با این حال، هنوز هم چالش های بسیاری در شناسایی نیازها، اولویت بندی و سیاست های استانداردسازی فناوری های نوظهور وجود دارد (Featherston and et al., ۲۰۱۶).

فناوری نانو در ایران یکی از فناوری های راهبردی به شمار می رود که اولین بارقه های شکل گیری این فناوری در کشور در سال ۱۳۷۹ شروع شد و در سال ۱۳۸۲ با تشکیل "ستاد ویژه توسعه فناوری نانو" روند توسعه آن سرعت یافت. با وجود این که ایران در تولید علم در زمینه فناوری نانو از سال ۲۰۰۰ تاکنون در سطح جهان و منطقه رتبه خوبی کسب کرده، اما تجاری سازی و تولید ارزش و ثروت آفرینی از این فناوری در کشور با چالش هایی مواجه بوده است. در سال ۲۰۱۸ میلادی، ۱۰۱۳۸ مقاله مرتبط با فناوری نانو توسط محققان ایرانی در (WoS)^۱ نمایه شد که معادل ۵/۸۵ درصد از کل مقالات نانو منتشر شده در سال ۲۰۱۸ است. ایران با این سهم از انتشارات نانو، همانند سال گذشته در رتبه چهارم دنیا قرار گرفت. ایران در مجموع تا پایان سال ۲۰۱۸، ۲۳۹ اختراع مرتبط با فناوری نانو در دفاتر ثبت پتنت آمریکا و اروپا نیز ثبت کرده است. تعداد پتنت های نانو ایران در USPTO^۲ در سال ۲۰۱۸، ۱۸ پتنت بوده است. براین اساس رتبه ایران در پتنت های ثبت شده در USPTO در سال ۲۰۱۸ بیست و سوم است. نسبت تعداد پتنت ها به تعداد مقالات نانو نشان می دهد که ایران در زمینه نوآوری و تولید فناوری نانو همانند تولید علم، موفق نبوده است. همچنین، در حالی که از مجموع بازار فروش محصولات نانو ساخت ایران در سال ۱۳۹۶، رقم ۲/۴۹۴ میلیارد ریال یعنی حدود ۱۸ درصد مربوط به صادرات این محصولات به کشورهای دیگر و ۱۱/۴۲۱ میلیارد ریال آن مربوط به فروش در بازار داخلی بوده است^۳. این آمار و ارقام در مقایسه با آمار انتشارات نانو و سهم تولید مقالات علمی، رقم بسیار ناچیزی است.

Pal Kaur and et al. (۲۰۱۴) چالش های توسعه و تجاری سازی محصولات دارای فناوری نانو را به چندین دسته تقسیم بندی کرده اند. آن ها نبود چارچوب تنظیم گری کافی و مناسب، چالش های مشخصه یابی و کنترل کیفیت، و مسائل ایمنی را از چالش های

مهم در این زمینه نام برده‌اند (Pal Kaur and et al., ۲۰۱۴). این موضوعات، بخشی از فعالیت‌های استانداردسازی در هر کشوری به شمار می‌آیند. همچنین، (Aithal and Aithal, ۲۰۱۶) نیز چالش‌هایی مانند کمبود استانداردهای ارزشیابی و موضوعات عملکرد ایمنی را از مسائل عمده در این زمینه ذکر می‌کنند (Aithal and Aithal, ۲۰۱۶).

۱. مروریادبیات

۱-۱. فناوری نانو و ویژگی‌های آن

فناوری نانو به عنوان یکی از فناوری‌های در حال ظهور و کلیدی شناخته می‌شود (Blind and Gauch, ۲۰۰۹). فناوری نانو نشان‌دهنده اندازه موادی است که روزانه ممکن است با آن سروکار داشته باشید. یک ماده در مقیاس نانو می‌تواند خواص متفاوتی نسبت به ماده در مقیاس بزرگتر از خود نشان دهد. در مقیاس نانو، خواص می‌توانند تغییر کنند: خواص اپتیکی (مانند رنگ، شفافیت)، خواص الکتریکی (مانند رسانایی)، خواص فیزیکی (مانند سختی) یا خواص شیمیایی (مانند واکنش پذیری) (Delemarle, ۲۰۱۷). این فناوری، هنوز هم با درجه بالایی از ریسک و عدم قطعیت همراه است (De Veries, ۲۰۱۹). (Delemarle, ۲۰۱۷) ضمن این‌که هنوز این فناوری را یک زمینه نوظهور می‌داند، سه ویژگی را به شرح زیر برای علم و فناوری نانو برمی‌شمرد: ۱- یک فناوری همه‌منظوره^۴، که فقط در یک صنعت خاص کاربرد ندارد و از کاربردی فراگیر در دامنه وسیعی از بخش‌ها و صنایع برخوردار است، ۲- یک پدیده جهانی، توسعه این فناوری به عنوان یک پدیده جهانی مرزهای علم و فناوری‌های گذشته را در هم نوردیده است و کنش‌گران آن نمی‌توانند فقط در سطح ملی بازی کنند. ۳- دارای عدم قطعیت‌های علمی و اجتماعی، این عدم قطعیت‌ها از طریق تأثیر روی سلامتی و محیط زیست در بلندمدت خود را نشان می‌دهند (Delemarle, ۲۰۱۷).

به دلیل نوظهور بودن فناوری نانو و عدم قطعیت و ابهام بالای آن، سیاست‌گذاران و سایر کنش‌گرانی که در این زمینه تخصصی ندارند، بایستی درگیر این پدیده شوند، چرا که عدم قطعیت‌ها در آن قدر پیچیده هستند که یک کنش‌گر خاص از عهده حل آن‌ها بر نمی‌آید. این ویژگی‌ها سازماندهی بازار را برای محصولات و مواد مبتنی بر فناوری نانو دشوار می‌سازد (Delemarle, ۲۰۱۷). استانداردهای و مقررات‌گذاری تا حدود زیادی می‌تواند در مدیریت پیچیدگی و کاهش این عدم قطعیت‌ها کمک کند.

۲-۱. فرایند استانداردسازی

(Hesser and Inklaar, ۱۹۹۸) از مبانی استانداردسازی سخن می‌گویند، منظور از مبانی استانداردسازی، "پیش‌نیازهای ضروری بوده که توانمندساز اجرای پروژه‌های استانداردسازی می‌باشند، این مبانی شامل واژه‌شناسی^۵، اندازه‌شناسی^۶ و موقعیت قانونی آن، و فناوری هستند. (بحیرائی و روضه سرا، ۱۳۹۵).

اگرچه در مطالعات موجود، بین استانداردسازی و استاندارد تفاوت وجود دارد، اما به‌ندرت بر این تفاوت تأکید می‌شود. برای مثال (Tassey, ۲۰۰۰) بیان می‌کند که "استانداردسازی، مدون کردن اجزای فناوری یک صنعت و یا اطلاعات مرتبط با مدیریت فعالیت‌های اقتصادی است" در حالی که "استانداردها، مجموعه‌ای از مشخصه‌ها و معیارهایی هستند که کارکرد، عملکرد و سایر ویژگی‌های یک محصول، خدمت، سیستم و یا فرایند را تعیین می‌کنند". این تعریف نشان می‌دهد که استانداردسازی، فرایند تدوین دانش است، به درک نوآوری‌ها کمک کرده و به‌ویژه در زمینه‌های با مهارت بالا موجب بهبود کارایی فعالیت‌های اقتصادی می‌شود (Tassey, ۲۰۰۰).

استانداردسازی، یک فرایند بوده و شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است. طبق تعریف، این فرایند، ورودی‌هایی شامل علم و دانش فنی و اختراعات ثبت‌شده را به خروجی‌هایی مانند انواع مختلف استانداردها تبدیل می‌کند. از این رو، هدف از استانداردسازی فقط تدوین کردن نیست، بلکه، فرایند پذیرش، پیاده‌سازی و انطباق با استانداردها را نیز دربر می‌گیرد (De Veries, ۱۹۹۹; Xie, ۲۰۱۷; and et al., ۲۰۱۶).

از سوی دیگر، هنگامی که از "استانداردسازی یکپارچه"^۷ صحبت می‌شود، منظور تمامی انواع فعالیت‌هایی است که ارتباط کارکردی مستقیم با استانداردسازی دارند و همچنین مواردی که شامل فعالیت‌های استانداردسازی می‌شوند. فعالیت‌هایی که می‌تواند منجر به ایجاد رویکرد یکپارچه شوند، می‌تواند شامل تدوین استانداردها، ترویج کاربرد و یا استقرار استانداردها، ارزیابی انطباق و صدور گواهی نامه، و اندازه‌شناسی باشد.

به‌طور معمول رویکرد یکپارچه در کشورهای در حال توسعه کاربرد دارد. یکی از دلایل این امر، به‌کارگیری گسترده برنامه‌ریزی توسعه ملی و مرکزی در چین کشورهایی است، که به‌عنوان ابزاری برای کنترل پیشرفت نظام‌مند اقتصاد، تجارت و صنعت و همچنین ارتقای استاندارد زندگی به‌کار گرفته می‌شود (بحیرائی و روضه سرا، ۱۳۹۵).

۱-۳. استانداردسازی فناوری

سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO)^۸ استاندارد فناوری را به صورت "سندی تعریف می‌کند که دارای یک یا مجموعه‌ای از الزامات مشخص اجباری یا توصیه‌ای است که شامل جزئیاتی برای الزامات فناوری و راهکارهای فناورانه مرتبط است" که هدف از آن "توانمند کردن محصولات یا خدمات مرتبط به‌منظور دستیابی به الزامات ایمنی تعیین‌شده یا الزامات ورود به بازار است" (Hou, ۱۹۹۶; Jiang and et al., ۲۰۱۸).

استانداردسازی مجموعه‌ای از فرایندها است که منجر به تشکیل استانداردهای فنی می‌شود. از دیدگاه (Jiang and et al., ۲۰۱۸) فرایندهای استانداردسازی فناوری شامل فرایند شکل‌گیری استاندارد فناوری و انتشار آن است. شکل‌گیری استاندارد فناوری، در واقع نوعی فرایند تنظیم‌گری است که انطباق و ترکیب اجزای متغیر فناوری را تسهیل می‌کند به‌گونه‌ای که موجب تقویت نوآوری و توسعه فناوری شود. انتشار استاندارد فناوری نیز اشاره به فرایندهای خاصی دارد که از تدوین استاندارد تا پیاده‌سازی و استقرار آن را دربر می‌گیرد. میل به توسعه فناوری، تغییر تقاضای بازار و کشف و جستجوی فناوری نوآورانه موجب تحریک و تقویت فرایند استانداردسازی فناوری می‌شود (Jiang and et al., ۲۰۱۷).

بیش‌تر پژوهش‌گران تصریح می‌کنند که استانداردسازی بخشی از فرایند تحقیق و توسعه بوده و عوامل بسیاری وجود دارند که می‌توانند استانداردسازی فناوری را تحت تأثیر قرار دهند. فناوری، محور استاندارد بوده، و یکی از پیش‌نیازهای استانداردسازی به‌شمار می‌آید. آن‌ها همچنین به این نکته اشاره می‌کنند که بیش‌تر استانداردهای فناوری ناشی از نوآوری فناوری بوده است (Jiang and et al., ۲۰۱۸).

(Allen and Sriram, ۲۰۰۰) در مقاله خود تصریح می‌کنند که استانداردسازی فناوری به‌طور مستقیم و از طریق مدون کردن تجربه‌های فناورانه و انباشت‌شده و ایجاد مبنایی برای ظهور فناوری‌های جدید، نوآوری را تحریک می‌کند. استانداردها همچنین نوآوری را به‌طور غیرمستقیم تحریک می‌کنند، زیرا آن‌ها موجب افزایش رقابت‌پذیری جهانی می‌شوند که در نتیجه آن، نوآوری تحریک می‌شود. (Goluchowicz and Blind, ۲۰۱۱) با استفاده از روش دلفی به شناسایی زمینه‌های آینده استانداردسازی مبتنی بر شاخص‌های مختلف علم و فناوری پرداختند.

(Li, ۱۹۹۴) استدلال می‌کند که استانداردسازی فناوری و نوآوری فناوری در عین این‌که می‌توانند همدیگر را تقویت کنند، ممکن است برای هم ممانعت هم ایجاد نمایند. نوآوری فناوری یک پیش‌شرط کافی برای استانداردسازی فناوری بوده و متقابلاً استانداردسازی فناوری مبنای پیاده‌سازی و اجرای نوآوری فناورانه است و آن را تضمین می‌کند (Li, ۲۰۰۴). (Li and et al., ۲۰۱۰) همچنین تصریح می‌کنند که استانداردسازی فناوری مبنای نوآوری فناوری است و اشاره می‌کنند که می‌تواند جهت آن را نیز تعیین کند.

۲. پیشینه پژوهش

نقش استانداردسازی و استاندارد در پژوهش و توسعه "یکپارچه سازی پژوهش و استانداردسازی" به طور جامع توسط (Blind and Gauch, ۲۰۰۹) بررسی شده است. مدل مفهومی آن‌ها از نقش استانداردها در مراحل مختلف فرایند پژوهش و نوآوری، نه تنها در حوزه فناوری نانو بلکه در تمامی حوزه‌های پژوهش و توسعه قابل تأیید می‌باشد. در سال ۲۰۱۰، موسسه ملی استاندارد و فناوری (NIST) در ایالات متحده به منظور هماهنگ کردن توسعه استانداردهای شبکه هوشمند، پذیرش استانداردهای مربوطه را در رهنگاشت فناوری در خارج از کشور آغاز کرد (NIST, ۲۰۱۰, ۲۰۱۲, ۲۰۱۴). اتحادیه اروپا در پروژه رهنگاشت (TESSY) توجه ویژه‌ای به موضوعات و چالش‌های مرتبط با زمان بندی استانداردسازی می‌کند و چهار مرحله‌ی متوالی استانداردسازی را به عنوان بخشی از مقررات مشخص می‌کند (TESSY, ۲۰۰۸). (O'sullivan and Brevingnon-Dodin, ۲۰۱۲) برخی از رویکردهای بین‌المللی را به منظور پشتیبانی از استانداردسازی در فناوری‌های نوظهور در نظام ملی نوآوری ایالات متحده و آلمان، تحلیل کرده‌اند. اقدامات بالا ارزش ملاحظات مختلف را در زمان پیش‌بینی نیازهای استانداردسازی نشان می‌دهد. با این حال، هیچ یک از مطالعات به طور کامل و به طور نظام‌مند تمامی این ملاحظات را بررسی نمی‌کند. Featherston and et al. (۲۰۱۶) با مطالعه موردی فناوری‌های زیست‌شناسی مصنوعی، ساخت افزودنی و شبکه هوشمند، چارچوبی برای پیش‌بینی نیازهای استانداردسازی در فناوری‌های در حال ظهور ارائه می‌کنند. آن‌ها در پژوهش خود با بهره‌گیری از ره‌نگاشت فناوری توانستند هماهنگی و توالی فعالیت‌های نوآوری را در طول زمان با ملاحظات راهبردی استانداردسازی ترکیب کنند. Ho and O' Sullivan (۲۰۱۸) نیز چارچوبی برای پیش‌بینی و تحلیل نظام‌مند و جامع از چگونگی پشتیبانی استانداردسازی از نوآوری با مطالعه موردی فناوری فتوولتائیک ارائه می‌کنند. چارچوب پیشنهادی آن‌ها ابعاد بیش تری از استانداردسازی را دربر می‌گیرد و نسبت به چارچوب پیشنهادی Featherston and et al. (۲۰۱۶) جامع تر است. اما هر دو چارچوب صرفاً به عنوان ابزاری برای آینده نگاری و استانداردسازی راهبردی استفاده می‌شوند و برهم کنش‌ها و رابطه بین فرایند استانداردسازی و نوآوری را بررسی نمی‌کنند.

۳. شکاف تحقیق و تعریف مسئله

یکی از مسائل عمده بر سر راه تولید و تجاری‌سازی محصولات نانویی در ایران، نبود یک سازمان یا نهاد متولی جهت استانداردسازی و اخذ مجوز برای این محصولات ذکر شده است (طباطبائیان و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به اهمیت موضوع استانداردسازی فناوری نانو برای توسعه و تجاری‌سازی این فناوری، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به عنوان متولی رسمی توسعه فناوری نانو در کشور، از همان سال‌های آغازین تشکیل خود، به موضوع استاندارد و ایمنی فناوری نانو توجه نمود و یک گروه داخلی با عنوان کمیته استانداردسازی فناوری نانو ایجاد کرد. هر چند فعالیت‌ها و عملکرد ستاد نانو در حوزه‌های مختلف استانداردسازی نسبت به سایر فناوری‌ها به ویژه فناوری‌های نوظهور در کشور چشمگیر بوده است، اما هنوز خلأ وجود مدلی جامع و نظام‌مند برای استانداردسازی فناوری نانو در کشور وجود دارد. مدلی که بتواند با در نظر گرفتن ویژگی‌های فناوری نانو، با شناسایی مسائل، نیازها، اولویت‌ها و چالش‌های استانداردسازی فناوری نانو، راهکارهای سیاستی ارائه بدهد. از سوی دیگر، بررسی ادبیات نشان می‌دهد که چارچوب‌ها و مدل‌های مختلفی برای تحلیل‌های نظام‌مند در پاسخ به این پرسش که استانداردسازی چگونه از نوآوری پشتیبانی می‌کند، وجود دارند به عنوان مثال (Blind, ۲۰۰۱; Sherif, ۲۰۰۰; Tassey, ۲۰۱۸, Ho and O' Sullivan, ۲۰۰۹, and Gauch, ۲۰۰۹)، اما تاکنون مدل مشخصی به منظور تعریف و تبیین ابعاد و مولفه‌های استانداردسازی در فناوری‌های نوظهور توسعه نیافته است. در ایران نیز تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه انجام نشده است.

جدول ۱ چارچوب‌های موجود برای استانداردسازی فناوری های نوظهور را نشان می دهد. در هیچ یک از مدل‌ها و چارچوب‌های موجود در جدول ۱ فرایند استانداردسازی با رویکردی همه‌جانبه (آن‌چنان که در این مقاله شرح داده شد) مورد توجه و تمرکز مطالعات و پیشینه پژوهشی نبوده است.

با توجه به این خلأ، در این پژوهش سعی می‌شود مدلی برای استانداردسازی فناوری‌های نوظهور با تمرکز بر فناوری نانو ارائه شود. در این پژوهش به دنبال این هستیم که با توجه به چالش‌های اشاره شده در حوزه استانداردسازی فناوری‌های نوظهور در سطح ملی و بین‌المللی، با استفاده از رویکرد کیفی و نظریه پردازی داده بنیاد، ضمن طراحی و تبیین ابعاد و مولفه‌های استانداردسازی فناوری نانو، به شناسایی علل و عوامل، زمینه‌ها و راهبردهای استانداردسازی این فناوری بپردازیم. همچنین، به این پرسش اصلی نیز پاسخ می‌دهیم، که قضایای تئوریک حاکم بر استانداردسازی فناوری نانو در کشور کدام است.

جدول (۱): تمرکز تحلیل‌ها و موضوعات مختلف بررسی شده در مدل‌ها و چارچوب‌های موجود استانداردسازی فناوری نوظهور

مراجع	Sherif (۲۰۰۱)	Blind and Gauch (۲۰۰۹)	Featherston and et al. (۲۰۱۶)	Ho and O' Sullivan (۲۰۱۸)
تمرکز تحلیل‌ها	چرخه عمر فناوری	فرایندهای پژوهش و نوآوری	پیش بینی نیازهای استانداردسازی در نوآوری فناوری های نوظهور به عنوان ابزاری برای آینده‌نگاری راهبردی	پیش بینی نیازهای استانداردسازی و یکپارچه کردن ابعاد استانداردسازی در حمایت از نوآوری های فناورانه پیچیده به عنوان ابزاری برای آینده‌نگاری راهبردی
فناوری مورد مطالعه	فناوری اطلاعات و ارتباطات	فناوری نانو	زیست شناسی مصنوعی ^{۱۰} ، ساخت افزودنی ^{۱۱} ، و شبکه هوشمند ^{۱۲}	انرژی فتوولتائیک
اجزای مدل	زمان بندی یا توالی، فعالیت های نوآورانه، گونه های استانداردها	فعالیت های نوآورانه و گونه های استانداردها	زمان بندی یا توالی، فعالیت های نوآورانه، گونه های استانداردها، و ذی نفعان درگیر در فرایند استانداردسازی	زمان بندی یا توالی، فعالیت های نوآورانه، گونه های استانداردها، ذی نفعان درگیر در فرایند استانداردسازی، محل استانداردسازی، چگونگی انجام استانداردسازی
نگاه انتقادی به مدل	<ul style="list-style-type: none"> مدل فقط با تمرکز بر بافتار فناوری ارتباطات و توسعه یافته است، تأکید مدل بیش تر بر زمان بندی استانداردسازی است، فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است. 	<ul style="list-style-type: none"> هر چند تمرکز بر بافتار فناوری نانو بوده، اما با تأکید بر فرایند تحقیق و توسعه انجام شده است، تأکید بیش تر بر مطالعه کارکردی گونه های استانداردها در فرایند تحقیق و توسعه و نوآوری است، فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است. 	<ul style="list-style-type: none"> تمرکز مطالعه روی سه فناوری نوظهور زیست شناسی مصنوعی، ساخت افزودنی و شبکه هوشمند است، مدل بیش تر با هدف ارائه یک ابزار آینده نگاری راهبردی در زمینه استانداردسازی توسعه یافته است، فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است. 	<ul style="list-style-type: none"> تمرکز مطالعه روی فناوری فتوولتائیک است، مدل بیش تر با هدف ارائه یک ابزار آینده نگاری راهبردی در زمینه استانداردسازی توسعه یافته است، فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است.

۴. روش شناسی

این پژوهش با رویکرد کیفی و با استفاده از راهبرد نظریه پردازی داده بنیاد و طرح نظام مند (Strauss and Corbin, ۱۹۹۸) انجام شده است. با توجه به این که از نتایج این پژوهش برای سیاست گذاری های استانداردسازی در حوزه فناوری نانو استفاده خواهد شد، بنابراین پژوهش از حیث هدف، کاربردی است. راهبرد نظریه پردازی داده بنیاد روشی نظام مند و کیفی برای خلق نظریه ای است که در سطحی گسترده، به تبیین فرایند، کنش یا کنش متقابل موضوعی با هویت مشخص می پردازد (Creswell, ۲۰۰۲). ایده اصلی در نظریه داده بنیاد، این است که نظریه پردازی از داده های در دسترس انجام نمی شود بلکه بر اساس داده های حاصل از مشارکت کنندگان در فرایند پژوهش مفهوم سازی می شود (Strauss and Corbin, ۱۹۹۸). استفاده از این راهبرد در پژوهش حاضر با توجه به نبود مدل یا چارچوبی مدون برای استانداردسازی فناوری های نوظهور در کشور صورت گرفته است. طبق طرح (Strauss & Corbin, ۱۹۹۸)، به منظور تحلیل داده های کیفی گردآوری شده بایستی تا سه مرحله کدگذاری باز، محوری و گزینشی اجرا شود تا در نهایت، مدلی پارادایمی منطقی یا تصویری عینی از نظریه خلق شده ارائه شود (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۴). این مدل با استفاده از نرم افزار MAXQDA ۱۸ ایجاد می شود.

۴-۱. روش گردآوری و تفسیر داده ها

در ابتدا، داده های کیفی حاصل از مصاحبه های عمیق و نیمه ساختاریافته با خبرگان در دو سطح کلان و بنگاه گردآوری شد. با توجه به این که بیشتر خبرگان و مصاحبه شونده ها در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو حضور دارند، تعداد ۶ مصاحبه با مدیران و معاونینی که تحصیلات مرتبط با حوزه فناوری و تجربه مرتبط با استانداردسازی در سطح ملی و بین المللی دارند، انجام شد. تعداد ۴ مصاحبه نیز با مدیران کنترل و تضمین کیفیت در سطح بنگاه و شرکت های دانش بنیان قوی در حوزه نانو صورت گرفت که بیشتر آن ها به واسطه حجم فروش در استانداردسازی ملی مشارکت زیادی داشتند. مدت زمان مصاحبه ها به طور متوسط بین ۶۰ تا ۹۰ دقیقه به طول انجامید.

نمونه گیری به صورت نظری یا هدف مند انجام شد که این نوع نمونه گیری به پژوهشگر در خلق یا کشف نظریه یا مفاهیمی که ارتباط نظری آن ها با نظریه در حال تکوین به اثبات رسیده است، کمک می کند (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۴). به منظور تدوین پرسش ها و پروتکل مصاحبه از مفاهیم استخراج شده از مرور ادبیات و مبانی نظری موجود استفاده شد. ولی پرسش ها به صورت باز و کلی مطرح شدند، به این صورت که روند مصاحبه تا حدودی با تکیه بر پرسش ها و تعاملات صورت گرفته بین پژوهشگر و مصاحبه شونده حین مصاحبه پیش رفت. راهنمای نمونه گیری نظری، نیز پرسش ها و مقایسه هایی بودند که حین تحلیل متون مصاحبه ها با خبرگان انجام می شد و موجب کشف و بروز مقوله ها و مفاهیم آن می شدند. نمونه گیری نظری و مصاحبه تا رسیدن مقوله ها به اشباع نظری ادامه یافت. اشباع نظری مرحله ای است که در آن داده های جدیدی در ارتباط با مقوله خلق نمی شوند، مفاهیم و مقوله ها گسترش یافته و روابط بین آن ها ایجاد و تأیید می شوند (Strauss & Corbin, ۱۹۹۸). اشباع نظری در این پژوهش با انجام ۱۰ مصاحبه حاصل شد. ترکیب مصاحبه شونده ها در جدول ۲ آمده است.

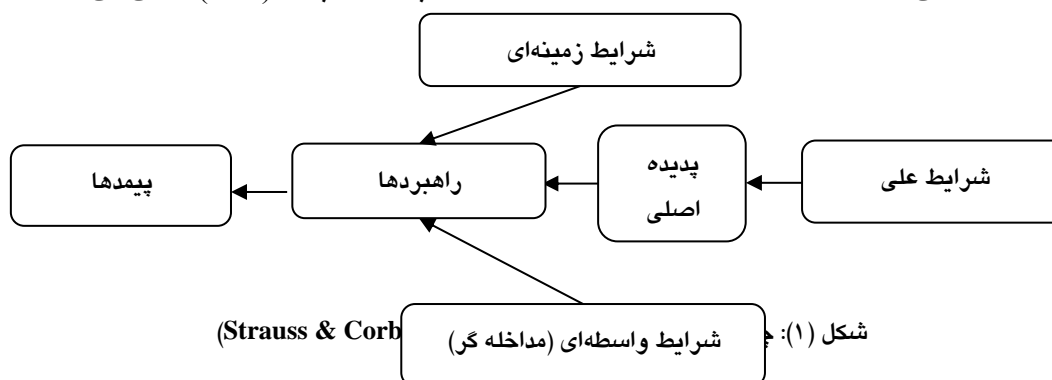
جدول (۲): ترکیب و اطلاعات مصاحبه شونده ها

ردیف	سازمان/شرکت	سطح تحصیلات	سمت سازمانی	سابقه خدمت (سال)
۱	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	دکتری	مشاور ارشد و رئیس کارگروه استاندارد و ایمنی ستاد	۳۵
۲	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	دکتری	مدیر استانداردسازی و نوآوری	۲۳
۳	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	دکتری	مدیر سیاست گذاری در فناوری نانو	۲۱
۴	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	کارشناسی ارشد	کارشناس استانداردسازی و ترویج	۱۶

ردیف	سازمان/شرکت	سطح تحصیلات	سمت سازمانی	سابقه خدمت (سال)
۵	بهران فیلتر	دانشجوی دکتری	مدیر تحقیق و توسعه	۱۶
۶	بسپار پیشرفته شریف	دکتری	مدیر عامل و مدیر تحقیق و توسعه	۱۳
۷	فناوران نانو مقیاس	کارشناسی ارشد	مدیر طرح و توسعه	۱۱
۸	اسپان باند ایرانیان	کارشناسی ارشد	مدیر کنترل کیفیت	۹
۹	سنجه گستران کیفیت کارکيا	دکتری	مدیر عامل، ارزیاب فناوری های پیشرفته	۱۵
۱۰	مشاور و مدرس دانشگاه مالک اشتر	دکتری	مشاور استانداردسازی	۳۶

۵. چارچوب پژوهش

در این پژوهش، از روش نظام مند نظریه داده بنیاد (مبتنی بر روش پارادایمی اشتراوس و کوربین) استفاده شده است. از این رو، چارچوب مورد استفاده نیز بر اساس چارچوب Strauss & Corbin (۱۹۹۸) مطابق با شکل ۱ می باشد. این چارچوب، چند وجهی و شامل شرایط علی، شرایط زمینه ای، عوامل مداخله گر، راهبردها، پیامدها و پدیده (مقوله) اصلی می باشد.



۶. یافته ها و تحلیل یافته های پژوهش

همزمان با گردآوری داده ها فرایند کدگذاری آن ها نیز شروع شد و ابتدا با کدگذاری باز، مفاهیم و مقوله های بسیاری شکل گرفت. لازم به ذکر است که این مقوله ها طی یک فرایند رفت و برگشتی تحلیل داده ها، اصلاح و بازبینی شده و تعداد مقوله ها کاهش می یافت. سپس کدگذاری محوری و گزینشی صورت گرفت. به طوری که متن مصاحبه ها و داده های خام اولیه، به طور مجموع ۴۹۸ نکته کلیدی در قالب ۱۷۷ مقوله در کدگذاری باز استخراج شد. در مرحله کدگذاری محوری یکی از مقولات، محور فرایند کدگذاری و اکتشاف قرار گرفت و مقولات دیگر به طور نظری به آن ارتباط داده شد. این مقولات محوری عبارت هستند از شرایط علی (علت های بوجود آورنده پدیده اصلی)، راهبردها، عوامل زمینه ای یا بستر (شرایط بستر ساز خاص موثر بر راهبردها)، شرایط مداخله گر (شرایط بستر ساز عام در راهبردها) و پیامدها (نتایج به کاربردن راهبردها). در نهایت، در فرایند کدگذاری گزینشی، قضایای پژوهش و مدل نهایی که دلالت بر روابط بین مقوله ها و مفاهیم استخراج شده دارند، شکل گرفتند. در مجموع، ۴۵ مقوله محوری و ۶ مقوله نهایی شناسایی شد. در ادامه، سه مرحله طی شده در فرایند کدگذاری و تحلیل داده ها شرح داده می شود.

۶-۱. مرحله اول: کدگذاری باز

در این مرحله، با پس از استخراج نکته‌های کلیدی در متون مصاحبه‌ها، مفاهیم و مقوله‌های مناسب کشف و دسته‌بندی شد. سپس براساس نظر (Strauss and Corbin ۱۹۹۸)، مراحل مشخصی برای کدگذاری باز اجرا شد. به این صورت که ابتدا کدهای زیادی استخراج شد و به‌طور رفت و برگشتی تا زمان دستیابی به کدهای نهایی، داده‌ها مورد بازنگری و پالایش قرار گرفت. سپس مفاهیم مقوله‌بندی شد و مقوله‌هایی انتزاعی به هر یک از مفاهیم اختصاص یافت. با توجه به تسلط پژوهش‌گر به موضوع استانداردهای فناوری نانو و همچنین با استفاده از نظر خبرگان، مقوله‌های انتخابی بیش‌ترین ارتباط را با داده‌ها و کدها داشتند. در ادامه، هر مقوله به روشنی توصیف و ویژگی‌های آن تعیین و در قالب جدولی ارائه شد. در جدول ۳، نمونه‌ای از کدهای اولیه استخراج‌شده حاصل از مرحله کدگذاری باز از مصاحبه‌ها ارائه شده است.

جدول (۳): نمونه‌ای از کدهای استخراجی از مصاحبه‌ها در لایه اول

ردیف	متن مصاحبه (نکته‌های کلیدی)	کد اولیه
۱	ما به استانداردی در خصوص واژگان مربوط به چرخه نوآوری در حوزه نانو نیاز داریم. چرا که زمانی که دولت آمار مشاغل مرتبط با نانو و یا شرکت‌های مرتبط با نانو را می‌خواهد، و یا اینکه تعریف جامع نانو چیست؟	استاندارد واژه‌شناسی نانو توجه استانداردهای به پژوهش و نوآوری
۲	کاری که در داخل کشور انجام داده ایم این بوده است که در همان زمان درخواست تشکیل یک کمیته ملی داده‌ایم. ما پیشنهاد دادیم و ایشان هم پذیرفتند و مسئولیت را به ما واگذار نمودند. در کمیته ملی، بخشی به موارد ترجمه مربوط می‌شود؛ بخش دیگر adaption است و بخش دیگر آن پژوهش‌محور است.	ضرورت تشکیل کمیته‌های فنی ملی ترجمه و تطبیق استاندارد پژوهش‌محوری در استانداردهای
۳	اگر قرار باشد تکلیف شرکت‌های ما را در حوزه نانو که ما در آنجا تمرکز و توانی داریم. دیگران تعیین‌کنند، مشخص می‌شود که بایستی در زمین آنها بازی کنیم. ولی زمانی که تعیین‌کننده ما باشیم، بعنوان مثال محصول nanoclay هم می‌گوییم برای آن استاندارد وجود نداشت. بین خریدار و فروشنده فقط یک توافق مابین وجود داشت. ولی ما بحث safety را شوخی نگرفتیم. شبکه ایمنی نانو را راه‌اندازی کردیم. که با یک سری برنامه‌های ترویجی بتوانیم ظرفیت دانشی حوزه nano safety را افزایش دهیم. این کار مستلزم افزایش تعداد بود. در نتیجه یک سری برنامه‌ها، حمایت‌هایی را ارائه کردیم.	استاندارد به معنای تسلط بر بازار استاندارد توافق بین فروشنده و خریدار توجه به ترویج دانش
۴	کاری که سازمان استاندارد ما انجام داده است، پخش کردن مسئولیت‌هایش بوده است. که در بخش‌های مختلف گفته است شما استانداردها را بنویسید و در نهایت بر انطباق این استانداردها با استانداردهای بین‌المللی نظارت خواهد داشت. انعکاس این امر در تعداد استانداردهای بین‌المللی است که آمار آن بسیار پایین است.	برنامه‌های استانداردهای در زمینه ایمنی نانو مسئولیت‌پذیر نبودن سازمان ملی استاندارد
۵	استانداردهای بین‌المللی است که آمار آن بسیار پایین است.	استانداردهای بین‌المللی

۶-۲. مرحله دوم: کدگذاری محوری

در این مرحله، یکی از مقوله‌ها به‌عنوان مقوله محوری انتخاب شد و ارتباط نظری سایر مقوله‌ها با آن به‌ترتیب زیر تعیین شد.

۶-۲-۱. مقوله (پدیده) اصلی

مقوله محوری یا اصلی در این پژوهش، استانداردهای فناوری نانو است. پژوهش‌گران و صاحب‌نظران استانداردهای هر یک نظرات متفاوتی در خصوص مراحل فرایند استانداردهای دارند. در این پژوهش، رویکرد یکپارچه به استانداردهای اتخاذ شده است، به این معنی که تمامی مراحل تدوین استاندارد، پیاده‌سازی و استقرار استاندارد، و ارزیابی انطباق و صدور گواهی‌نامه و همچنین، اندازه‌شناسی مورد نظر است.

تدوین استاندارد و مشخصه‌یابی: در این زمینه با توجه به گفته‌های مصاحبه‌شوندگان، تدوین استاندارد چه در عرصه ملی و بین‌المللی از اهمیت بسیاری برخوردار است، زیرا موجب تسهیل عملکرد سازمان‌های تنظیم‌گر می‌شود و تدوین استانداردهای بین‌المللی به توسعه و تصاحب بازارهای منطقه‌ای و بین‌المللی بسیار کمک خواهد کرد. طبق اظهارات یکی از مشارکت‌کنندگان "موفقیت نوآوری در حال حاضر در بازار در گرو تدوین استاندارد آن است. بدون داشتن استاندارد؛ تولیدکنندگان نمی‌توانند زبان مشترکی با بیرون داشته باشند". از طرفی مشخصه‌یابی محصولات و مواد نانو (به معنی تعیین ویژگی‌هایی که فناوری نانو به یک محصول یا ماده اضافه کرده است) که یکی از پیش‌نیازهای تدوین استانداردهای محصولی محسوب می‌شود، به دلیل نوظهور بودن و تازگی فناوری، کاری بسیار پیچیده و دشوار است و به‌عنوان یکی از مراحل اصلی فرایند استانداردسازی مطرح می‌شود. به‌گونه‌ای که یکی از مصاحبه‌شوندگان در این باره چنین می‌گوید: "... نانو ذراتی که تولید می‌شود؛ مستلزم یک سری استاندارد می‌باشند. حداقل آن این است که... چه ویژگی‌هایی داشته باشند. ویژگی‌های آنها چگونه نوشته شود".

استقرار و پیاده‌سازی استاندارد: موضوع استقرار و پیاده‌سازی استاندارد اشاره به اجرای استانداردهای تدوین‌شده در یک بنگاه دارد. استقرار استانداردها مستلزم ایجاد زیرساخت‌های سخت (مانند تجهیزات، آزمایشگاه، ابزارآلات و...) و نرم (مانند دانش فنی، مهارت‌ها، مستندات و...) در یک بنگاه می‌باشد. یکی از خبرگان در این زمینه چنین گفته است: "او (مدیرعامل یکی از شرکت‌ها) فهمیده بود که اگر این استاندارد را پیاده‌سازی نکند موفق خواهد شد و اسناد و مدارک این کار را به من نشان داد مبنی بر اینکه ریز به ریز کلیه آیت‌های ایزو را رعایت می‌کنم. این امر باعث شده که ایشان در حال حاضر محصول خود را در کشورهای خارجی - از جمله امریکا- می‌سازد، در جای دیگری آن را مونتاژ می‌کند آن را برند می‌کند. این امر مهم است که ایشان در فاصله ده هزار کیلومتر دورتر خدمات بعد از فروش ارائه می‌کند. آنهم برای چنین محصول پیچیده‌ای".

ارزیابی انطباق و صدور گواهی‌نامه یا اعطای نشان استاندارد: پس از مرحله استقرار استاندارد، مرحله مهم دیگر ارزیابی انطباق و صدور گواهی‌نامه است. ارزیابی انطباق به معنی اثبات این که الزامات مشخص مربوط به یک محصول یا خدمت تحقق یافته است یا خیر (ISO/IEC ۱۷۰۰۰). در پایان این ارزیابی یک گواهی‌نامه یا نشان (نماد) به‌عنوان انطباق کامل به محصول یا خدمت ارزیابی شده تعلق می‌گیرد. یکی از خبرگان در این باره چنین گفته است: "بحث نانو نماد هم در همین مفهوم است. به چه نحو می‌توانیم خارج از کشور را به داده‌هایمان مطمئن کنیم. چگونه آنها را متقاعد کنیم". یکی دیگر از خبرگان چنین می‌گوید: "چنین برنامه‌ای برای نانو نماد وجود دارد. تا به شرکت‌ها کمک کند از آن شرایط لازم حداقلی بالاتر رفته و توسعه پیدا کنند و رشد کنند و با ارائه کیفیت بهتری تولید محصول و فرایند تولید محصول صورت بگیرد".

اندازه‌شناسی نانو (نانومترولوژی): موضوع اندازه‌شناسی در فناوری‌های نوظهور به ویژه نانو از آن جهت اهمیت دارد که نانو خود یک فناوری مبتنی بر مقیاس و اندازه است. نانومترولوژی به‌عنوان یکی از پیش‌نیازها و مراحل مهم فرایند استانداردسازی نانو مطرح است. یکی از خبرگان در خصوص اهمیت این مرحله از استانداردسازی چنین می‌گوید: "بحث استانداردسازی روش‌های اندازه‌گیری و در واقع ورود به حوزه نانومترولوژی بود. که بصورت یک شاخه تخصصی مورد پیگیری قرار بگیرد. در این رابطه با مرکز ملی مترولوژی سازمان ملی استاندارد ارتباط برقرار شد و... توافقنامه‌ای با مرکز ملی مترولوژی منعقد شد تا بتوان فعالیت‌های حوزه توسعه اندازه‌شناسی نانو را در قالب فعالیت‌های توسعه‌ای اندازه‌شناسی ملی گنجاند." یکی دیگر از خبرگان چنین گفته است: "زمانی که نتوانید نظام مترولوژی را در کشور پیاده کنید و آن را به معنای واقعی کلمه نهادینه کنید، پس بحث‌های دیگر بیهوده است".

جدول ۴، نمونه کدگذاری باز و محوری پدیده اصلی را نشان می‌دهد.

جدول (۴): نمونه کدگذاری پدیده اصلی (محوری)

پدیده اصلی	کد محوری	نمونه کدهای باز
	تدوین استاندارد و مشخصه‌یابی	ضرورت تدوین استاندارد محصولی با همکاری ذینفعان، تغییر نگرش از ترجمه به تدوین استاندارد، تدوین استاندارد توسط مصرف‌کننده و تولیدکننده، توجه به ویژگی خاص فناوری نانو
استانداردسازی فناوری نانو	استقرار و پیاده‌سازی استاندارد	استقرار استانداردهای جدید و موانع زیرساخت‌ها، ضرورت استقرار نظام کالیبراسیون در آزمایشگاه‌ها، پیاده‌سازی نظام استانداردسازی، ضعف سازمان استاندارد در ترویج
	ارزیابی انطباق و صدور گواهی‌نامه یا اعطای نشان استاندارد	نمادها مشوق‌های نظام استانداردسازی، طراحی نانو نماد برای تعیین سطح کیفیت، نشانه‌گذاری و اختصاص نماد به فناوری نانو، لزوم ارزیابی انطباق معتبر برای تعیین سهم بازار و صادرات
	اندازه‌شناسی نانو (نانومترولوژی)	توجه به نانو مترولوژی در فناوری نانو، دقت و صحت آزمایشگاه‌های داخلی برای نانو ظهورها، اهمیت اندازه‌شناسی در اثبات فناوری نانو ظهور

۶-۲-۲. شرایط علی

شرایط علی، پدیدآورنده مقوله اصلی یا محوری هستند. براساس تحلیل‌های صورت‌گرفته، ۸ مقوله علی به شرح جدول ۵ شناسایی شدند.

جدول (۵): نمونه کدگذاری شرایط علی

کد محوری	نمونه کدهای باز
پذیرش و توسعه بازار	لزوم ارزیابی انطباق معتبر برای تعیین سهم بازار و صادرات، جهت دادن به بازار ملی و بین‌المللی با پیشگامی تدوین استاندارد، نقش مهم بازار در تقاضا و استانداردسازی
تضمین کیفیت و ایمنی	تضمین کیفیت از طریق سرمایه‌گذاری، استانداردسازی و کیفیت و ایمنی، نظام استانداردسازی در مواجهه با ایمنی و امنیت مردم، جنبه‌های ایمنی و امنیت کاربران فناوری‌های نانو ظهور
رقابت‌پذیری	تدوین استاندارد یعنی محدود کردن رقبا، استانداردسازی با فشار رقابت و برند، استانداردسازی ابزار رشد و توسعه شرکت‌ها، استانداردسازی محور رقابت با سایر کشورها
تعامل‌پذیری	توافق بین فروشنده و خریدار، تعاریف متفاوت در کشورها از استاندارد، فناوری نانو ظهور و ضرورت توسعه ادبیات و ترمینولوژی، سند استاندارد زبان مشترک،
حمایت از حقوق مصرف‌کننده	استانداردسازی و حمایت از مصرف‌کننده، استاندارد برای محافظت مردم در برابر خواص فناوری‌های نانو ظهور، جنبه‌های ایمنی و امنیت کاربران فناوری‌های نانو ظهور، اخذ گواهی‌نامه و نشان تضمین رعایت حقوق مصرف‌کننده
توسعه صنعتی	نظام استانداردسازی به عنوان برند و پشتوانه صنعتی، استانداردسازی پیش‌ران توسعه صنعتی، استانداردسازی پیش‌نیاز صنعتی‌سازی، استانداردسازی معیار صنعتی شدن
کسب دانش و اطلاعات	نشت اطلاعات فناوری نانو ظهور از طریق استانداردها، کارکرد اطلاعاتی استانداردها، انتقال دانش فنی از طریق استانداردسازی، ارائه اطلاعات فناوری نانو ظهور از طریق انتشار استانداردها

نمونه کدهای باز	کد محوری
تضمین کیفیت از طریق سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری در یک فناوری عامل و تضمین استاندارد بودن، استانداردسازی عامل توسعه فناوری و جذب سرمایه	سرمایه‌گذاری در فناوری

۶-۲-۳. راهبردها

منظور از راهبردها نحوه و سازوکارهای پاسخ‌گویی به مجموعه شرایطی است که در استانداردسازی فناوری نانو رخ می‌دهند یا وجود دارند و تحت‌تأثیر شرایط مداخله‌گر و زمینه‌ای حاصل می‌شوند. با تمرکز بر این موضوع، براساس تحلیل‌ها، ۱۱ راهبرد به شرح جدول ۶ شناسایی شد.

جدول (۶): نمونه کدگذاری راهبردها

نمونه کدهای باز	کد محوری
لابی‌گری و اجماع در مجامع، نقش سازمان استاندارد در ارتباط با مجامع و تأییدیه‌های بین‌المللی، سازوکار لابی‌گری در سطح بین‌المللی، ارتباط با بازیگران استانداردسازی در سطح بین‌المللی متولی بودن بخش خصوصی در استانداردسازی محصول، ضرورت سرگروهی شرکت خصوصی برای تدوین استاندارد ملی، لزوم مشارکت بخش خصوصی در تدوین استانداردها برای پایبندی استانداردهای شرکتی فناوری نانو، استانداردهای شرکتی نقطه تمایز شرکت‌ها، تدوین استاندارد شرکتی، استانداردسازی شرکتی مقدمه استاندارد ملی و بین‌المللی، استانداردسازی شرکتی مختص تولیدکننده	دیپلماسی استانداردسازی جلب مشارکت بخش خصوصی توسعه استانداردسازی شرکتی
طرح‌ریزی نظام استانداردسازی با رویکرد صادرات، تفکیک محصولات صادراتی از غیرصادراتی کشور، طراحی و تولید فناوری نانو با رویکرد صادرات، سیاست‌گذاری استانداردسازی با محوریت صادرات	صادرات‌محور کردن سیاست‌های استانداردسازی
ترویج استانداردها از مرحله توسعه فناوری‌ها، توجه استانداردسازی به پژوهش و نوآوری، نقش استانداردها در تحقیق و توسعه فناوری نانو، استانداردسازی همزمان با مراحل توسعه فناوری نانو	استانداردسازی در چرخه عمر فناوری توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی اندازه-شناسی نانو
اندازه‌شناسی و کالیبراسیون، زیرساخت‌های اندازه‌گیری و آزمایشگاهی ضرورت فناوری نانو	پژوهش و توسعه استانداردسازی در فناوری نانو
ضرورت وجود پتانسیل تحقیقاتی در سازمان استاندارد، استانداردهای پژوهش‌محور، تعریف پروژه‌های تحقیقاتی در استانداردسازی، تحقیق و توسعه در سیاست‌های استانداردسازی نانو	سیاست‌گذاری صحیح دولت
سیاست استانداردسازی برای شرکت‌های کوچک و بزرگ، لزوم تعیین سیاست‌های استانداردسازی، لزوم سیاست‌گذاری استانداردسازی از سوی دولت، سیاست‌گذاری درست و پیامد کیفیتی آن	کنترل و تضمین کیفیت محصولات نانو
استانداردسازی عامل تضمین کیفیت، کنترل کیفیت محصولات نانو، اهمیت نظام مدیریت کیفیت در نانو، استقرار نظام مدیریت کیفیت برای محصولات نانو	

۶-۲-۴. شرایط زمینه‌ای

شرایط زمینه‌ای الگوهای پایداری هستند که مجموعه موقعیت‌هایی را ایجاد کرده‌اند تا افراد و سازمان‌ها تحت آن‌ها از خود کنش/واکنش نشان دهند. شرایط زمینه‌ای بر راهبردها تأثیر می‌گذارند. در این پژوهش در نتیجه تحلیل‌ها، ۹ شرایط زمینه‌ای به شرح جدول ۷ شناسایی و تعیین شد.

جدول (۷): نمونه کدگذاری شرایط زمینه‌ای

نمونه کدهای باز	کد محوری
ترویج استانداردسازی از مرحله توسعه فناوری‌ها، ترویج استانداردسازی از سوی سازمان ملی استاندارد، ایجاد آگاهی و اطلاع رسانی به ذی‌نفعان در رابطه با عمل به استاندارد، لزوم ترویج فواید استانداردسازی برای ذی‌نفعان	ترویج و فرهنگسازی
ضرورت وجود نظام استانداردسازی موثر برای ارزیابی، سازوکار بررسی اثربخشی نظام استانداردسازی، نقش نظام استانداردسازی در توسعه	نظام ملی استانداردسازی منعطف و اثربخش
ضرورت ارائه یک الگو، تدوین سند نانومترولوژی، تدوین نظام استانداردسازی و نقشه راه کشور، ضرورت وجود نقشه راه، فناوری نوظهور و مقررات و استانداردها، ارائه مدل استانداردسازی از لایه های بالا	مستندات سیاستی و مقررات
انتصابات و شایسته‌سالاری، توسعه دانش افراد در استانداردسازی نانو، لزوم وجود افراد متخصص در استانداردسازی، تعیین برنامه‌های توسعه افراد متخصص، تقویت بنیه کارشناسی برای مواجهه با چالش‌ها	نیروی انسانی
توسعه شبکه آزمایشگاهی، استفاده از شبکه آزمایشگاهی بین‌المللی، شبکه‌سازی و سازماندهی در سطح ملی و بین‌المللی، کمیته‌های علمی و فنی برای توسعه فناوری نانو	سازماندهی و شبکه‌سازی
نقش کاتالیزوری ستاد نانو در ارتباط دادن ذی‌نفعان به هم، توجه به ذی‌نفعان در سیاست‌گذاری، نظام استانداردسازی متشکل از تمامی نهادهای ذی ربط و ذی نفع	تعامل با ذی‌نفعان و ذی‌ربطان
بهره‌گیری از تجربیات کشورها در ارزیابی فناوری نانو، یادگیری سیاستی در استانداردسازی، انتقال فناوری از طریق استانداردها، کارکرد اطلاعاتی استانداردها	یادگیری
حمایت دولتی و تعیین بازار، حمایت دولتی برای صادرات محصول نانویی، ضرورت حمایت‌های مالی برای توسعه فناوری‌های نوظهور، لزوم حمایت و تشویق در تولید محصولات فناوری نانو	حمایت‌ها و تسهیل‌گری دولتی
دیدهبانی فناوری نانو از طریق عضویت در مجامع بین‌المللی، دیده‌بانی روندهای آینده، مطالعه نیازهای آینده استانداردسازی فناوری نانو، شناسایی نیازهای آینده تدوین استاندارد در فناوری‌های نوظهور	آینده‌نگاری در حوزه فناوری نانو

۶-۲-۵. شرایط مداخله‌گر

شرایط مداخله‌گر یا واسطه‌ای که بر وقایعی دلالت دارد که بر راهبردها تأثیر می‌گذارد (حقیقی کفاش و همکاران، ۱۳۹۹).
بر این اساس، در این پژوهش، ۸ مقوله مداخله‌گر به شرح جدول ۸ شناسایی شد.

جدول (۸): نمونه کدگذاری شرایط مداخله‌گر

نمونه کدهای باز	کد محوری
مسئولیت‌پذیر نبودن سازمان ملی استاندارد، عدم یکنواختی و کیفیت محصولات کشور، عمل نکردن سازمان استاندارد به وظایف خود، عدم تعهد سازمان ملی استاندارد، سازمان استاندارد و بروکراسی سنگین	چالش‌های مدیریتی
ارائه اطلاعات فناوری نوظهور از طریق انتشار استاندارد، نشت اطلاعات فناوری نوظهور در صورت ارتباط با خارج، ضرورت مدیریت مالکیت فکری از طریق استانداردها، تدوین استاندارد به معنی دادن اطلاعات به رقیب	چالش‌های مالکیت فکری
فناوری محور نبودن سازمان استاندارد، نامشخص بودن فرایند استانداردسازی در رابطه با فناوری نوظهور، عدم وجود شاخص برای محصولات نوظهور در داخل، عدم وجود سازوکار ارزیابی انطباق برای فناوری‌های نوظهور	چالش‌های سیاستی
استقرار استانداردهای جدید و موانع زیرساخت‌ها، طولانی بودن زمان آزمون‌ها به دلیل آزمایشگاه‌های نامناسب، تأسیس آزمایشگاه‌های مرجع نانو در کشور، متناسب نبودن توانمندی آزمایشگاهی موجود با فناوری نانو	چالش‌های فناورانه

نمونه کدهای باز	کد محوری
اعتماد بیش از اندازه به محصول خارجی، پیشگامی سایر کشورها از طریق تعیین استانداردها برای بازار، عرصه رقابت و مانع تراشی برای تصویب استانداردهای خاص، زمین خوردن شرکت های داخلی با محصولات بی کیفیت خارجی	شرایط رقابتی
تصویب یک استاندارد و جنبه سیاسی آن، جایگاه استانداردسازی در نظام سیاسی کشور، اهمیت مسائل غیرفنی در صحنه بین المللی استانداردسازی، سایه انداختن تفکر سیاسی بر سیاست های استانداردسازی	شرایط سیاسی
رابطه متقابل نظام استانداردسازی با سیاست صنعتی و سیاست اقتصادی، استانداردسازی و سیاست های بازار و اقتصاد، یکپارچگی سیاست های اقتصادی و صنعتی، جنبه اقتصادی استانداردها بین ذی نفعان	شرایط صنعتی و اقتصادی
عمر فناوری نوظهور و سرعت استانداردسازی، هزینه های بالای اخذ گواهی از مراجع بین المللی، هزینه های بالا و بدون حمایت مانع توسعه فناوری نانو، نداشتن توان مالی شرکت برای تجهیز آزمایشگاه خود	هزینه و زمان توسعه استانداردهای فناوری نانو

۶-۲-۶. پیامدها

پیامدها، مجموعه نتایج بالفعل/ بالقوه یا ملموس/ ناملموسی هستند (سیم خواه و فیضی، ۱۳۹۳) که از راهبردهای مورد استفاده برای استانداردسازی فناوری نانو حاصل می شوند. پیامدها را اصولاً نمی توان پیش بینی کرد و لزوماً همان مواردی که افراد قصد آن را داشته اند، نیستند (حقیقی کفاش و همکاران، ۱۳۹۹). در این پژوهش، ۹ مقوله پیامد به شرح جدول ۹ شناسایی و تعیین شد.

جدول (۹): نمونه کدگذاری پیامدها

نمونه کدهای باز	کد محوری
انگیزه استانداردسازی برای سهم بازار بیشتر، استانداردسازی موجب افزایش سهم بازار، تبدیل استاندارد ملی به بین المللی برای سهم بازار، استاندارد محصول و سهم بیش تر بازار، ارتباط بین سهم بازار و استانداردسازی	افزایش سهم بازار
رابطه مستقیم استانداردسازی و حجم تولید و تقاضا، استانداردسازی ملی عامل توسعه تولید ملی، نقش مثبت ارزیابی انطباق و صدور گواهی نامه در تولید با کیفیت، نشان ملی و افزایش تولید با کیفیت	افزایش حجم تولید و تقاضا
ارتباط بین استانداردسازی و برند، استانداردسازی با فشار رقابت و برند، استانداردسازی راهی برای برندسازی، نقش نظام استانداردسازی در برند ملی، نظام استانداردسازی به عنوان برند و پشتوانه صنعتی	برندسازی در نانو
استانداردسازی و افزایش کیفیت و ایمنی، جنبه هایی ایمنی کاربران فناوری های نوظهور، استاندارد برای محافظت مردم در برابر خواص فناوری نانو، کارکرد افزایش ایمنی و کیفیت استانداردها، استانداردهای کیفیت و ایمنی	افزایش کیفیت و ایمنی
جنبه اقتصادی استانداردها برای خلق ثروت و مزیت اقتصادی، استانداردها سازوکار خلق ثروت و ارزش افزوده، استانداردسازی فناوری نوظهور و ایجاد سود اقتصادی، نقش استانداردسازی در افزایش ارزش افزوده شرکت ها	خلق ثروت و مزیت اقتصادی
پیشگامی در فناوری نوظهور و نفوذ بیش تر در سازمان های بین المللی، پیشگامی در فناوری نانو و صادرات محصول، تدوین استاندارد زمینه پیشگامی در عرصه ملی و بین المللی، استانداردسازی سازوکار پیشگامی در فناوری نوظهور	پیشگامی در فناوری نانو
استانداردسازی زمینه جلب اعتماد به فناوری نوظهور، اخذ گواهی نامه استاندارد برای جلب اعتماد مردم، جلب اعتماد عمومی از طریق نشان استاندارد، استانداردسازی فناوری نانو زمینه ساز پذیرش جامعه	جلب اعتماد عمومی

نمونه کدهای باز	کد محوری
کم کردن عدم قطعیت فناوری نانو از طریق استانداردسازی آن، استانداردسازی نانو عامل پایین آوردن ریسک فناوری، پیش‌بینی‌پذیری زیرساخت‌ها از طریق تدوین استاندارد در سطح ملی، کارکرد استانداردها در کاهش عدم قطعیت فناوری	کاهش ریسک و عدم قطعیت فناوری نانو
اجماع در تدوین استاندارد زمینه‌ساز انتشار نوآوری، استانداردسازی زمینه تسهیل انتشار فناوری نوظهور، استانداردسازی سازوکار انتشار نوآوری، انتشار فناوری نانو از طریق استانداردسازی، تجاری سازی از طریق استانداردسازی عامل انتشار نوآوری	انتشار نوآوری

۶-۳. مرحله سوم: کدگذاری گزینشی

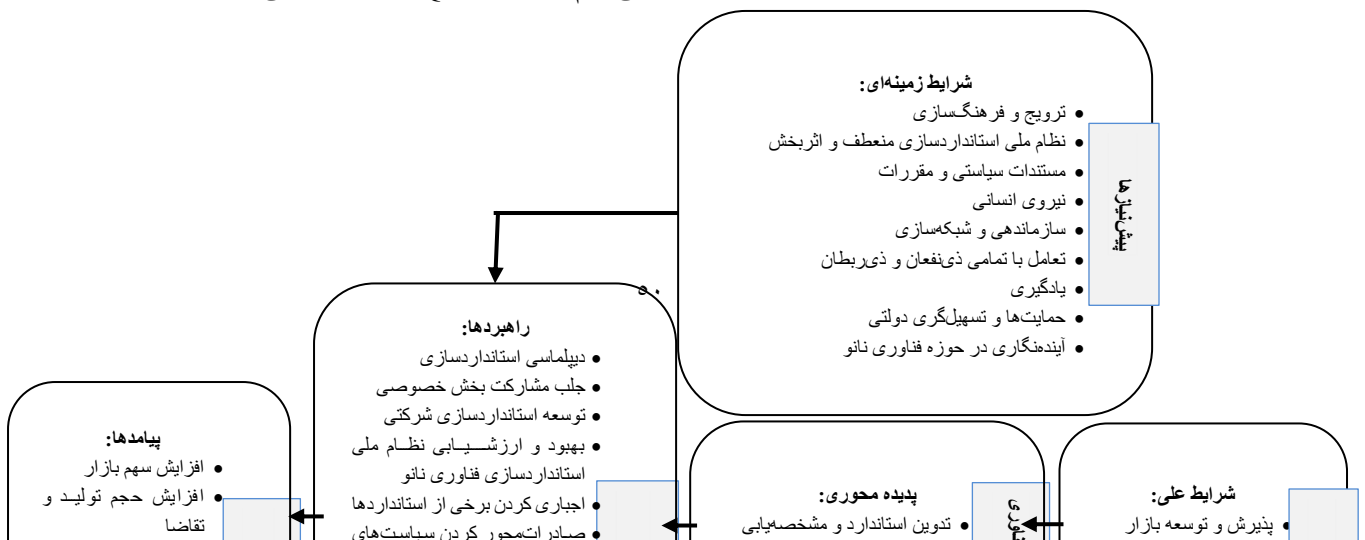
کدگذاری گزینشی دو مرحله کدگذاری پیشین را با یکپارچه‌سازی و پالایش مقوله‌ها در چارچوبی نظری تکمیل می‌کند. در یکپارچه‌سازی، مقوله‌ها حول پدیده اصلی یا محوری سازمان‌دهی می‌شوند. مقوله اصلی یا پدیده محوری به عنوان بدنه اصلی چارچوب نظری مطرح است و سایر مقوله‌ها با استفاده از جملات و عبارات تشریحی به آن ربط داده می‌شوند (سیم‌خواه و فیضی، ۱۳۹۳). مهم‌ترین گام در مرحله کدگذاری گزینشی، ترسیم کدهای منتخب ناشی از مقولات علی، محوری، راهبردی، پیامدی و زمینه‌ای است. جدول ۱۰، الگوی کدگذاری گزینشی منتج از کدگذاری محوری را در این پژوهش نشان می‌دهد.

جدول (۱۰): کدگذاری گزینشی و تدوین و توصیف مقوله‌ها

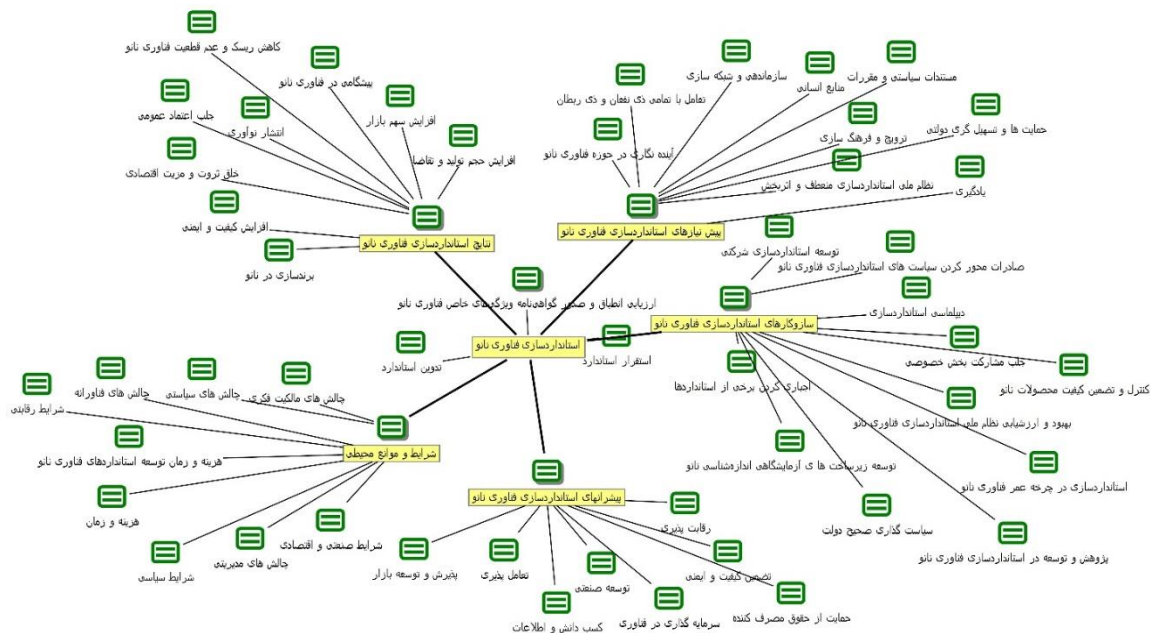
ردیف	کدهای محوری	مقوله‌های گزینشی یا منتخب	نوع متغیر
۱	پذیرش و توسعه بازار تضمین کیفیت و ایمنی رقابت‌پذیری تعامل‌پذیری حمایت از حقوق مصرف‌کننده توسعه صنعتی کسب دانش و اطلاعات سرمايه‌گذاری در فناوری	پیشران‌های استانداردسازی فناوری نانو	علی
۲	تدوین استاندارد و مشخصه‌یابی استقرار و پیاده‌سازی استاندارد ارزیابی انطباق و صدور گواهی‌نامه یا اعطای نشان استاندارد اندازه‌شناسی نانو (نانومترولوژی)	استانداردسازی فناوری نانو	پدیده اصلی (محوری)
۳	دیپلماسی استانداردسازی جلب مشارکت بخش خصوصی توسعه استانداردسازی شرکتی بهبود و ارزشیابی نظام ملی استانداردسازی اجباری کردن برخی از استانداردها صادرات‌محور کردن سیاست‌های استانداردسازی استانداردسازی در چرخه عمر فناوری توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی اندازه‌شناسی نانو پژوهش و توسعه توسعه استانداردسازی در فناوری نانو سیاست‌گذاری صحیح دولت	سازوکارهای استانداردسازی فناوری نانو	راهبردها

ردیف	کدهای محوری	مقوله‌های گزینشی یا منتخب	نوع متغیر
۴	کنترل و تضمین کیفیت محصولات نانو	پیش‌نیازهای استانداردسازی فناوری نانو	زمینه‌ای
	ترویج و فرهنگ‌سازی		
	نظام ملی استانداردسازی منعطف و اثربخش		
	مستندات سیاستی و مقررات در حوزه نانو		
	نیروی انسانی		
	سازماندهی و شبکه‌سازی		
	تعامل با تمامی ذی‌نفعان و ذی‌ربطان		
۵	یادگیری	شرایط و موانع محیطی	مداخله‌گر
	حمایت‌ها و تسهیل‌گری دولتی		
	آینده‌نگاری		
	چالش‌های مدیریتی		
	چالش‌های مالکیت فکری		
	چالش‌های سیاستی		
	چالش‌های فناورانه		
۶	رقابتی	نتایج استانداردسازی فناوری نانو	پیامدها
	سیاسی		
	صنعتی و اقتصادی		
	هزینه و زمان توسعه استانداردهای فناوری نانو		
	افزایش سهم بازار		
	افزایش حجم تولید و تقاضا		
	برندسازی در نانو		
افزایش کیفیت و ایمنی			
خلق ثروت و مزیت اقتصادی			
پیشگامی در فناوری			
جلب اعتماد عمومی			
کاهش ریسک و عدم قطعیت فناوری نانو			
انتشار نوآوری			

در نهایت، در این مرحله از نتایج داده‌های کیفی، مدل پارادایمی تدوین شده است. شکل ۲، مدل پارادایمی حاصل از کندگذاری و شکل ۳، مدل استانداردسازی فناوری نانو را به صورت خروجی نرم‌افزار ۱۸ MAXQDA نشان می‌دهد.



شکل (۲): مدل پارادایمی حاصل در استانداردسازی فناوری نانو (مرجع: یافته‌های پژوهشگر)



شکل (۳): مدل نظری استخراج شده از خروجی نرم افزار MAXQDA

۴-۶. روش برازش پژوهش

برای حصول اطمینان از روایی پژوهش و یا به تعبیر (Creswell and et al., ۲۰۰۰) دقیق بودن یافته‌ها از نظر پژوهش‌گر یا خوانندگان گزارش پژوهش اقدامات زیر صورت گرفت:

مراحل کدگذاری توسط چند تن از مشارکت‌کنندگان مورد بازبینی و اعمال نظر قرار گرفت و از نظرات اصلاحی آن‌ها استفاده و تغییراتی در عناوین مقوله‌ها انجام شد.

مراحل کدگذاری به دقت ثبت و پیاده‌سازی شده و پایگاه داده‌ای از تمامی داده‌های گردآوری شده تهیه گردید. ضمن اینکه مراحل کدگذاری به‌طور رفت و برگشتی انجام و مورد بازبینی و اصلاح قرار می‌گرفت.

نتایج پژوهش توسط ۳ نفر از خبرگان موضوع بررسی و صحت‌گذاری شد.

سعی شد ضمن اینکه از مصاحبه‌شوندگان در سطوح مختلف مدیریتی (کلان و بنگاه) استفاده می‌شود، با طرح پرسش‌هایی به‌طور همزمان و مشارکتی نیز از آن‌ها در تحلیل و تفسیر داده‌ها کمک گرفته شود.

۷. نتیجه گیری

اساساً با توجه به پیچیدگی، ابهام و عدم قطعیت موجود در ماهیت فناوری‌های نوظهور (Delemarle, ۲۰۱۵; Rotolo and et al., ۲۰۱۷; Roca and et al., ۲۰۱۷)، تجاری‌سازی این فناوری‌ها مستلزم ایجاد یک نظام تنظیم‌گری مناسب است. پیش‌نیاز و زیرساخت پیاده‌سازی چنین چارچوبی، توجه به استانداردسازی فناوری در هر کشوری می‌باشد. در نتیجه، این پژوهش، با هدف ارائه مدلی برای استانداردسازی فناوری نانو با استفاده از رویکرد کیفی و رهیافت نظریه‌پردازی داده‌بنیاد انجام شد تا به سیاست‌گذاران، مدیران صنایع و افرادی که در زمینه استانداردسازی به‌ویژه فناوری نانو اشتغال دارند، در تصمیم‌گیری‌ها و تصمیم‌سازی‌ها یاری

رساند. بدین منظور، از متون مصاحبه‌ها و مستندات بررسی شده در نرم‌افزار MAXQDA ۱۸، ۱۷۷ کد باز استخراج شد و در مرحله بعد از طریق کدگذاری محوری ۴۵ کد شناسایی که در مرحله کدگذاری گزینشی در قالب ۶ مقوله دسته‌بندی شد. براساس نتایج این پژوهش و فرایند کدگذاری انتخابی، قضایا (گزاره‌ها) به شرح زیر تدوین شده است. این گزاره‌ها روابط بین مقوله‌ها را تعیین می‌کنند.

قضیه ۱: مشخصه‌یابی و تدوین استاندارد، استقرار و پیاده‌سازی استاندارد، ارزیابی انطباق و صدور گواهی‌نامه و اندازه‌شناسی نانو (نانومترولوژی) مراحل تبیین‌کننده مقوله محوری این پژوهش یعنی استانداردسازی فناوری نانو می‌باشند.

قضیه ۲: پیشران‌های استانداردسازی فناوری نانو شامل پذیرش و توسعه بازار، تضمین کیفیت و ایمنی، رقابت‌پذیری، تعامل‌پذیری، حمایت از حقوق مصرف‌کننده، توسعه صنعتی، کسب دانش و اطلاعات و سرمایه‌گذاری در فناوری به‌عنوان شرایط علی پدیده محوری بوده و استانداردسازی فناوری نانو تحت تأثیر این عوامل می‌باشد.

قضیه ۳: سازوکارهای استانداردسازی فناوری نانو شامل دیپلماسی استانداردسازی، جلب مشارکت بخش خصوصی، توسعه استانداردسازی شرکتی، بهبود و ارزشیابی نظام ملی استانداردسازی فناوری، اجباری کردن برخی از استانداردها، صادرات‌محور کردن سیاست‌های استانداردسازی در فناوری نانو، استانداردسازی در چرخه عمر فناوری، توسعه زیرساخت‌ها آزمایشگاهی اندازه‌شناسی، پژوهش و توسعه در استانداردسازی فناوری، سیاست‌گذاری صحیح دولت، و کنترل و تضمین کیفیت محصولات نانو به‌عنوان راهبردهای اساسی در استانداردسازی فناوری نانو محسوب می‌شوند.

قضیه ۴: پیش‌نیازهای استانداردسازی فناوری نانو شامل ترویج و فرهنگ‌سازی، نظام ملی استانداردسازی منعطف و اثربخش، مستندات سیاستی و مقررات، نیروی انسانی، سازماندهی و شبکه‌سازی، تعامل با تمامی ذی‌نفعان و ذی‌ربطان، یادگیری، حمایت‌ها و تسهیل‌گری دولتی، و آینده‌نگاری در حوزه فناوری نانو به‌عنوان عوامل بسترساز موثر بر استانداردسازی فناوری نانو هستند.

قضیه ۵: شرایط و موانع محیطی چون چالش‌های مدیریتی، چالش‌های مالکیت فکری، چالش‌های سیاستی، چالش‌های فناورانه، شرایط رقابتی، شرایط سیاسی، شرایط صنعتی و اقتصادی، و هزینه و زمان توسعه استانداردهای فناوری نانو به‌عنوان شرایط مداخله‌گر بر استانداردسازی فناوری نانو تأثیر گذاشته و آن را تسهیل یا تحدید می‌نمایند.

قضیه ۶: براساس راهبردها و سازوکارهای تعریف شده و همچنین، عوامل زمینه‌ای و شرایط مداخله‌گری که روی راهبردها تأثیرگذار هستند، پیامدها و نتایج استانداردسازی فناوری نانو حاصل می‌شود. استانداردهای فناوری نانو، نتایج افزایش سهم بازار، افزایش حجم تولید و تقاضا، برندسازی در نانو، افزایش کیفیت و ایمنی، خلق ثروت و مزیت اقتصادی، پیشگامی در فناوری نانو، جلب اعتماد عمومی، کاهش ریسک و عدم قطعیت فناوری نانو، و انتشار نوآوری را در پی دارد.

مزیت پژوهش حاضر درمقایسه با پژوهش‌ها، چارچوب‌ها و مدل‌های مطرح‌شده در زمینه استانداردسازی فناوری مانند (۲۰۰۱) Sherif، (۲۰۰۹) Blind and Gauch، (۲۰۱۶) Featherston and et al. و (۲۰۱۸) Ho and O' Sullivan، این است که اول، تمرکز آن برخلاف این مدل‌ها، بر فرایند استانداردسازی فناوری بوده، دوم با مطالعه موردی فناوری نانو به توسعه مدل استانداردسازی اختصاصی آن پرداخته است. هر یک از این مدل‌ها به جنبه‌هایی خاص از استانداردسازی فناوری پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، چارچوب (۲۰۰۱) Sherif با تمرکز بر چرخه عمر فناوری، چارچوب (۲۰۰۹) Blind and Gauch با تمرکز بر فرایندهای نوآوری و پژوهش و چارچوب (۲۰۱۶) Featherston and et al. و همچنین (۲۰۱۸) Ho and O' Sullivan نیز به‌عنوان چارچوبی جامع و نظام مند با هدف توسعه ابزاری در زمینه آینده‌نگاری راهبردی در زمینه استانداردسازی توسعه یافته‌اند. از بین مدل‌های موجود، فقط مدل (۲۰۰۹) Blind and Gauch است که با تمرکز بر فناوری نانو مطالعه شده، اما این مدل نیز با هدف مطالعه کارکردی گونه‌های مختلف استانداردها در فرایند تحقیق و توسعه و نوآوری فناوری نانو توسعه یافته است. پژوهش حاضر درمقایسه با پژوهش‌های پیشین، به توسعه مدلی جامع و مبتنی بر عمل پرداخته و هم‌زمان سعی داشته است که بیش‌تر به مولفه‌های

موثر بر فرایند استانداردسازی فناوری نانو توجه کرده و در نتیجه توانسته پیوندی بین نظریه و عمل در استانداردسازی فناوری های نوظهور با تمرکز بر فناوری نانو برقرار نماید.

از جمله محدودیت های ناظر بر این پژوهش این است که انجام این پژوهش با تمرکز بر فناوری نانو موجب کاهش تعمیم پذیری نتایج آن به سایر بخش های فناوری نوظهور می شود. محدودیت دیگر این است که با توجه به نوظهور بودن فناوری و به ویژه، کم سابقه بودن فعالیت های استانداردسازی این فناوری در کشور و تخصصی بودن موضوع، تعداد مشارکت کنندگانی که به طور همزمان مسلط به فعالیت های استانداردسازی و فناوری نانو باشند، محدود و اندک بود.

پیشنهادات کاربردی

دستاوردهای این پژوهش نشان می دهد که سیاست گذاران بایستی برای انتشار نوآوری و خلق مزیت های اقتصادی در حوزه فناوری های نوظهور نسبت به استانداردسازی فناوری اقدام نمایند. در این راستا، مدیران ارشد و سیاست گذاران بایستی از راهبردهایی مانند دیپلماسی استانداردسازی، جلب مشارکت بخش خصوصی، توسعه استانداردسازی شرکتی، بهبود و ارزشیابی نظام ملی استانداردسازی، اجباری کردن برخی از استانداردها، صادرات محور کردن سیاست های استانداردسازی، استانداردسازی در چرخه عمر فناوری، توسعه زیرساخت های آزمایشگاهی و اندازه شناسی، پژوهش و توسعه در استانداردسازی فناوری، سیاست گذاری صحیح و کنترل و تضمین کیفیت محصولات در حوزه فناوری نانو بهره برداری نمایند.

تحقیقات آتی

در نهایت، با در نظر داشتن این که بر پایه گزاره های نظری استخراج شده از مدل توسعه یافته از نظریه داده بنیاد می توان فرضیه های راهبردی تدوین کرد (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۴) برای پژوهش های آتی پیشنهاد می شود، پژوهش های کمی با هدف آزمون فرضیه های حاصل از این پژوهش تعریف و انجام شوند. همچنین، از آنجا که این پژوهش با مطالعه فناوری نانو صورت گرفته، پیشنهاد می شود، پژوهش هایی نیز با تمرکز بر سایر فناوری های نوظهور در کشور صورت گیرد و نیز تعمیم پذیری مدل در سایر بخش های نوظهور مورد آزمون قرار گیرد. همچنین، مدل توسعه یافته در این پژوهش می تواند مبنایی برای سیاست گذاران استانداردسازی و نوآوری به ویژه در فناوری نانو به کار رود.

منابع

- بحیرائی، مجتبی. محمدروضه سرا، مریم. استانداردها و استانداردسازی، تهران، انتشارات موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۱۳۹۵.
- دانایی فرد، حسن. حیدری، محمدمهدی. آذر، عادل. قلی پور، رحمت الله. فهم خاتمه خطمشی های عمومی در ایران؛ پژوهشی بر مبنای نظریه پردازی داده بنیاد. اندیشه مدیریت راهبردی، سال نهم، شماره اول- بهار و تابستان ۱۳۹۴، صص ۸۵-۱۲۰.
- حقیقی کفاش، مهدی. حمیدی بیناباج، مژگان. کریمی علویجه، محمدرضا. خلیل نژاد، شهرام. برندسازی استراتژیک. مطالعات مدیریت راهبردی. شماره ۴۳، پاییز ۱۳۹۹، صص ۲۱-۴۳.
- سیمخواه، مسعود. فیضی، کامران. مدیریت ریسک عرضه در زنجیره تأمین صنعت خودرو: نظریه های برخاسته از داده ها. فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال دوازدهم، شماره ۳۳، تابستان ۱۳۹۳، صص ۱-۲۴.
- طباطبائیان، سید حبیب الله. ناصری، رویا. فرقانی، علی. تعیین چالش های موجود فراروی تجاری سازی فناوری های نوظهور در ایران (مطالعه موردی فناوری نانو). فصلنامه توسعه تکنولوژی. سال پنجم، شماره یازدهم، بهار و تابستان ۱۳۸۶، صص ۵۱-۷۸.

References

- Aithal, P. Sreeramana, and Shubhrajyotsna Aithal. "Nanotechnology innovations and commercialization—opportunities, challenges & reasons for delay." *International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM)* ۶, no. ۶ (۲۰۱۶): ۱۵-۲۵.

- Allen, Robert H., and Ram D. Sriram. "The role of standards in innovation." *Technological Forecasting and Social Change* ۶۴, no. ۲-۳ (۲۰۰۰): ۱۷۱-۱۸۱.
- Bergek, Anna, Staffan Jacobsson, Bo Carlsson, Sven Lindmark, and Annika Rickne. "Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis." *Research policy* ۳۷, no. ۳ (۲۰۰۸): ۴۰۷-۴۲۹.
- Blind, Knut, and Stephan Gauch. "Research and standardisation in nanotechnology: evidence from Germany." *The journal of technology transfer* ۳۴, no. ۳ (۲۰۰۹): ۳۲۰-۳۴۲.
- Blind, K. "The Impact of Standardization and Standards on Innovation". Report. National Endowment for Science, (۲۰۱۳).
- Blind, Knut. "The impact of standardisation and standards on innovation." In *Handbook of innovation policy impact*. Edward Elgar Publishing, ۲۰۱۶.
- Creswell, John W. *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, ۲۰۰۲.
- Creswell, John W., and Dana L. Miller. "Determining validity in qualitative inquiry." *Theory into practice* ۳۹, no. ۳ (۲۰۰۰): ۱۲۴-۱۳۰.
- Delemarle, Aurélie. "Standardization and market framing: the case of nanotechnology." In *Handbook of innovation and standards*. Edward Elgar Publishing, ۲۰۱۷.
- De Vries, Henk J. *Standardization: A business approach to the role of national standardization organizations*. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۲.
- de Vries, Henk. "Standardisation-Enabler for nanotechnology innovation." (۲۰۱۹).
- Ehrnberg, Ellinor, and Staffan Jacobsson. "Indicators of discontinuous technological change: an exploratory study of two discontinuities in the machine tool industry." *R&D Management* ۲۷, no. ۲ (۱۹۹۷): ۱۰۷-۱۲۶.
- European Commission. *Rolling Plan for ICT Standardisation*. European Commission, Brussels, Belgium. (۲۰۱۳).
- Featherston, Charles R., Jae-Yun Ho, Laure Brévignon-Dodin, and Eoin O'Sullivan. "Mediating and catalysing innovation: A framework for anticipating the standardisation needs of emerging technologies." *Technovation* ۴۸ (۲۰۱۶): ۲۵-۴۰.
- Goluchowicz, Kerstin, and Knut Blind. "Identification of future fields of standardisation: An explorative application of the Delphi methodology." *Technological forecasting and social change* ۷۸, no. ۹ (۲۰۱۱): ۱۵۲۶-۱۵۴۱.
- Hawkins, Richard, and Knut Blind. "Introduction: unravelling the relationship between standards and innovation." In *Handbook of Innovation and Standards*. Edward Elgar Publishing, ۲۰۱۷.
- Hesser, Wilfried, and Alex Inklaar. *An introduction to standards and standardization*. Beuth, ۱۹۹۸.
- Ho, Jae-Yun, and Eoin O'Sullivan. "Evolving Roles of Standards in Technological Innovation-Evidence from Photovoltaic Technology." In *۳rd DRUID Celebration Conference*, pp. ۱۷-۱۹. ۲۰۱۳.
- Ho, Jae-Yun, and Eoin O'Sullivan. "Standardisation framework to enable complex technological innovations: The case of photovoltaic technology." *Journal of Engineering and Technology Management* ۵۰ (۲۰۱۸): ۲-۲۳.
- Hou, C. *Abridged Edition of International Standardization*. Shanghai University of Finance and Economics Press, Shanghai. (۱۹۹۶).
- ISO/IEC ۱۷۰۰۰, *Conformity assessment -- Vocabulary and general principles*.
- Jiang, Hong, Shukuan Zhao, Zuopeng Justin Zhang, and Yali Yi. "Exploring the mechanism of technology standardization and innovation using the solidification theory of binary eutectic alloy." *Technological Forecasting and Social Change* ۱۳۵ (۲۰۱۸): ۲۱۷-۲۲۸.
- Jiang, Hong, Shukuan Zhao, Siwen Zhang, and Xiaobo Xu. "The adaptive mechanism between technology standardization and technology development: An empirical study." *Technological Forecasting and Social Change* ۱۳۵ (۲۰۱۸): ۲۴۱-۲۴۸.
- Kaur, Indu Pal, Vandita Kakkar, Parneet Kaur Deol, Monika Yadav, Mandeep Singh, and Iksheta Sharma. "Issues and concerns in nanotech product development and its commercialization." *Journal of Controlled Release* ۱۹۳ (۲۰۱۴): ۵۱-۶۲.
- KET, HLG. "High-level expert group on key enabling technologies." Directorate General Enterprise and Industry, European Commission (۲۰۱۱).
- Li, C. Everyone has his shortcomings and merits. *World Stand. Qual. Manag.* (۱۹۹۴), ۶, ۲-۴.
- Li, C. Standardization and innovation of social development of the power of the source. In: *China Standardization*. ۵. (۲۰۰۴), pp. ۶۶-۷۰.
- Li, X., Han, B., Wang, Z. Study on the Relationship between Standardization and Technology Innovation. *Sci. Sci. Manage. of S&T*. (۲۰۱۰), ۱۱, ۴۰-۴۴.
- Lundvall, B.A. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers, London (۱۹۹۲).
- Metcalf, John S., and Ian Miles. "Standards, selection and variety: an evolutionary approach." *Information Economics and Policy* ۶, no. ۳-۴ (۱۹۹۴): ۲۴۳-۲۶۸.
- Framework, N. I. S. T. "Roadmap for smart grid interoperability standards." National Institute of Standards and Technology ۲۶ (۲۰۱۰).
- N. I. S. T. Framework. "Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards." NIST Special Publication ۱۱۰۸R۲ (۲۰۱۲).
- N. I. S. T. Framework. "Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards." NIST Special Publication ۱۱۰۸R۲ (۲۰۱۴).
- NSTC, CoT. "NSET." NNI Research and Development Leading to a Revolution in Technology and Industry-Supplement to the President's (۲۰۱۱): ۲۰۱۰-۰۲.

- O'Sullivan, Eoin, and Laure Brévignon-Dodin. "Role of Standardisation in support of Emerging Technologies." Cambridge: Institute for Manufacturing, University of Cambridge (۲۰۱۲).
- Roca, Jaime Bonnín, Parth Vaishnav, M. Granger Morgan, Joana Mendonça, and Erica Fuchs. "When risks cannot be seen: Regulating uncertainty in emerging technologies." *Research Policy* ۴۶, no. ۷ (۲۰۱۷): ۱۲۱۵-۱۲۳۳.
- Rotolo, Daniele, Diana Hicks, and Ben R. Martin. "What is an emerging technology?." *Research policy* ۴۴, no. ۱۰ (۲۰۱۵): ۱۸۲۷-۱۸۴۳.
- Sherif, Mostafa Hashem. "A framework for standardization in telecommunications and information technology." *IEEE Communications Magazine* ۳۹, no. ۴ (۲۰۰۱): ۹۴-۱۰۰.
- Strauss, Anselm, and Juliet Corbin. *Basics of qualitative research techniques*. Thousand oaks, CA: Sage publications, ۱۹۹۸.
- Swann, GM Peter. "The economics of standardization: An update." Report for the UK Department of Business, Innovation and Skills (BIS) (۲۰۱۰).
- Tassey, Gregory. "Standardization in technology-based markets." *Research policy* ۲۹, no. ۴-۵ (۲۰۰۰): ۵۸۷-۶۰۲.
- TESSY. *Final Report: TESSY Achievements and Future Perspectives in Synthetic Biology*. Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Karls-ruhe, Germany, (۲۰۰۸).
- Van de Ven, A. H. A community perspective on the emergence of innovations. *Journal of Engineering and Technology Management*, (۱۹۹۳), ۱۰(۱-۲), ۲۳-۵۱.
- Willetts, D. "Eight Great Technologies. The Policy Exchange." London (۲۰۱۳).
- Xie, Zongjie, Jeremy Hall, Ian P. McCarthy, Martin Skitmore, and Liyin Shen. "Standardization efforts: The relationship between knowledge dimensions, search processes and innovation outcomes." *Technovation* ۴۸ (۲۰۱۶): ۶۹-۷۸.

پی نوشت

۱. Web of Science
۲. United States Patent and Trademark Office
۳. گزارش عملکرد سند گسترش کاربرد فناوری نانو در سال ۱۳۹۷، سند ویژه توسعه فناوری نانو، بهار ۱۳۹۸.
۴. General-Purpose Technology
۵. Terminology
۶. Metrology
۷. Integrated Standardization
۸. International Organization for Standardization
۹. The EU Towards a European Strategy in Synthetic Biology
۱۰. Synthetic biology
۱۱. Additive manufacturing
۱۲. Smart grid