

## Designing a model for standardization of nanotechnology using Grounded Theory

Mojtaba Bahirae<sup>1</sup> | Manouchehr Manteghi<sup>2\*</sup> | Abbas Khamseh<sup>3</sup>

۱. PhD Candidate of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. [m.bahirae@gmail.com](mailto: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](mailto:manteghi@guest.ut.ac.ir), ۰۹۱۲۷۰۳۲۰۸۲
۳. Associate Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. [abbas.khamseh@kia.ac.ir](mailto:abbas.khamseh@kia.ac.ir)

Article Info	ABSTRACT
<p><b>Article type:</b> Research Article</p> <p><b>Article history:</b> Received: ۱۸ March ۲۰۲۱ Revised: ۱۰ June ۲۰۲۱ Accepted: ۱۶ June ۲۰۲۱</p> <p><b>Keywords:</b> Standardization, Nanotechnology, Technology Standardization, Grounded Theory, Emerging technology.</p>	<p><b>Objective:</b> 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><b>Methodology:</b> 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><b>Conclusion:</b> 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><b>Originality:</b> 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*, ۰۴ (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<sup>۱</sup> | منوچهر منطقی\*<sup>۲</sup> | عباس خمسه<sup>۳</sup>

## چکیده

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

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

روش شناسی: این پژوهش از نظر هدف یک پژوهش کاربردی بوده که با رویکرد کیفی و رهیافت نظریه‌پردازی داده بنیاد انجام شده است. جامعه آماری این پژوهش خبرگان و مدیران در سطح کلان و بنگاه بوده و از نمونه گیری هدفمند استفاده شده است. داده های کیفی گردآوری شده با استفاده از نرم افزار MAXQDA<sup>۱۸</sup> 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

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

<sup>۲</sup> 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

<sup>۳</sup> دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. abbas.khamseh@kia.ac.ir

فناوری نانو به عنوان یک فناوری درحال 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 (HLG KET, ۲۰۱۱; NSTC, ۲۰۱۱; Willetts, ۲۰۱۳). همچنین، درکی روزافزون از نقش و اهمیت استانداردسازی در نوآوری فناورانه 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 Jacobsson, ۱۹۹۷; Tassej, ۲۰۰۰; Bergej et al., ۲۰۰۸; Swann, ۲۰۱۰).

امروزه، استانداردسازی به مثابه مجرای 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 درحال ظهور محسوب می شوند. استانداردها می توانند قواعد بازی بازارهای آینده را برای توسعه و پذیرش فناوری های درحال 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 (NIST, ۲۰۱۰, ۲۰۱۲, ۲۰۱۴; European Commission, ۲۰۱۳; Featherston and et al., ۲۰۱۶). 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) 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<sup>۲</sup> 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، درحالی 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<sup>۳</sup>. 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) چالش‌های توسعه و تجاری‌سازی محصولات دارای فناوری نانو را به چندین دسته تقسیم‌بندی کرده‌اند. آن‌ها نبود چارچوب تنظیم‌گری کافی و مناسب، چالش‌های مشخصه‌یابی و کنترل کیفیت، و مسائل ایمنی را از چالش‌های 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 و ایمنی را از مسائل عمده در این زمینه ذکر می‌کنند (Aithal and Aithal, ۲۰۱۶).

## ۱. مروریات

### ۱-۱. فناوری نانو و ویژگی‌های آن

فناوری نانو به عنوان یکی از فناوری‌های درحال 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، ۲- که فقط در یک صنعت خاص کاربرد ندارد و از کاربردی فراگیر در دامنه وسیعی از بخش‌ها و صنایع برخوردار است، ۳- یک پدیده جهانی، توسعه این فناوری به عنوان یک پدیده جهانی مرزهای علم و فناوری‌های گذشته را درهم نوردیده است و کنش‌گران آن نمی‌توانند فقط در سطح ملی بازی کنند. ۴- دارای عدم قطعیت‌های علمی و اجتماعی، این عدم قطعیت‌ها از طریق تأثیر روی سلامتی و محیط‌زیست 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.

### ۱-۲. فرایند استانداردسازی

Hesser and Inklaar (۱۹۹۸) از میانی 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 به ندرت بر این تفاوت تأکید می‌شود. برای مثال Tasse (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 (Tasse, 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 (Hawkins and Xie and et al., ۲۰۱۶; De Veries, ۱۹۹۹; Blind, ۲۰۱۷).

از سوی دیگر، هنگامی که از "استانداردسازی یکپارچه" 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 درحال توسعه کاربرد دارد. یکی از دلایل این امر، به‌کارگیری گسترده برنامه‌ریزی توسعه ملی و مرکزی در چنین 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" (Jiang and et al., ۱۹۹۶; Hou, 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، درواقع 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 می‌کنند. استانداردها همچنین نوآوری را به‌طور غیرمستقیم تحریک می‌کنند، زیرا آن‌ها موجب افزایش رقابت‌پذیری جهانی می‌شوند که در نتیجه‌ی 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

پایه سازی و اجرای نوآوری فناورانه است و آن را تضمین می کند (Li, ۲۰۰۴). (Li and et al. (۲۰۱۰). همچنین تصریح می کنند که استانداردسازی فناوری مبنای نوآوری فناوری است و اشاره می کنند که می تواند جهت آن را نیز تعیین کند.

## ۲. پیشینه پژوهش

نقش استانداردسازی و استاندارد در پژوهش و توسعه برای اولین بار در پروژه "یکپارچه سازی پژوهش و استانداردسازی" به طور جامع توسط (Blind and Gauch (۲۰۰۹ بررسی شده است. مدل مفهومی آن ها از نقش استانداردها در مراحل مختلف فرایند پژوهش و نوآوری، نه تنها در حوزه فناوری نانو بلکه در تمامی حوزه های پژوهش و توسعه قابل تأیید می باشد.

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) ۹ توجه ویژه ای به موضوعات و چالش های مرتبط با زمان بندی استانداردسازی می کند و چهار مرحله ای متوالی استانداردسازی را به عنوان بخشی از مقررات مشخص می کند (TESSY, ۲۰۰۸).

(O'sullivan and Brevingnon-Dodin (۲۰۱۲، برخی از رویکردهای بین المللی را به منظور پشتیبانی از استانداردسازی در فناوری های نوظهور در نظام ملی نوآوری ایالات متحده و آلمان، تحلیل کرده اند.

اقدامات بالا ارزش ملاحظات مختلف را در زمان پیش بینی نیازهای استانداردسازی نشان می دهد. با این حال، هیچ یک از مطالعات به طور کامل و به طور نظام مند تمامی این ملاحظات را بررسی نمی کند.

(Featherston and et al. (۲۰۱۶ با مطالعه موردی فناوری های زیست شناسی مصنوعی، ساخت افزودنی و شبکه هوشمند، چارچوبی برای پیش بینی نیازهای استانداردسازی در فناوری های درحال ظهور ارائه می کنند. آن ها در پژوهش خود با بهره گیری از ره نگاشت فناوری توانستند هماهنگی و توالی فعالیت های نوآوری را در طول زمان با ملاحظات راهبردی استانداردسازی ترکیب کنند.

(Ho and O' Sullivan (۲۰۱۸ نیز چارچوبی برای پیش بینی و تحلیل نظام مند و جامع از چگونگی پشتیبانی استانداردسازی از نوآوری با مطالعه موردی فناوری فتوولتائیک ارائه می کنند. چارچوب پیشنهادی آن ها ابعاد بیش تری از استانداردسازی را دربر می گیرد 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 می شوند و برهم کنش ها و رابطه بین فرایند استانداردسازی و نوآوری را بررسی نمی کنند.

## ۳. شکاف تحقیق و تعریف مسئله

یکی از مسائل عمده بر سر راه تولید و تجاری سازی محصولات نانویی در ایران، نبود یک سازمان یا نهاد متولی جهت استانداردسازی و اخذ مجوز برای این محصولات ذکر شده است (طباطبائی و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به اهمیت موضوع استانداردسازی فناوری نانو برای توسعه و تجاری سازی این فناوری، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به عنوان متولی رسمی توسعه فناوری نانو در کشور، از همان سال های 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 فعالیت ها و عملکرد ستاد نانو در حوزه های مختلف استانداردسازی نسبت به سایر فناوری ها به ویژه فناوری های نوظهور در کشور چشم گیر

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

بوده است، اما هنوز خلأ وجود مدلی جامع و نظام مند برای استانداردسازی فناوری نانو در کشور وجود دارد. مدلی که بتواند با در نظر گرفتن ویژگی های فناوری نانو، با شناسایی مسائل، نیازها، اولویت ها و چالش های استانداردسازی فناوری نانو، راهکارهای سیاستی ارائه بدهد. از سوی دیگر، بررسی ادبیات نشان می دهد که چارچوب ها و مدل های مختلفی برای تحلیل های نظام مند در پاسخ به این پرسش که استانداردسازی چگونه از نوآوری پشتیبانی می کند، وجود دارند به عنوان مثال (Blind and Gauch, ۲۰۰۹; Sherif, ۲۰۰۱; Tassey, ۲۰۰۰; Ho and O' Sullivan, ۲۰۱۸)، اما تاکنون مدل مشخصی به منظور تعریف و تبیین ابعاد و مولفه های استانداردسازی در فناوری های نوظهور توسعه نیافته است. در ایران نیز تاکنون مطالعه ای در این زمینه انجام نشده است.

جدول ۱ چارچوب های موجود برای استانداردسازی فناوری های نوظهور را نشان می دهد. در هیچ یک از مدل ها و چارچوب های موجود در جدول ۱ فرایند استانداردسازی با رویکردی همه جانبه (آن چنان 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 می شود مدلی برای استانداردسازی فناوری های نوظهور با تمرکز بر فناوری نانو ارائه شود. در این پژوهش به دنبال این هستیم که با توجه به چالش های اشاره شده در حوزه استانداردسازی فناوری های نوظهور در سطح ملی و بین المللی، با استفاده از رویکرد کیفی و نظریه پردازی داده بنیاد، ضمن طراحی و تبیین ابعاد و مولفه های استانداردسازی فناوری نانو، به شناسایی علل و عوامل، زمینه ها و راهبردهای استانداردسازی این فناوری بپردازیم. همچنین، به این پرسش اصلی نیز پاسخ می دهیم، که قضایای تئوریک حاکم بر استانداردسازی فناوری نانو در کشور کدام است.

**جدول (۱): تمرکز تحلیل ها و موضوعات مختلف بررسی شده در مدل ها و چارچوب های موجود استانداردسازی فناوری نوظهور**

مراجع	Sherif (۲۰۰۱)	Blind and Gauch (۲۰۰۹)	Featherston and et al. (۲۰۱۶)	Ho and O' Sullivan (۲۰۱۸)
تمرکز تحلیل ها	چرخه عمر فناوری	فرایندهای پژوهش و نوآوری	پیش بینی نیازهای استانداردسازی در نوآوری فناوری های نوظهور به عنوان ابزاری برای آینده نگاری راهبردی	پیش بینی نیازهای استانداردسازی و یکپارچه کردن ابعاد استانداردسازی در حمایت از نوآوری های فناورانه پیچیده به عنوان ابزاری برای آینده نگاری راهبردی
فناوری مورد مطالعه	فناوری اطلاعات و ارتباطات	فناوری نانو	زیست شناسی مصنوعی <sup>۱۱</sup> ، ساخت افزودنی <sup>۱۲</sup> و شبکه هوشمند <sup>۱۳</sup>	انرژی فوتولتائیک
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، 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"> <li>مدل فقط با تمرکز بر بافتار فناوری ارتباطات و اطلاعات توسعه یافته است.</li> <li>تأکید مدل بیش تر بر زمان بندی استانداردسازی است.</li> <li>فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هر چند تمرکز بر بافتار فناوری نانو بوده، اما با تأکید بر فرایند تحقیق و توسعه انجام شده است.</li> <li>تأکید بیش تر بر مطالعه کارکردی گونه های استانداردها در فرایند تحقیق و توسعه و نوآوری است.</li> <li>فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تمرکز مطالعه روی سه فناوری نوظهور زیست شناسی مصنوعی، ساخت افزودنی و شبکه هوشمند است.</li> <li>مدل بیش تر با هدف ارائه یک ابزار آینده نگاری راهبردی در زمینه استانداردسازی توسعه یافته است.</li> <li>فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تمرکز مطالعه روی فناوری فوتولتائیک است.</li> <li>مدل بیش تر با هدف ارائه یک ابزار آینده نگاری راهبردی در زمینه استانداردسازی توسعه یافته است.</li> <li>فرایند استانداردسازی فناوری مورد توجه نبوده است.</li> </ul>

## 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 می‌پردازد (Creswell, ۲۰۰۲). ایده اصلی در نظریه داده بنیاد، این است که نظریه پردازی از داده‌های در دسترس انجام نمی‌شود بلکه براساس داده‌های حاصل از مشارکت کنندگان در فرایند پژوهش مفهوم سازی می‌شود (Strauss and Corbin, ۱۹۹۸). استفاده از این راهبرد در پژوهش حاضر با توجه به نبود مدل یا چارچوبی مدون برای استانداردسازی فناوری‌های نوظهور در کشور صورت گرفته است. طبق طرح (Strauss & Corbin, ۱۹۹۸)، به منظور تحلیل داده‌های 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<sup>۱۸</sup> ایجاد می‌شود.

#### ۴-۱. روش گردآوری و تفسیر داده‌ها

در ابتدا، داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه‌های عمیق و نیمه ساختاریافته با خبرگان در دو سطح کلان و بنگاه گردآوری شد. با توجه به این که بیش تر خبرگان و مصاحبه شونده‌گان 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 بین‌المللی دارند، انجام شد. تعداد ۴ مصاحبه نیز با مدیران کنترل و تضمین کیفیت در سطح بنگاه و شرکت‌های دانش بنیان قوی در حوزه نانو صورت گرفت که بیش تر آن‌ها به واسطه حجم فروش در استانداردسازی ملی مشارکت زیادی داشتند. مدت زمان مصاحبه‌ها به طور متوسط بین ۶۰ تا ۹۰ دقیقه به طول انجامید.

نمونه‌گیری به صورت نظری یا هدف مند انجام شد که این نوع نمونه‌گیری به پژوهش‌گر در خلق یا کشف نظریه یا مفاهیمی که ارتباط نظری آن‌ها با نظریه در حال تکوین به اثبات رسیده است، کمک می‌کند (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۴). به منظور تدوین پرسش‌ها و پروتکل مصاحبه از مفاهیم استخراج شده از مرور ادبیات و مبانی نظری موجود استفاده شد. ولی پرسش‌ها به صورت باز و کلی مطرح شدند، به این صورت که روند مصاحبه تا حدودی با تکیه بر پرسش‌ها و تعاملات صورت گرفته بین پژوهش‌گر و مصاحبه شونده حین مصاحبه پیش رفت. راهنمای نمونه‌گیری نظری، نیز پرسش‌ها و مقایسه‌هایی بودند که حین تحلیل متون مصاحبه‌ها با خبرگان انجام می‌شد و موجب کشف و بروز مقوله‌ها و مفاهیم آن می‌شدند. نمونه‌گیری نظری و مصاحبه تا رسیدن مقوله‌ها به اشباع نظری ادامه یافت. اشباع نظری مرحله‌ای است که در آن داده‌های جدیدی در ارتباط با مقوله خلق نمی‌شوند، مفاهیم و مقوله‌ها گسترش یافته و روابط بین آن‌ها ایجاد و تأیید می‌شوند (Strauss & Corbin, ۱۹۹۸). اشباع نظری در این پژوهش با انجام ۱۰ مصاحبه حاصل شد. ترکیب مصاحبه شونده‌گان در جدول ۲ آمده است.

جدول (۲): ترکیب و اطلاعات مصاحبه شونده‌گان

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 سیاست‌گذاری در فناوری نانو	۲۱
۴	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	کارشناسی ارشد	کارشناس استانداردسازی و ترویج	۱۶
۵	بهران فیلتر	دانشجوی دکتری	مدیر تحقیق و توسعه	۱۶
۶	بسپار پیشرفته شریف	دکتری	مدیرعامل 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

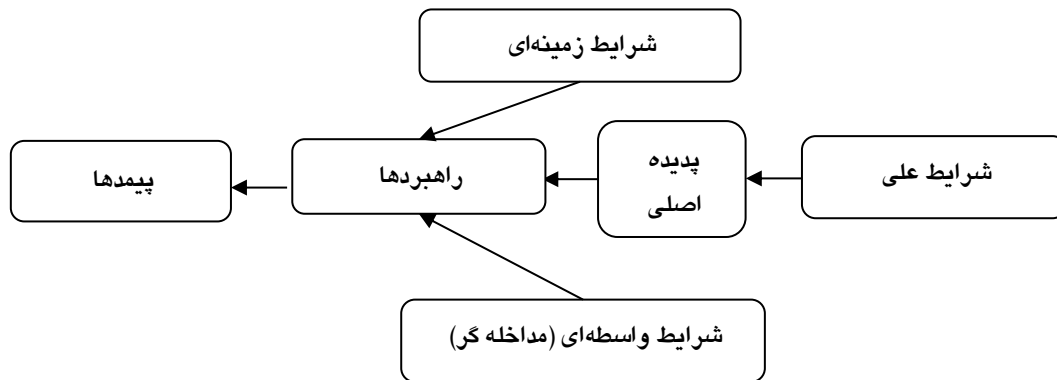


طراحی مدلی برای استانداردسازی فناوری نانو با استفاده از نظریه پردازی داده بنیاد

ردیف	سازمان/شرکت	سطح تحصیلات	سمت سازمانی	سابقه خدمت (سال)
۹	سنجه گستران کیفیت کارکیا	دکتری	مدیرعامل، 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 اشتراووس و کوربین) استفاده شده است. از این رو، چارچوب مورد استفاده نیز براساس 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.



شکل (۱): چارچوب پژوهش (مبتنی بر (Strauss & Corbin (۱۹۹۸)

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 بسترساز خاص موثر بر راهبردها)، شرایط مداخله گر (شرایط بسترساز عام در راهبردها) و پیامدها (نتایج به کار بردن 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 استانداردسازی و فناوری نانو و همچنین با استفاده از نظر خبرگان، مقوله‌های انتخابی بیش‌ترین ارتباط را با داده‌ها و کدها داشتند. در ادامه، هر مقوله به‌روشنی توصیف و ویژگی‌های آن تعیین و در قالب جدولی ارائه شد. در جدول ۳، نمونه‌ای از کدهای اولیه استخراج شده 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 استاندارد 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 استانداردسازی 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 استانداردسازی
۳	اگر قرار باشد تکلیف شرکتهای ما را در حوزه نانو که ما در آنجا تمرکز و توانی داریم. دیگران تعیین کنند، 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 فی مابین وجود داشت.	استاندارد به معنای تسلط بر بازار استاندارد توافق بین فروشنده و خریدار
۴	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.	توجه به ترویج دانش برنامه‌های استانداردسازی در زمینه ایمنی نانو
۵	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 خواهم داشت. انعکاس این امر در تعداد استانداردهای بین‌المللی است که آمار آن بسیار پایین است.	مسئولیت‌پذیر نبودن سازمان ملی استاندارد استانداردسازی 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، استانداردسازی فناوری نانو است. پژوهش‌گران و صاحب‌نظران استانداردسازی هر یک نظرات متفاوتی در خصوص مراحل فرایند استانداردسازی دارند. در این پژوهش، رویکرد یکپارچه به استانداردسازی 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 کرده‌است) 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 نخواهد شد و اسناد و مدارک این کار را به من نشان داد مبنی بر اینکه ریز به ریز کلیه آیت‌های این 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 17000). 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 گنجانند." 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.

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

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

پدیده اصلی	کد محوری	نمونه کدهای باز
تدوین استاندارد و مشخصه - یابی	تدوین استاندارد محصولی با همکاری ذینفعان، تغییر نگرش از ترجمه به تدوین استاندارد، تدوین استاندارد توسط مصرف‌کننده و تولیدکننده، توجه به ویژگی خاص فناوری نوظهور	
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 نوظهور، دقت و صحت آزمایشگاه‌های داخلی برای نوظهورها، اهمیت اندازه‌شناسی در اثبات فناوری نوظهور

۲-۲-۶. 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 نوظهور
رقابت‌پذیری	تدوین استاندارد یعنی محدود کردن رقبای، 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 نوظهور 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 نوظهور، جنبه‌های ایمنی و امنیت کاربران فناوری‌های نوظهور، اخذ گواهی‌نامه و نشان تضمین رعایت حقوق مصرف‌کننده
توسعه صنعتی	نظام استانداردسازی به عنوان برند و پشتوانه صنعتی، استانداردسازی پیش‌نیاز توسعه صنعتی، استانداردسازی پیش‌نیاز صنعتی‌سازی، استانداردسازی معیار صنعتی شدن
کسب دانش و اطلاعات	نشست اطلاعات فناوری نوظهور از طریق استانداردها، کارکرد اطلاعاتی استانداردها، انتقال دانش فنی از طریق استانداردسازی، ارائه اطلاعات فناوری نوظهور از طریق انتشار استانداردها

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

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

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 تحت تأثیر 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

کد محوری	نمونه کدهای باز
دیپلماسی استانداردسازی	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
جلب مشارکت بخش خصوصی	متولی بودن بخش خصوصی در استانداردسازی محصول، ضرورت سرگروهی شرکت خصوصی برای تدوین استاندارد ملی، لزوم مشارکت بخش خصوصی در تدوین استانداردها برای پایبندی
توسعه استانداردسازی شرکتی	استانداردهای شرکتی فناوری نوظهور و نانو، استانداردهای شرکتی نقطه تمایز شرکت‌ها، تدوین استاندارد شرکتی، استانداردسازی شرکتی مقدمه استاندارد ملی و بین‌المللی، استانداردسازی شرکتی مختص تولیدکننده
صادرات‌محور کردن سیاست‌های استانداردسازی	طرح‌ریزی نظام استانداردسازی با رویکرد صادرات، تفکیک محصولات صادراتی از غیرصادراتی کشور، طراحی و تولید فناوری نوظهور با رویکرد صادرات، سیاست‌گذاری استانداردسازی با محوریت صادرات
استانداردسازی در چرخه عمر فناوری	ترویج استانداردها از مرحله توسعه فناوری‌ها، توجه استانداردسازی به پژوهش و نوآوری، نقش استانداردها در تحقیق و توسعه فناوری نوظهور، استانداردسازی همزمان با مراحل توسعه فناوری نانو
توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی اندازه‌شناسی نانو	استانداردسازی آزمایشگاه‌ها یک پیش‌نیاز، ضعف در کالیبراسیون تجهیزات، توجه همزمان به نظام اندازه‌شناسی و کالیبراسیون، زیرساخت‌های اندازه‌گیری و آزمایشگاهی ضرورت فناوری نوظهور
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.

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

### 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 اطلاع‌رسانی به ذی‌نفعان در رابطه با عمل به استاندارد، لزوم ترویج فواید استانداردسازی برای ذینفعان ضرورت وجود نظام استانداردسازی موثر برای ارزیابی، سازوکار بررسی اثربخشی نظام استانداردسازی، نقش نظام استانداردسازی در توسعه	ترویج و فرهنگ‌سازی نظام ملی استانداردسازی منعطف و اثربخش
ضرورت ارائه یک الگو، تدوین سند نانومتولوژی، تدوین نظام استانداردسازی و نقشه راه کشور، ضرورت وجود نقشه راه، فناوری نوظهور و مقررات و استانداردها، ارائه مدل استانداردسازی از لایه‌های بالا	مستندات سیاستی و مقررات نیروی انسانی
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 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). براین 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
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 شرکت‌های داخلی با محصولات بی کیفیت خارجی	شرایط رقابتی

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

کد محوری	نمونه کدهای باز
شرایط سیاسی	تصویب یک استاندارد و جنبه سیاسی آن، جایگاه استانداردسازی در نظام سیاسی کشور، اهمیت مسائل غیرفنی در صحنه بین‌المللی استانداردسازی، سایه انداختن تفکر سیاسی بر سیاست‌های استانداردسازی
شرایط صنعتی و اقتصادی	رابطه متقابل نظام استانداردسازی با سیاست صنعتی و سیاست اقتصادی، استانداردسازی و سیاست های بازار و اقتصاد، یکپارچگی سیاست‌های اقتصادی و صنعتی، جنبه اقتصادی استانداردها بین‌ذی‌نفعان
هزینه و زمان توسعه استانداردهای فناوری نانو	عمر فناوری نوظهور و سرعت استانداردسازی، هزینه‌های بالای اخذ گواهی از مراجع بین‌المللی، هزینه‌های بالا و بدون حمایت مانع توسعه فناوری نانو، نداشتن توان مالی شرکت برای تجهیز آزمایشگاه خود

### ۶-۲-۶. پیامدها

پیامدها، مجموعه نتایج بالفعل/ بالقوه یا ملموس/ ناملموسی هستند (سیم‌خواه و فیضی، ۱۳۹۳) که از راهبردهای مورد استفاده برای استانداردسازی فناوری نانو حاصل می‌شوند. پیامدها را اصولاً نمی‌توان پیش‌بینی کرد و لزوماً همان مواردی که افراد قصد آن را داشته‌اند، 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

کد محوری	نمونه کدهای باز
افزایش سهم بازار	انگیزه استانداردسازی برای سهم بازار بیشتر، استانداردسازی موجب افزایش سهم بازار، تبدیل استاندارد ملی به بین‌المللی برای سهم بازار، استاندارد محصول و سهم بیش‌تر بازار، ارتباط بین سهم بازار و استانداردسازی
افزایش حجم تولید و تقاضا	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
برندسازی در نانو	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
افزایش کیفیت و ایمنی	استانداردسازی و افزایش کیفیت و ایمنی، جنبه‌هایی ایمنی کاربران فناوری‌های نوظهور، استاندارد برای محافظت مردم در برابر خواص فناوری نانو، کارکرد افزایش ایمنی و کیفیت استانداردها، استانداردهای کیفیت و ایمنی
خلق ثروت و مزیت اقتصادی	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 شرکت‌ها
پیشگامی در فناوری نانو	پیشگامی در فناوری نوظهور و نفوذ بیش‌تر در سازمان‌های بین‌المللی، پیشگامی در فناوری نانو و صادرات محصول، تدوین استاندارد زمینه پیشگامی در عرصه ملی و بین‌المللی، استانداردسازی سازوکار پیشگامی در فناوری نوظهور
جلب اعتماد عمومی	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
کاهش ریسک و عدم قطعیت فناوری نانو	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
انتشار نوآوری	اجماع در تدوین استاندارد زمینه ساز 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

### ۳-۶. مرحله سوم: کدگذاری گزینشی

کدگذاری گزینشی دو مرحله کدگذاری پیشین را با یکپارچه سازی و پالایش مقوله ها در چارچوبی نظری تکمیل می کند. در یکپارچه سازی، مقوله ها حول پدیده اصلی یا محوری سازمان دهی می شوند. مقوله اصلی یا پدیده محوری به عنوان بدنه اصلی چارچوب نظری مطرح است و سایر مقوله ها با استفاده از جملات و عبارات تشریحی به آن ربط داده می شوند (سیمخواه و فیضی، ۱۳۹۳). مهم ترین گام در مرحله کدگذاری گزینشی، ترسیم کدهای منتخب ناشی از مقولات علی، محوری، راهبردی، پیامدی و زمینه ای است. جدول ۱۰، الگوی کدگذاری گزینشی منتج از کدگذاری محوری را در این پژوهش نشان می دهد.

جدول (۱۰): کدگذاری گزینشی و تدوین و توصیف مقوله ها

ردیف	کدهای محوری	مقوله های گزینشی یا منتخب	نوع متغیر
۱	پذیرش و توسعه بازار تضمین کیفیت و ایمنی رقابت پذیری تعامل پذیری حمایت از حقوق مصرف کننده توسعه صنعتی کسب دانش و اطلاعات سرمایه گذاری در فناوری	پیشران های استانداردسازی فناوری نانو	علی
۲	تدوین استاندارد و مشخصه یابی استقرار و پیاده سازی استاندارد ارزیابی انطباق و صدور گواهی نامه یا اعطای نشان استاندارد اندازه شناسی 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 صادرات محور کردن سیاست های استانداردسازی استانداردسازی در چرخه عمر فناوری توسعه زیرساخت های آزمایشگاهی اندازه شناسی نانو پژوهش و توسعه توسعه استانداردسازی در فناوری نانو سیاست گذاری صحیح دولت کنترل و تضمین کیفیت محصولات نانو	سازوکارهای استانداردسازی فناوری نانو	راهبردها
۴	ترویج و فرهنگ سازی نظام ملی استانداردسازی منعطف و اثربخش مستندات سیاستی و مقررات در حوزه نانو نیروی انسانی	پیش نیازهای استانداردسازی فناوری نانو	زمینه ای

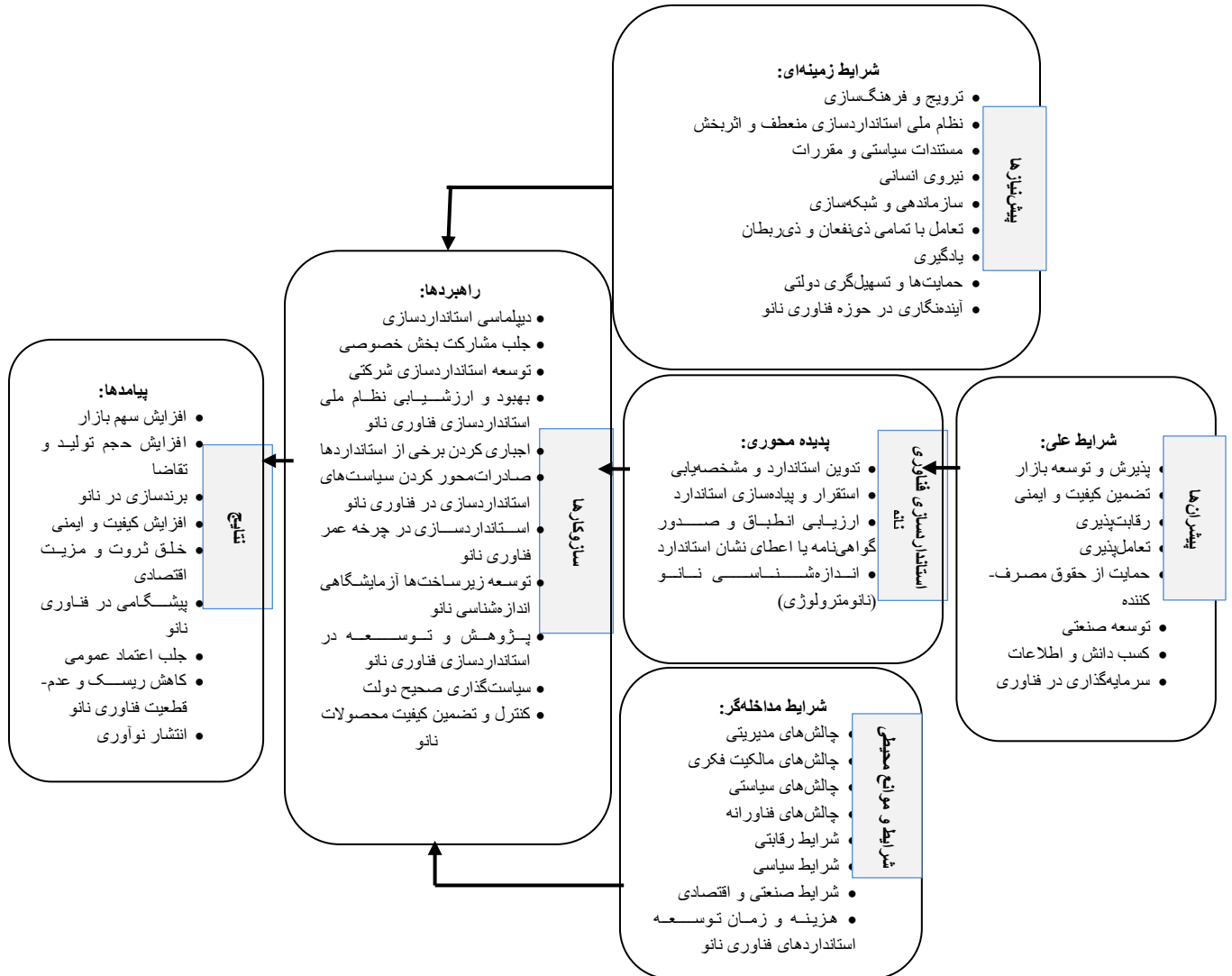


طراحی مدلی برای استانداردسازی فناوری نانو با استفاده از نظریه پردازی داده بنیاد

نوع متغیر	مقوله های گزینشی یا منتخب	کدهای محوری	ردیف
		سازماندهی و شبکه سازی تعامل با تمامی ذی نفعان و ذی ربطان یادگیری حمایت ها و تسهیلگری دولتی آینده نگاری	
مداخله گر	شرایط و موانع محیطی	چالش های مدیریتی چالش های مالکیت فکری چالش های سیاستی چالش های فناورانه رقابتی سیاسی صنعتی و اقتصادی هزینه و زمان توسعه استانداردهای فناوری نانو	۵
پیامدها	نتایج استانداردسازی 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	۶

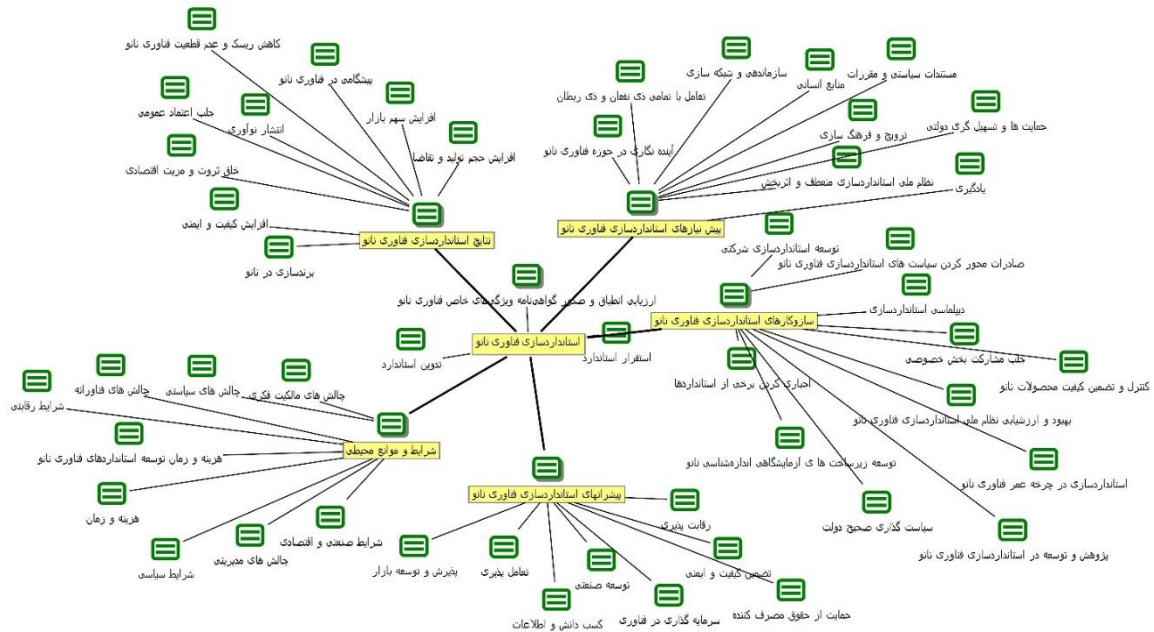
در نهایت، در این مرحله از نتایج داده های کیفی، مدل پارادایمی تدوین شده است. شکل ۲، مدل پارادایمی حاصل از کدگذاری و شکل ۳، مدل

استانداردسازی فناوری نانو را به صورت خروجی نرم افزار MAXQDA ۱۸ نشان می دهد.



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

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



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 (Rotolo and et al., ۲۰۱۵; Delemarle, 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 نظریه پردازی داده بنیاد انجام شد تا به سیاست گزاران، مدیران صنایع و افرادی که در زمینه استانداردسازی به ویژه فناوری نانو اشتغال دارند، در تصمیم گیری ها و تصمیم سازی ها یاری رساند. بدین منظور، از متون مصاحبه ها و مستندات بررسی شده در نرم افزار 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 دسته بندی شد. براساس نتایج این پژوهش و فرایند کدگذاری انتخابی، قضایا (گزاره ها) به شرح زیر تدوین شده است. این گزاره ها روابط بین مقوله ها را تعیین می کنند.

قضیه ۱: مشخصه یابی و تدوین استاندارد، استقرار و پیاده سازی استاندارد، ارزیابی انطباق و صدور گواهی نامه و اندازه شناسی نانو (نانومترولوژی) مراحل تبیین کننده مقوله محوری این پژوهش یعنی استانداردسازی فناوری نانو می باشند.

قضیه ۲: پیشران های استانداردسازی فناوری نانو شامل پذیرش و توسعه بازار، تضمین کیفیت و ایمنی، رقابت پذیری، تعامل پذیری، حمایت از حقوق مصرف کننده، توسعه صنعتی، کسب دانش و اطلاعات و سرمایه گذاری در فناوری به عنوان شرایط علی پدیده محوری بوده و استانداردسازی فناوری نانو تحت تأثیر این عوامل می باشد.

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، صادرات محور کردن سیاست های استانداردسازی در فناوری نانو، استانداردسازی در چرخه عمر فناوری، توسعه زیرساخت ها آزمایشگاهی اندازه شناسی، پژوهش و توسعه در استانداردسازی فناوری، سیاست گذاری صحیح دولت، و کنترل و تضمین کیفیت محصولات نانو به عنوان راهبردهای اساسی در استانداردسازی فناوری نانو محسوب می شوند.

قضیه ۴: پیش نیازهای استانداردسازی فناوری نانو شامل ترویج و فرهنگ سازی، نظام ملی استانداردسازی منعطف و اثربخش، مستندات سیاستی و مقررات، نیروی انسانی، سازماندهی و شبکه سازی، تعامل با تمامی ذی نفعان و ذی ربطان، یادگیری، حمایت ها و تسهیلگری دولتی، و آینده نگاری در حوزه فناوری نانو به عنوان عوامل بسترساز موثر بر استانداردسازی فناوری نانو هستند.

قضیه ۵: شرایط و موانع محیطی چون چالش های مدیریتی، چالش های مالکیت فکری، چالش های سیاستی، چالش های فناورانه، شرایط رقابتی، شرایط سیاسی، شرایط صنعتی و اقتصادی، و هزینه و زمان توسعه استانداردهای فناوری نانو به عنوان شرایط مداخله گر بر استانداردسازی فناوری نانو تأثیر گذاشته و آن را تسهیل یا تحدید می نمایند.

قضیه ۶: براساس راهبردها و سازوکارهای تعریف شده و همچنین، عوامل زمینه ای و شرایط مداخله گری که روی راهبردها تأثیرگذار هستند، پیامدها و نتایج استانداردسازی فناوری نانو حاصل می شود. 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 پژوهش ها، چارچوب ها و مدل های مطرح شده در زمینه استانداردسازی فناوری نانو 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 مدل ها، بر فرایند استانداردسازی فناوری بوده، دوم با مطالعه موردی فناوری نانو به توسعه مدل استانداردسازی اختصاصی آن پرداخته است. هر یک از این مدل ها به جنبه هایی خاص از استانداردسازی فناوری پرداخته اند. به عنوان 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،

Ho and O' Sullivan (۲۰۱۸) نیز به عنوان چارچوبی جامع و نظام مند با هدف توسعه ابزاری در زمینه آینده نگاری 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 در مقایسه 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 فناوری‌های نوظهور با تمرکز بر فناوری نانو برقرار نماید.

از جمله محدودیت‌های ناظر بر این پژوهش این است که انجام این پژوهش با تمرکز بر فناوری نانو موجب کاهش تعمیم‌پذیری نتایج آن به سایر بخش‌های فناوری نوظهور می‌شود. محدودیت دیگر این است که با توجه به نوظهور بودن فناوری و به‌ویژه، کم‌سابقه بودن فعالیت‌های استانداردسازی این فناوری در کشور و تخصصی بودن موضوع، تعداد مشارکت‌کنندگانی که به‌طور همزمان مسلط به فعالیت‌های استانداردسازی و فناوری نانو باشند، محدود و اندک بود.

## پیشنهادات کاربردی

دستاوردهای این پژوهش نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران بایستی برای انتشار نوآوری و خلق مزیت‌های اقتصادی در حوزه فناوری‌های نوظهور نسبت به استانداردسازی فناوری اقدام نمایند. در این راستا، مدیران ارشد و سیاست‌گذاران 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 سیاست‌های استانداردسازی، استانداردسازی در چرخه عمر فناوری، توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی و اندازه‌شناسی، پژوهش و توسعه در استانداردسازی فناوری، سیاست‌گذاری صحیح و کنترل و تضمین کیفیت محصولات در حوزه فناوری نانو بهره‌برداری نمایند.

## تحقیقات آتی

در نهایت، با در نظر داشتن این‌که بر پایه گزاره‌های نظری استخراج شده از مدل توسعه یافته از نظریه داده بنیاد می‌توان فرضیه‌های راهبردی تدوین کرد (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۴) برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود، پژوهش‌های کمی با هدف آزمون فرضیه‌های حاصل از این پژوهش تعریف و انجام شوند. همچنین، از آن‌جا که این پژوهش با مطالعه فناوری نانو صورت گرفته، پیشنهاد می‌شود، پژوهش‌هایی نیز با تمرکز بر سایر فناوری‌های نوظهور در کشور صورت گیرد و نیز تعمیم‌پذیری مدل در سایر بخش‌های نوظهور مورد آزمون قرار گیرد. همچنین، مدل توسعه یافته در این پژوهش می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاران استانداردسازی و نوآوری به‌ویژه در فناوری نانو به کار رود.

## منابع

بحیرائی، مجتبی. محمدروضه‌سرا، 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 ای 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.
- Bergeck, 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 *۳۰th 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, Parmet Kaur Deol, Monika Yadav, Mandeep Singh, and Ikksheta 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).
- Metcalfe, 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 Bonfín, 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, Karlsruhe, 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.
- Willets, 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، ستاد 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