



RESEARCH ARTICLE

Exploring Market-Shaping Policies of Nanotechnology In Iran

Kiarash Fartash^{1*}, Parisa Navab Irani², Gholamhossain Khorshidi³

1, Assistant Professor of Management of Technology, Institute for Science and Technology Studies, Tehran, Iran

*Corresponding Author's Email: k_fartash@sbu.ac.ir

2, Master of Commercial Management Marketing, Faculty of Management and Accounting, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

Email: parisanavab1999@gmail.com

3, Professor of Business management, Faculty of Management and Accounting, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

Email: g-khorshidi@sbu.ac.ir

 <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105199>

Received: 30 July 2025
Accepted: 18 October 2025

ABSTRACT

The present study aims to develop a conceptual framework and analyze policy measures that support the market-shaping of nanotechnology in Iran. The temporal scope of the research spans from the early 2000s to 2023, while the thematic focus is on identifying and evaluating the policies that influence the market shaping of nanotechnology in Iran, as well as the key actors and factors involved. This research adopts a qualitative, descriptive approach with an applied orientation. Based on the findings, 12 policy tools have been identified as mechanisms for supporting nanotechnology market development in Iran. Despite a relatively long history of nanotechnology development and sustained policy efforts, the assessment of these market-shaping tools reveals that—except for the promotion of benefits and applications—the effectiveness of most tools ranges from moderate to low. This highlights the need for policymakers to place greater emphasis on market-shaping strategies, not only in the field of nanotechnology but also for emerging and disruptive technologies more broadly in Iran.

Keywords: Market-Shaping, Market-Shaping Policy, Nanotechnology Market-Shaping.

Citation: Keshvaridoost, Samaneh (2025). Exploring Market-Shaping Policies Of Nanotechnology In Iran. *Iranian Journal of Public Policy*, 11 (4), 56-77.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105199>

Published by University of Tehran



This Work Is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



مقاله پژوهشی

تحلیل سیاست‌های حمایت از بازاریابی فناوری نانو در ایران

کیارش فرتاش^{۱*}، پریسا نواب ایرانی^۲، غلامحسین خورشیدی^۳

۱. استادیار مدیریت تکنولوژی، پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، تهران، ایران

رایانامه نویسنده مسئول: k_fartash@sbu.ac.ir

۲. کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

رایانامه: parisanavab1999@gmail.com

۳. استاد مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

رایانامه: g-khorshidi@sbu.ac.ir



<https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105199>

تاریخ دریافت: ۸ مرداد ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۲۶ مهر ۱۴۰۴

چکیده

هدف پژوهش حاضر، ارائه چارچوب و تحلیل وضعیت سیاست‌های حمایت از بازاریابی فناوری نانو در ایران می‌باشد. قلمرو زمانی این پژوهش از ابتدای دهه ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۲ و قلمرو موضوعی آن سیاست‌های حمایت از بازاریابی فناوری نانو در ایران است. پژوهش حاضر کیفی و از حیث هدف توصیفی با جهت‌گیری کاربردی است. داده‌های اولیه از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با ۲۲ نفر از خبرگان جمع‌آوری گردید. داده‌های ثانویه مورد استفاده در این پژوهش شامل اسناد ملی فناوری نانو، گزارش‌ها و کتاب‌های مرتبط و مطالب موجود در پایگاه‌های اینترنتی ستاد نانو است. تحلیل داده‌ها از طریق تحلیل محتوای کیفی صورت پذیرفته است. براساس یافته‌ها ۱۲ ابزار سیاستی بازاریابی فناوری نانو شامل ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو، اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) و یارانه، حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، طرح‌ها و پروژه‌های توسعه محصول، توسعه زیرساخت‌های فناوری، ارائه مشوق و حمایت از تحقیق و توسعه، اهرم کردن استاندارد، تنظیم‌گری و قانون‌گذاری برای توسعه بازار و نفوذ فناوری نانو، قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای، پیش‌خرید/خرید تضمینی، اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی)، به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو و حمایت از صادرات مورد استفاده قرار گرفته است. علی‌رغم سابقه نسبتاً طولانی و تلاش مستمر سیاستی برای توسعه فناوری نانو، بر اساس ارزیابی اثربخشی ابزارهای بازاریابی، به جز ابزار ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو، اثربخشی سایر ابزارها متوسط به پایین می‌باشد که نشان دهنده لزوم توجه بیشتر سیاست‌گذاران به بازاریابی فناوری نانو به صورت خاص و بازاریابی فناوری‌های نوظهور و برافکن به صورت عام در ایران است.

واژگان کلیدی: بازاریابی، سیاست بازاریابی، بازاریابی فناوری نانو.

استناد: فرتاش، کیارش؛ نواب ایرانی، پریسا؛ خورشیدی، غلامحسین (۱۴۰۴) تحلیل سیاست‌های حمایت از بازاریابی فناوری نانو در ایران. فصلنامه سیاست‌گذاری عمومی، ۱۱ (۴)، ۵۶-۷۷.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105199>



ناشر: دانشگاه تهران

مقدمه

برپایی اقتصاد مبتنی بر دانش، توسعه فناوری‌های پیشرفته و به‌کارگیری آن‌ها، از سیاست‌های مورد توجه در بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در جهان امروز است (Cozzens et al., 2002). از طرفی رشد اقتصادی هوشمند، فراگیر و پایدار مستلزم بازاندیشی در نقش دولت و سیاست عمومی در اقتصاد است (Mazzucato and Semieniuk, 2017). براساس سیاست‌های نوآوری مأموریت‌گرا، دولت در بازارسازی برای فناوری‌های نوظهور، کاهش ریسک‌های تجاری و مالی و توسعه زیرساخت‌های توسعه بازار فناوری نقش محوری دارد (Boon et al., 2022, Mazzucato, 2016). دولت‌ها حتی در اقتصادهای سرمایه‌داری و بازارگرا نظیر آمریکا، بازیگران اصلی بازارسازی بسیاری از فناوری‌های نوظهور از قبیل اینترنت، فناوری نانو، زیست‌فناوری و... هستند (Mazzucato and Semieniuk, 2017). فناوری نانو از فناوری‌های توانمندساز کلیدی قرن بیست و یکم است. فناوری نانو، فناوری بنیادی پیشرفته و نویدبخش رشد اقتصادی و تحول در بسیاری از صنایع از جمله انرژی، ساخت و ساز، دارویی، غذایی، خودروسازی و... است. ماهیت نوظهور و بین‌رشته‌ای (شیمی، زیست‌شناسی، علم مواد، پزشکی و...) فناوری نانو، جنبه دیگر اهمیت این فناوری است (Lipsey et al., 2005). در حال حاضر حدود ۸۰ کشور برنامه‌های ملی فناوری نانو منسجمی را پیگیری می‌نمایند (Roco, 2023). این برنامه‌های حمایتی صرفاً محدود به تأمین مالی تحقیقات پایه نیست، بلکه ابعاد مختلف توسعه بازار فناوری را نیز شامل می‌شود (NSTC, 2021). ایران با ورود به موقع و تقریباً هم‌زمان با کشورهای پیشرو نظیر آمریکا به عرصه فناوری نانو تجارب ارزشمند و پیشرفتی چشمگیر در این حوزه داشته است (Kazemi Azar, 2019). با وجود این که ایران جزو کشورهای برتر در زمینه چاپ مقالات علمی مرتبط با فناوری نانو در مجلات معتبر علمی است^۱ اما از لحاظ توسعه بازار محصولات و به‌کارگیری این فناوری علی‌الخصوص در بخش صنعتی، با موانع و چالش‌هایی مواجه است (NDC, 2022a). با وجود مقالات متعدد در خصوص توسعه فناوری نانو در ایران (Mohammadi et al., 2013; Kazemi, 2019; Ahmadvand et al., 2018; Azar, 2019)، پژوهش‌های پیشین به طور اختصاصی نقش نهادهای دولتی در بازارسازی فناوری نانو را بررسی نکرده‌اند. از این رو پژوهش حاضر با هدف ارائه چارچوب و تحلیل سیاست‌های حمایت از بازارسازی فناوری نانو در ایران انجام شده است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

براساس مقالات متعدد ماریانا مازوکاتو^۲ که نویسنده پراستنادی در این حوزه است، منظور از بازارسازی در این پژوهش، فرآیند ایجاد و تثبیت بازار به ویژه در حوزه فناوری‌های نوظهور توسط دولت است (Mazzucato, 2024, 2016). بازارسازی شامل ایجاد تقاضا برای محصولات یا خدمات نوآورانه به شیوه‌های گوناگون از جمله خریدهای دولتی، اعطای یارانه‌ها و مشوق‌های مستقیم و غیر مستقیم به کاربران، آگاه‌سازی عموم جامعه از مزایای فناوری، کاهش ریسک‌های تجاری و مالی توسعه‌دهندگان فناوری و در عین حال ایجاد یک چارچوب نظارتی و نهادی حمایتی با اعمال استانداردها و سیاست‌های تنظیم‌گری و صنعتی متناسب است (Boon and Edler, 2018).

1. Mission-oriented innovation policy

2. Enabling technology

۳. قابل دسترسی در www.statnano.com/report/s132 (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

4. Nanotechnology Development Council (NDC)

5. Mariana Mazzucato

ابزارهای سیاستی حمایت از بازارسازی فناوری نانو

در این بخش ابتدا هر یک از ابزارهای سیاستی تعریف می‌شود. در ادامه مثال‌هایی از به‌کارگیری هر یک از این ابزارها در ایران و سایر کشورها برای فناوری نانو تشریح می‌شود.

ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو در جامعه، شرکت‌های بزرگ و سرمایه‌گذاران: یکی از پرکاربردترین سیاست‌ها در راستای افزایش تقاضا برای محصولات نوآورانه، ارائه اطلاعات کافی در خصوص مزایای آن‌هاست. بخش عمومی از طریق رویدادها و کمپین‌های اطلاعاتی و آگاهی‌بخش مانند کنفرانس‌ها، کارگاه‌ها و سمینارها اقدام به تبلیغ و حمایت از فناوری‌های نوظهور در سطح جامعه می‌نماید (Lember et al., 2013). در این راستا، براساس برنامه مشارکت عمومی فناوری نانو، توسط آژانس پیشرفت علم و فناوری آفریقای جنوبی از سال ۲۰۰۸ طراحی و اجرا شده‌است. هدف این برنامه، افزایش آگاهی عمومی و همچنین آگاهی‌بخشی سیاست‌گذاران و ذینفعان در صنایع گوناگون از مزایای نانوفناوری است (UNECA, 2020). انجمن اندونزی نانو نیز با دریافت حمایت‌های دولتی، برنامه‌های متعددی از قبیل ارائه اطلاعات در مورد کاربردهای این فناوری در قالب انتشار کتاب و خبرنامه، برگزاری سخنرانی، سمینار و کارگاه‌های مرتبط اقدام مشابهی را پیگیری می‌کند (Rochman and Brama, 2009).

اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) و یارانه به خریداران محصولات فناوری نانو: لیزینگ نقش مهمی در گسترش دسترسی منابع مالی به شرکت‌های کوچک و متوسطی که به دلیل نداشتن سرمایه در گردش بالا، سابقه اعتباری و وثیقه واجد شرایط دریافت وام‌های بانکی متعارف نیستند، به ویژه در اقتصادهای در حال گذار و بازارهای نوظهور دارد (EBRD, 2006). در روسیه امکان خرید لیزینگی ماشین‌آلات و تجهیزات با فناوری پیشرفته برای شرکت‌ها فراهم است اما به علل گوناگون نظیر کمبود سرمایه برای توسعه عملیات لیزینگ در بلندمدت، این تلاش‌ها چندان سیستماتیک و منسجم نبوده‌است (Dmitriev and Novikov, 2020). دولت‌ها نقش مهمی در بازارسازی و پذیرش انبوه فناوری جدید با اعمال سیاست‌هایی مانند یارانه خرید از طریق کاهش هزینه‌های مصرف‌کنندگان ایفا می‌کند. یارانه‌های خرید، از ابزارهای تحریک تقاضای خصوصی مبتنی بر قیمت است که با کاهش قیمت خرید نوآوری و پرداخت بخشی از هزینه از سوی دولت در ایجاد انگیزه خرید برای کاربران نقش‌آفرینی می‌کند (Edler, 2013; Intarakumnerd and Goto, 2016). این سیاست حمایت از مصرف‌کننده، به ویژه در زمینه نوآوری‌های زیست‌محیطی و انرژی رواج بیشتری دارد و در حوزه‌های دیگر شواهد بسیار کمتری از کاربرد آن می‌توان یافت (OECD, 2011; Edler, 2013).

حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، طرح‌ها و پروژه‌های توسعه محصول فناوری نانو با مشارکت بخش خصوصی: مشارکت عمومی - خصوصی^۴ همکاری بلندمدت بین بخش‌های دولتی و خصوصی برای توسعه زیرساخت‌ها یا ارائه خدمات به جامعه است که شامل به اشتراک‌گذاری منابع، ریسک‌ها، مسئولیت‌ها و منافع برای دستیابی به اهداف مشترک می‌شود (Akintoye et al., 2007). مشارکت‌های عمومی-خصوصی به‌عنوان بخشی از چارچوب توسعه جامع و ابزاری برای توسعه پایدار در صنایع مبتنی بر فناوری (نظیر زیست‌فناوری و نانوفناوری) در هند و چین به کار گرفته می‌شود (Sharma et al., 2014; Liu, 2015). **توسعه زیرساخت‌های فناوری با هدف تسهیل انتشار و توسعه بازار فناوری نانو:** سرمایه‌گذاری جهت توسعه زیرساخت‌های فناوری، از ابزارهای سیاستی مهم برای افزایش نفوذ فناوری جدید در بازار است (Creutzig et al., 2016). تأیید و تکرارپذیری فرآیندهای تولید دو جنبه مهم به منظور پیشبرد تجاری‌سازی برای شرکت‌های نانویی هستند که اغلب به تجهیزات گران قیمت نیاز دارند. در کشور سوئد آزمایشگاه‌هایی در این راستا علاوه بر دانشگاه‌ها، خدماتی متعددی را به

1. The Nanotechnology Public Engagement Programme
2. South African Agency for Science and Technology Advancement
3. Indonesian Society for Nano
4. Public-Private Partnership

شرکت‌های فعال در صنعت و همچنین استارت‌آپ‌ها با حمایت مالی آژانس‌های ملی نوآوری سوئد (نظیر وینوا) ارائه می‌دهند (Perez and Sandgren, 2008). دپارتمان زیست فناوری هند (تحت نظر وزارت علوم) نیز، از آزمایش‌های سنجش درجه سمی بودن در حوزه نانوپزشکی پشتیبانی می‌کند (Bhatia et al., 2018).

ارائه مشوق و حمایت از تحقیق و توسعه محصولات فناوری نانو مبتنی بر رویکرد کشش بازار: یارانه‌های دولتی هزینه‌ها و ریسک‌های ناشی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه را کاهش می‌دهد، اهرم مالی و اثرات سرریز ایجاد کرده و سرمایه‌گذاری خصوصی شرکت‌ها در بخش تحقیق و توسعه را تحریک می‌کند (Jin et al., 2018). مشوق‌های مالیاتی، ابزار غیرمستقیم برای حمایت از تحقیق و توسعه تجاری است. اعتبارات مالیاتی نسبت به یارانه‌های تحقیق و توسعه، هزینه‌های کمتری برای دولت دارد و به شرکت‌ها استقلال بیشتری در انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه می‌دهد (Czarnitzki et al., 2011). در ایتالیا، به شرکت‌های کوچک و متوسط دارای اهمیت راهبردی (مانند فناوری نانو) برای تحقیق و توسعه تجاری یارانه‌های مالی اعطا می‌شود (Bellucci et al., 2019). در سوئد برنامه‌های تحقیق و توسعه با بودجه دولتی که نیازمند همکاری شرکت‌ها و گروه‌های تحقیقاتی در دانشگاه‌ها و مرتبط با نیازهای صنعتی هستند، به عنوان ابزاری برای تحریک کاربرد فناوری نانو در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Norgren et al., 2007).

اهرم کردن استاندارد برای شکل‌گیری و توسعه بازار فناوری نانو: استانداردها بخشی از زیرساخت‌های فناوری و ابزارهای راهبردی بازارسازی هستند که می‌توانند به عنوان سازوکار اهرمی برای هماهنگ کردن ترجیحات و بازیگران طرف تقاضا توسط سیاست‌گذاران مورد استفاده قرار گیرند (Blind, 2013). موسسه استانداردسازی آلمان^۲ در سطح ملی با هدف بهره‌برداری صنعتی، مدیریت ایمن استفاده از فناوری نانو و توسعه استانداردهای مرتبط فعالیت می‌کند (Bachmann and Brand, 2015). موسسه استاندارد بریتانیا^۳ نیز در توسعه محصولات جدید و جلب اطمینان و اعتماد کاربران از رعایت الزامات کیفیت این محصولات نقش ایفا می‌کند. ترویج گسترده و اجرای به موقع استانداردها سبب افزایش سرعت پذیرش توسط کسب و کارها می‌شود (Brown et al., 2022). از سال ۲۰۰۴ در تایوان، گواهینامه نانو مارک^۴ برای ایجاد اطمینان مصرف‌کنندگان محافظت از شرکت‌های خوب در برابر رقابت‌های ناعادلانه و محصولات تقلبی، افزایش اعتماد عمومی برای تسهیل توسعه فناوری نانو و تحریک رشد اقتصادی در حوزه این فناوری صادر می‌گردد (Wu et al., 2009).

تنظیم‌گری و قانون‌گذاری برای توسعه بازار و نفوذ فناوری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی: ابزار تنظیم‌گری شامل مجموعه‌ای از قوانین است که توسط دولت برای تأثیرگذاری بر رفتار بنگاه‌های اقتصادی اعمال می‌شود (OFT, 2009). کشور چین در زمینه سلامت و ایمنی، رژیم پیچیده‌ای برای مدیریت و نظارت بر استفاده و ساخت مواد شیمیایی (از جمله نانومواد) دارد. وزارتخانه‌هایی نظیر بهداشت و امنیت عمومی، سازمان غذا و داروی دولتی^۵، سازمان استاندارد دولتی^۶ و سازمان دولتی ایمنی کار^۷ جنبه‌های زیست‌محیطی، بهداشت و ایمنی مواد شیمیایی نظارت دارند (Jarvis and Richmond, 2011). در کانادا، کارگروه نانوفناوری موسسه تحقیقات بهداشتی^۸ مرجع نظارتی مسئول برای اعطای مجوز، شناسایی و ارزیابی خطرات و خواص محصولات نانوفناورانه است (Foulkes et al., 2020).

قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای از محصولات دارای مشابه خارجی برای شکل‌گیری بازار داخلی: تعرفه که از ابزارهای سیاست جایگزینی واردات محسوب می‌شود، مالیات یا عوارضی است که در زمان واردات کالا اخذ می‌شود

1. Vinnova
2. German Institute for Standardization
3. British Standards Institution (BSI)
4. Nano mark
5. State Food and Drug Administration
6. State Administration of Standardization
7. State Administration of Work Safety
8. Canadian Institutes of Health Research

(Tarr, 2000). گرچه مطالعات محدودی در مورد حمایت از صنعت فناوری پیشرفته با ابزار تعرفه به دلیل پیوستن کشورها به سازمان تجارت جهانی، کاهش تعرفه‌ی واردات و حرکت به سمت تجارت آزاد، وجود دارد (Jinjin and Hong, 2010; Zhou, 2008)، در ادامه به دو مورد اشاره می‌گردد. دولت روسیه به علت تحریم‌ها از سیاست جایگزینی واردات، برای حمایت از گسترش بازار داخلی محصولات نانوفناورانه صنعتی بهره می‌گیرد (Inshakova et al., 2017). دولت تایوان با ابزارهای سیاستی مانند اعمال تعرفه، تخصیص یارانه‌های تحقیق و توسعه و معافیت‌های مالیاتی در ایجاد و توسعه صنایع پیشرفته جدید نقش موثری ایفا نموده‌است (Amsden, 2004).

اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی) محصولات فناوری نانو برای توسعه بازار این فناوری: دولت‌ها به دلیل قدرت خرید بالای خود می‌توانند تقاضای نوآوری را افزایش دهند، اثر سیگنالی ایجاد کنند و بدین ترتیب بر انتشار نوآوری و بازارسازی محصولات فناورانه به طور گسترده‌تر تأثیر بگذارند (OECD, 2014 OFT, 2009; OECD, 2011). کمیسیون اروپا پنج فناوری کلیدی توانمندساز شامل فناوری نانو و میکروالکترونیک را به‌عنوان زمینه‌های اولویت‌دار برای بهبود رقابت‌پذیری صنعتی اروپا شناسایی کرده و در راستای حمایت از آن‌ها ابزارهای سیاستی مختلفی از جمله تدارکات عمومی و خریدهای دولتی حامی نوآوری را به کار می‌گیرد (EC, 2009). دولت روسیه از طریق انجام اقداماتی نظیر برنامه‌های تدارکات دولتی تقاضا برای محصولات نانوفناورانه صنعتی (Connolly, 2013)، بهبود قیمت خرید محصولات نوآورانه داخلی توسط آژانس‌ها و شرکت‌های دولتی و برگزاری مناقصه‌های جدید در چارچوب برنامه‌های فدرال و منطقه‌ای، از توسعه‌دهندگان محصولات با فناوری پیشرفته حمایت می‌کند (Inshakova et al., 2017).

پیش‌خرید/ خرید تضمینی محصولات مرتبط با فناوری نانو: خرید پیش‌تجاری یا پیش‌خرید عبارت است از تأمین هزینه‌های تحقیق توسط یک نهاد دولتی با هدف تحریک نوآوری و توسعه کالاها یا خدمات نوآورانه‌ای که در حال حاضر در دسترس نیستند (Rigby, 2013). یکی از نمونه‌های رایج خرید پیش‌تجاری که توسط نهادهای دولتی انجام می‌شود، برنامه نوآوری کسب و کار کوچک ایالات متحده آمریکا است که برای توسعه بازار محصولات فناوری نانو نیز نظیر نانوحسگرهای سه بعدی، نانوغشاهای سیلیکونی و... مورد استفاده قرار می‌گیرد (NSTC, 2023). موفقیت این برنامه موجب الگو گرفتن کشورهای نظیر استرالیا، بریتانیا و هلند برای اجرای اقدامات مشابه شده است (OECD, 2011).

به‌هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو: به‌هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری به معنای گرد هم آوردن بازیگران، حمایت از تعامل آن‌ها و تسهیل شکل‌گیری ارتباط و همکاری بین حداقل دو طرف عرضه‌کننده و متقاضی فناوری است. میانجی‌گری سبب ایجاد پیوند میان بازیگران مختلف با مجموعه توانمندی‌ها و ظرفیت‌های مکمل به منظور حمایت از نوآوری است (Edler and Yeow, 2016). کمیسیون اروپا رویدادهایی برای به‌هم‌رسانی و همکاری میان شرکت‌های بزرگ با شرکت‌های نوپا و فناور نانو، برگزار می‌کند. این دست مشارکت‌ها افزون بر تقویت و شکل‌گیری بازار برای شرکت فناور، سبب مقیاس‌پذیری فناوری در صنعت می‌گردد (Allan et al., 2019). موسسه تحقیقات فناوری صنعتی تایوان و انجمن ارتقای صنعتی‌سازی فناوری نانو تایوان برای ایجاد همکاری شرکت‌های فناور با شرکت‌های بزرگ در راستای ارائه راه‌حل‌های فناورانه در حوزه نانو، اقداماتی نظیر ترویج صنعتی نانوفناوری، برگزاری رویداد و نمایشگاه محصولات، شناسایی شرکت‌ها با توانمندی‌های مکمل و پیوند شرکا در زنجیره ارزش محصول را انجام می‌دهند (Lin and Jang, 2004).

حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو: حمایت بخش عمومی از صادرات معمولاً در چهار دسته برنامه‌های انگیزشی (افزایش آگاهی از فرصت‌های صادراتی، جلسات توجیهی)، برنامه‌های اطلاعاتی (آموزش شیوه‌های صادرات، تحقیقات بازار)، برنامه‌های عملیاتی (اعزام به نمایشگاه‌ها و ماموریت‌های تجاری) و برنامه‌های حمایت مالی (کمک‌های مالی، وام‌ها، ضمانت‌نامه‌ها) قرار

می‌گیرند (Catanzar et al., 2015). راسنانو (نهاد دولتی متولی توسعه فناوری نانو در روسیه) در زمینه تسهیل حضور شرکت‌های فعال در صنعت نانو فناوری، برای گسترش همکاری‌های بین‌المللی، فعالیت می‌کند (Connolly, 2013). چین به دلیل استفاده گسترده از ابزارهای حمایتی دولت برای فعالیتهای اقتصادی خارجی، از کشورهای پیشرو در حمایت از صادرات است. کشور چین به واسطه‌ی دفاتر تجاری متعددی که در کشورهای مختلف دارد شبکه گسترده‌ای از نمایندگان را جهت تسهیل صادرات شرکت‌های فناوری به مقاصد صادراتی ایجاد کرده است (Garmaev, 2022).

جدول ۱. ابزارهای سیاستی بازاریابی فناوری نانو و مصادیق آن در تجارب بین‌المللی (براساس جمع‌بندی نویسندگان از پیشینه)

دسته ابزار	ابزار سیاستی بازاریابی	تجارب بین‌المللی	مرجع
اقدامات ترویجی	ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو در جامعه، شرکت‌های بزرگ و سرمایه‌گذاران	آفریقای جنوبی؛ اندونزی	UNECA, 2020, Rochman and Brama, 2009
تأمین مالی و ارائه تسهیلات	اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) و یارانه به خریداران محصولات فناوری نانو	روسیه	Dmitriev and Novikov, 2020
توسعه محصول، فناوری و زیرساخت برای توسعه بازار فناوری	حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، طرح‌ها و پروژه‌های توسعه محصول فناوری نانو با مشارکت بخش خصوصی	هند؛ چین	Sharma et al., 2014, Liu, 2015
	توسعه زیرساخت‌های فناوری با هدف تسهیل انتشار و توسعه بازار فناوری نانو	سوئد؛ هند	Perez and Sandgren, 2008, Bhatia et al., 2018
	ارائه مشوق و حمایت از تحقیق و توسعه محصولات فناوری نانو مبتنی بر رویکرد کشش بازار	ایتالیا؛ سوئد	Bellucci et al., 2019, Norgren et al., 2007
سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری برای توسعه بازار فناوری	اهرم کردن استاندارد برای شکل‌گیری و توسعه بازار فناوری نانو	آلمان؛ بریتانیا؛ تایوان	Bachmann and Brand, 2015, Brown et al., 2022, Wu et al., 2009
	تنظیم‌گری و قانون‌گذاری برای توسعه بازار و نفوذ فناوری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی	چین؛ کانادا	Jarvis and Richmond, 2011, Foulkes et al., 2020
	قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای از محصولات فناوری نانو دارای مشابه خارجی با هدف شکل‌گیری و تقویت بازار داخلی	روسیه؛ تایوان	Inshakova et al., 2017 Amsden, 2004
	اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی) محصولات فناوری نانو برای توسعه بازار این فناوری	کمیسون اروپا؛ روسیه	EC, 2009, Connolly, 2013; Inshakova et al., 2017
توسعه بازار داخلی و بین‌المللی فناوری	پیش خرید/ خرید تضمینی محصولات فناوری نانو	ایالات متحده آمریکا؛ استرالیا، بریتانیا، هلند	NSTC, 2023, OECD, 2011
	به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو	کمیسون اروپا؛ تایوان	Allan et al., 2019, Lin and Jang, 2004
	حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو	روسیه؛ چین	Connolly, 2013, Garmaev, 2022

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با هدف ارائه چارچوب سیاست‌های حمایت از بازاریابی در فناوری نانو و تحلیل وضعیت این سیاست‌ها در ایران انجام شده است. از این رو پژوهش حاضر از حیث هدف توصیفی با جهت‌گیری کاربردی و از منظر ماهیت داده‌ها کیفی است. قلمرو زمانی آن از اوایل دهه ۱۳۸۰ تا سال ۱۴۰۲ است و از نظر زمان اجرای پژوهش سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ می‌باشد. از نظر جغرافیایی، قلمرو تحقیق کشور ایران است. حدود موضوعی این پژوهش، سیاست‌های حمایت از بازاریابی فناوری نانو در ایران و هم‌چنین بررسی عوامل و بازیگران اثرگذار در این زمینه است. هم‌چنین با توجه به عدم کنترل رویدادها و تمرکز بر رویدادهای معاصر و نیز بررسی چگونگی و چرایی (Yin, 2014) و نیز امکان مقایسه چارچوب نظری با ویژگی‌های پدیده محوری (Bannet and George, 2005)، مطالعه موردی به عنوان راهبرد متناسب با ویژگی‌های این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته

است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل سیاست‌گذاران و کارشناسان نهادهای میانجی مرتبط با فناوری نانو و هم‌چنین مدیران شرکت‌های فعال در حوزه فناوری نانو است. نمونه‌گیری در جامعه پژوهش با هدف پوشش حداکثری ذی‌نفعان مرتبط با موضوع انجام شد که با روش نمونه‌گیری هدفمند (یا قضاوتی) با راهبرد گلوله برفی انتخاب شدند. بر این اساس با ۲۲ نفر از ذینفعان مختلف بازاریاری فناوری نانو، شامل ۸ سیاست‌گذار، ۵ نفر از نهادهای میانجی و ۹ نفر از مدیران شرکت‌های نانوفناوری مصاحبه صورت گرفت (مشخصات کامل مصاحبه‌شوندگان در جدول ۲ قابل مشاهده است) و کفایت نمونه‌گیری با دستیابی به اشباع نظری بر اساس چارچوب مفهومی برآورده شده است. بر این اساس، مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. اشباع نظری به‌عنوان مبنایی برای توقف گردآوری داده، زمانی حاصل می‌شود که اطلاعات جدیدی نسبت به داده‌های پیشین به دست نیاید (Belk, 2007). در پژوهش حاضر از مصاحبه ۱۸م به بعد، در هیچ یک از محورهای چارچوب مفهومی پژوهش (جدول ۱)، محتوا و بالطبع کد جدیدی استخراج نشد، با این حال روند مصاحبه‌ها با انجام چهار مصاحبه تکمیلی ادامه یافت تا از اشباع نظری اطمینان حاصل شود. در این تحقیق از روش مصاحبه نیمه‌ساختاریافته جهت گردآوری داده‌های اولیه استفاده شده است. این روش امکان تعامل با مشارکت‌کنندگان، پیگیری پاسخ‌ها و یا یافتن علل مسائل و اطمینان از فهم صحیح سؤالات را فراهم می‌سازد (Tavallaie and Alamdari, 2017). در این راستا براساس سؤالات اساسی پژوهش، سؤالات مصاحبه تهیه و در اختیار مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت. مصاحبه‌ها ضبط و پس از پیاده‌سازی با روش کدگذاری محوری داده‌های کیفی (Saldaña, 2021) تحلیل شدند.

جدول ۲. اطلاعات مربوط به مصاحبه‌شوندگان

شماره مصاحبه‌شونده	سمت	مدرک تحصیلی
۱	دبیر سابق ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	دکتری
۲	مدیر سابق شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی	دکتری
۳	دبیر سابق ستاد توسعه زیست فناوری	دکتری
۴	مدیر پیمایش بازار گروه سیاستگذاری و ارزیابی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	دکتری
۵	مدیر توسعه کسب و کار گروه صنعت و بازار ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	کارشناسی ارشد
۶	مدیر گروه صنعت و بازار ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	دکتری
۷	مدیر گروه استاندارد و ارزیابی محصولات ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	کارشناسی
۸	کارشناس گروه سیاستگذاری و ارزیابی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	کارشناسی ارشد
۹	کارشناس گروه ترویج صنعتی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	کارشناسی ارشد
۱۰	مدیر شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی	کارشناسی
۱۱	مدیر شبکه تبادل فناوری	دکتری
۱۲	مدیر توانمندسازی دانش‌بنیان کریدور فناوری تا بازار	کارشناسی ارشد
۱۳	مدیر توانمندسازی فناوری نانو کریدور فناوری تا بازار	کارشناسی ارشد
۱۴	مدیرعامل شرکت رنگین نانو ساختار	دکتری
۱۵	مدیرعامل شرکت ریزسامانه بهبود درمان	دکتری
۱۶	مدیرعامل شرکت نانو پویش یکتا	دکتری
۱۷	مدیرعامل شرکت اکسیر نانو سینا	دکتری
۱۸	مدیرعامل شرکت نانو فناوران خاور	کارشناسی
۱۹	مدیر بازرگانی شرکت پیام‌آوران نانوفناوری فردانگر	کارشناسی ارشد
۲۰	مدیر تحقیق توسعه شرکت نانوفناوری سراج	دکتری
۲۱	مدیر تحقیق و توسعه گروه صنعتی میلاد پرنیان	کارشناسی ارشد
۲۲	مدیر تحقیق توسعه شرکت سازه پایدار الهیه	دکتری

داده‌های ثانویه مورد استفاده در این پژوهش شامل گزارش‌های عملکرد و بازار ستاد نانو، مطالب موجود در پایگاه‌های اینترنتی ستاد نانو و... نیز کدگذاری و تحلیل شدند. برای کدگذاری داده‌ها ابتدا ابزارهای سیاستی بازارسازی فناوری از پیشینه استخراج شد و چارچوب پژوهش به تأیید دو نفر از خبرگان این حوزه رسید. در گام بعد با استفاده از کدگذاری باز محتوای مرتبط با هدف پژوهش از داده‌های اولیه و ثانویه، استخراج و در نهایت با کدگذاری محوری فرآیند کدگذاری داده‌ها تکمیل شد. نمونه کلیدواژه‌های کدگذاری در جدول ۳ قابل مشاهده است. فرآیند کدگذاری داده‌ها به صورت دستی و با استفاده از نرم‌افزار اکسل، در دو مرحله کدگذاری باز و کدگذاری محوری انجام پذیرفت. مبنای شناسایی و انتخاب کدهای محوری، کلیدواژه‌های هم‌راستا با هر یک از ابعاد چارچوب مفهومی پژوهش بود. در فرآیند کدگذاری محتوا از ۳ بخش برای نام‌گذاری کدها استفاده شده است. برای نمونه در جمله "اخیراً تعاملات موثری با ستاد نانو در خصوص استفاده از حمایت‌های مالی و مشاوره‌ای برای گرفتن گواهی CE با هدف صادرات محصولات مون داشتیم" (مصاحبه‌شونده ۲۲). کد D۱۲۲ اختصاص یافته است. در این کد عدد سمت چپ "۲۲" شماره مصاحبه‌شونده حرف وسط "D" ارتباط این محتوا با دسته ابزار توسعه بازار بین‌المللی فناوری و عدد سمت راست "۱" ابزار سیاستی متناظر یعنی حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نمونه کلیدواژه‌های کدگذاری

دسته ابزار	کلیدواژه‌های کدگذاری	نمونه کد باز استخراج شده	نمونه کدگذاری محوری (کد ابزار سیاستی بازارسازی)
اقدامات ترویجی (A)	فرهنگ‌سازی؛ آگاهی‌بخشی ذینفعان؛ ترویج صنعتی؛ جریان‌سازی؛ تقویت گفت‌وگو؛ تولید محتوا؛ نشست تخصصی	ستاد با برگزاری نشست‌های تخصصی و تهیه محتوای علمی هدفمند، به دنبال آگاهی‌بخشی به ذی‌نفعان مختلف هست.	ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو در جامعه، شرکت‌های بزرگ و سرمایه‌گذاران (A1)
توسعه بازار داخلی و بین‌المللی فناوری (D)	بازار جهانی، تجارت خارجی؛ دفاتر صادراتی؛ پایگاه صادراتی؛ نمایشگاه‌های بین‌المللی؛	اخیراً تعاملات موثری با ستاد نانو در خصوص استفاده از حمایت‌های مالی و مشاوره‌ای برای گرفتن گواهی CE با هدف صادرات محصولات مون داشتیم.	حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو (D1)

برای اطمینان از روایی پژوهش، از چندین منبع در گردآوری داده‌های تحقیق که به عنوان تکنیک سه‌گوشه‌سازی یا کثرت‌گرایی در ابزار شناخته می‌شود، استفاده شده است. برای تحقق این امر از منابع مختلف شامل اسناد، مدارک، سایت‌ها و گزارش‌های سیاستی مرتبط و مثلث‌سازی محقق (مشارکت بیش از یک پژوهشگر در فرآیند جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها) و منابع برای اطمینان از دقت و اعتبار یافته‌ها بهره بردیم. در فرآیند سه‌گوشه‌سازی تطبیق محتوای مصاحبه‌ها و داده‌های اولیه انجام شده است، به این معنی که تحلیل‌ها صرفاً به یک مصاحبه‌شونده یا یک داده ثانویه محدود نشد، بلکه دیدگاه‌ها و منابع مختلف در خصوص (در این مقاله ابزارهای سیاستی بازارسازی) مورد توجه قرار گرفته و بر اساس انطباق منابع داده‌ای با یکدیگر یافته‌ها استخراج شده است. همچنین، مفاهیم و موضوعات مطرح‌شده در مصاحبه‌ها با داده‌های ثانویه شامل اسناد رسمی، گزارش‌های عملکرد و وب‌سایت نهادهای ذی‌ربط در خصوص هر ابزار سیاستی بازارسازی فناوری نانو تطبیق داده شد. جدول ۴ نمونه‌ای از سه‌گوشه‌سازی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. نمونه ای از سه‌گوشه‌سازی در فرآیند جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها

داده گردآوری شده	منبع	کدمحوری حاصل از سه‌گوشه‌سازی
ستاد فناوری نانو برای زمینه‌سازی و ترویج تنظیم‌گری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی رویکردی فعال دارد و در این راستا با سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی مختلف نشست‌های مشترک برگزار نموده است.	گزارش عملکرد سند گسترش کاربرد فناوری نانو در سال ۱۴۰۱	تنظیم‌گری و قانون‌گذاری برای توسعه بازار و نفوذ فناوری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی (C2)
در این نشست‌ها به بررسی فرصت‌های همکاری در زمینه استفاده از ظرفیت‌های فناوری نانو در دستگاه‌های اجرایی پرداخته می‌شود.	مصاحبه‌شونده ۱۳	
برای نمونه در نشست ستاد با سازمان حفاظت از محیط‌زیست، فناوری‌ها و موضوعاتی که در حوزه نانو می‌توانند در محیط زیست استفاده شود، معرفی شدند.	پایگاه خبری فناوری نانو	

پایایی یا قابلیت اطمینان در تحقیقات کیفی بیانگر ثبات نتایج در شرایط مختلف و گذر زمان است. بدین منظور جهت تحقق پایایی، برای انجام مصاحبه‌ها و کدگذاری داده‌ها، پروتکل یکسان و مشخصی مورد استفاده قرار گرفت. به‌علاوه نمونه‌ای از داده‌های کدگذاری شده در فرایند تحلیل محتوا بعد از گذشت ۳ ماه مجدداً بازبینی شد و نتایج حاصل تفاوت معناداری با هم نداشت.

یافته‌ها

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، به‌منظور شناسایی و تحلیل ابزارهای سیاستی بازارسازی فناوری نانو در ایران، تعداد ۲۲ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته انجام شد. در ادامه این بخش به توضیح هر یک از ابزارها پرداخته می‌شود و در انتها، جمع‌بندی مهم‌ترین اقدامات انجام شده به همراه بازیگران محوری در هر ابزار در قالب جدول ۵ بیان می‌شود.

ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو در جامعه، شرکت‌های بزرگ و سرمایه‌گذاران: ستاد در اصل کار خود را با ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو آغاز کرد (مصاحبه‌شوندگان ۸ و ۱۳) و کارگروه ترویج، به‌عنوان قدیمی‌ترین کارگروه ستاد، همواره در زمینه معرفی فناوری نانو و ترویج مزایا و کاربردهای آن به جامعه علمی، صنعتی و عموم مردم برنامه‌هایی از قبیل برگزاری نمایشگاه‌ها، سمینارها و کارگاه‌های تخصصی داشته‌است (مصاحبه‌شوندگان ۴، ۱۲ و ۱۹). به‌طور کلی می‌توان مخاطبان برنامه‌ها را به چهار دسته تقسیم نمود: دانش‌آموزان، دانشجویان، مدیران بنگاه‌ها و عموم مردم. در خصوص فعالیت‌های ستاد برای ترویج فناوری نانو بین دانش‌آموزان اقدامات متعددی صورت گرفته است که برای نمونه می‌توان به تأسیس باشگاه نانو، برپایی المپیاد و جشنواره دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو، برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهای آموزشی، توسعه رسانه‌ها و محتوای دانش-آموزی فناوری نانو مانند ماه‌نامه زنگ نانو و کتب آموزشی مرتبط اشاره نمود (NDC, 2022b). علاوه بر این، طراحی برنامه‌های مستمر و بلندمدت مانند باشگاه نانو، سلسله وبینارهای آموزشی و جشنواره‌های سالانه زمینه‌ساز تداوم آگاهی‌سازی و حفظ توجه مخاطبان شده است. با این حال، این ابزار با چالش‌هایی نیز مواجه بوده است. از جمله عدم تمرکز کافی بر مخاطبان اقتصادی و تصمیم‌گیران در بازار و فقدان پیوند مؤثر میان فعالیت‌های ترویجی و ابزارهای حمایتی مکمل (مصاحبه‌شونده ۴). از این رو توصیه می‌شود در برنامه‌های آینده، هدف‌گیری دقیق‌تر مخاطبان به ویژه سرمایه‌گذاران، گسترش پوشش جغرافیایی و ارتباط ساختاریافته با سایر ابزارهای سیاستی مورد توجه قرار گیرد تا ظرفیت‌های ترویجی به شکلی مؤثرتر در خدمت بازارسازی فناوری نانو قرار گیرند.

اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) و یارانه به خریداران محصولات فناوری نانو: برای ساخت داخل نمونه اولیه دستگاه‌ها و تجهیزات پیشرفته، ستاد با اهرم کردن منابع مالی خصوصاً از طریق صندوق نانو، علاوه بر تسهیل ارتباط متقاضی دستگاه و شرکت سازنده حمایت‌هایی نظیر اعطای وام خرید برای خریدار محصول را نیز در نظر می‌گیرد (مصاحبه‌شوندگان ۵، ۱۱ و ۱۲). برای نمونه "دستگاه فریز درایر" سازنده داخلی نداشت، فقط یک شرکت بود که تعمیر این دستگاه را انجام می‌داد. ستاد واسطه‌ای ارتباط خریدار و این شرکت برای ساخت محصول با ویژگی‌های معین از سمت خریدار شد و برای تشویق خرید دستگاه به خریدار وام داد (مصاحبه‌شونده ۵). ارائه تسهیلات لیزینگ به خریدار به ویژه در خریدهای بار اول بسیار تاثیرگذار است زیرا علاوه بر ایجاد انگیزه و ترغیب او به خرید، مقاومت در برابر استفاده از فناوری را نیز نه تنها برای خریدار بلکه برای سایر بازیگران فعال در صنعت، تا حد زیادی کاهش داده و برای تولیدکننده نیز تجربه موفق فروش را به ارمغان می‌آورد. "اگر شرکت فناوری رزومه خوبی در پتروشیمی پردیس داشته‌باشد، همکاری با پتروشیمی فن‌آوران برآش راحت‌تره" (مصاحبه‌شونده ۱۱). تجربه به کارگیری این ابزار تاییدکننده اثربخشی آن در بازارسازی برای محصولات و رشد آمار فروش شرکت‌ها است (مصاحبه‌شوندگان ۱، ۴ و ۱۹).

۱. فریز درایر (Freeze dryer) یا خشک‌کن انجمادی از کاربردی‌ترین تجهیزات در صنعت داروسازی و مواد غذایی می‌باشد که به منظور آب‌گیری و خشک کردن مواد فاسد شدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

معاونت علمی با هدف خلق بازار برای شرکت‌های دانش‌بنیان سازنده تجهیزات، از سال ۱۳۹۲ اقدام به برگزاری نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ایران ساخت نموده است (مصاحبه‌شونده ۱ و ۶). این نمایشگاه که از سال ۱۳۹۲، به صورت سالانه و متوالی برگزار می‌شود، تجربه‌ای نسبتاً موفق در به کارگیری ابزارهای سیاستی تحریک طرف تقاضا است. در نمایشگاه به خریداران بخش دولتی یارانه معاونت علمی براساس سطح‌بندی محصولات (با هدف تخصیص سهم بیشتری از بازار دولت و بخش عمومی به شرکت-محصولات با رتبه بالاتر) و به خریداران بخش خصوصی، تسهیلات لیزینگ تعلق می‌گیرد (مصاحبه‌شونده ۱۵ و ۲۰). این ابزار با چالش‌هایی در طراحی و اجرا مواجه بوده است. از یک‌سو، دشوار بودن رعایت الزامات مالی و اداری صندوق‌ها از سوی بنگاه‌ها (به‌ویژه شرکت‌های کوچک و متوسط)، باعث کندی یا انصراف در استفاده از این تسهیلات شده است (مصاحبه‌شونده ۱۵). از سوی دیگر، تورم، افزایش قیمت تجهیزات و کاهش قدرت خرید دانشگاه‌ها موجب شده است تا در سال‌های اخیر، اثربخشی ابزارهایی مانند یارانه نمایشگاه کاهش یابد. همچنین، محدود بودن دامنه اجرا و وابستگی زیاد به تخصیص‌های بودجه‌ای دولتی از دیگر چالش‌های این ابزار است (مصاحبه‌شوندگان ۷، ۹ و ۱۶). بر این اساس توصیه به طراحی سازوکارهایی برای کاهش پیچیدگی فرآیندها و جبران کاهش قدرت خرید نهادهای دولتی می‌شود. همچنین توصیه می‌شود دامنه اجرای این ابزار به بخش خصوصی نیز توسعه یابد.

حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، طرح‌ها و پروژه‌های توسعه محصول فناوری نانو با مشارکت بخش خصوصی:

بنا بر نظر اکثر مصاحبه‌شوندگان، با توجه به این امر که در مراحل ابتدایی توسعه زیرساخت سود زیادی حاصل نمی‌شود، غالباً بخش خصوصی رغبت چندانی برای مشارکت در طرح‌های توسعه زیرساخت ندارد، به عبارت دیگر ورود به این طرح‌ها باید برای بخش خصوصی توجیه اقتصادی داشته باشد. به علاوه برای توسعه کاربرد این ابزار، مواردی مانند تدوین دستورالعمل مشارکت و سرمایه‌گذاری، تسهیل فرآیندهای اجرایی قراردادهای مشارکت عمومی-خصوصی و فرهنگ‌سازی جهت تعامل و مشارکت بخش دولتی و غیردولتی لازم است بیشتر مورد توجه سیاست‌گذاران فناوری قرار گیرد (مصاحبه‌شوندگان ۴، ۵ و ۱۱). بر اساس اظهارات اکثر مصاحبه‌شوندگان و سایر مکتوبات، پروژه‌های توسعه زیرساخت فناوری نانو در قالب مشارکت عمومی-خصوصی علی‌رغم اهمیت، تاکنون در کشور انجام نشده و بیشتر مشارکت‌ها به صورت سرمایه‌گذاری شرکت‌هایی نظیر هلدینگ دانش‌بنیان صنایع نانو تک آینده (صنتا) بر طرح‌ها و پروژه‌های توسعه محصول فناوری نانو و در مقیاس محدود بوده است (مصاحبه‌شوندگان ۴ و ۶). فقدان چارچوب نهادی مشخص، ضعف فرهنگ مشارکت دولتی-خصوصی و نبود مدل‌های اقتصادی جذاب برای بخش خصوصی از جمله چالش‌های اساسی آن به‌شمار می‌رود (مصاحبه‌شوندگان ۲۰ و ۲۲). بدین ترتیب توصیه می‌شود برای پیاده‌سازی گسترده‌تر این ابزار، سیاست‌گذاران نسبت به تدوین دستورالعمل‌های حقوقی مشارکت، تسهیل فرآیندهای قراردادی و طراحی مشوق‌های مالی و تضمین‌های بازگشت سرمایه برای کاهش ریسک سرمایه‌گذاری بخش خصوصی اقدام نمایند.

توسعه زیرساخت‌های فناوری با هدف تسهیل انتشار و توسعه بازار فناوری نانو: عدم دسترسی به تجهیزات گلوگاه

و مانع بزرگی در توسعه فناوری و بازار محصولات نانو است (مصاحبه‌شوندگان ۱۱، ۱۳ و ۱۹). زیرا فرآیند ساخت محصول تا رسیدن به نتیجه نهایی مستلزم آزمایش‌های گوناگون است و همچنین پس از تولید محصولی که ادعا می‌شود با فناوری نانو تهیه شده‌است باید آن را دوباره آزمایش کرد تا بتواند وارد بازار شود (Zahedi et al., 2018). از این رو دسترسی مناسب به تجهیزات آزمایشگاهی استاندارد پیشرفته و گران‌قیمت مرتبط با فناوری نانو به ویژه برای شرکت‌های نوپا که با محدودیت‌های مالی مواجه‌اند و تأمین همه تجهیزات برای آن‌ها توجیه اقتصادی ندارد، حائز اهمیت است (مصاحبه‌شوندگان ۱۵، ۱۰ و ۲۰). ستاد با هدف بهره‌گیری بهینه از ظرفیت‌های موجود و با در نظر گرفتن این امر که مشکل اصلی کشور نه کمبود تجهیزات بلکه عدم شناخت و امکان دسترسی آسان به تجهیزات موجود بود، در بهمن ماه سال ۱۳۸۲ شبکه تجهیزات آزمایشگاهی فناوری نانو را راه‌اندازی نمود (Asadifard and Mazarei, 2019). با توجه به تجربه موفق این شبکه معاونت علمی در سال ۱۳۹۳ اقدام به ایجاد شبکه‌ای مشابه و جامع از توانمندی‌های آزمایشگاهی کشور در حوزه فناوری‌های پیشرفته و راهبردی نمود (مصاحبه‌شونده ۲). از دیگر

زیرساخت‌های مورد نیاز برخی شرکت‌ها نانوفاب‌ها هستند (مصاحبه‌شوندگان ۶، ۱۱ و ۱۹). نانوفاب‌ها نقش مهمی در تسریع تجاری‌سازی فناوری‌های توسعه‌یافته به کاربردهای صنعتی دارند. در این راستا، فب میکرو/نانو الکترونیک در پارک فناوری پردیس در سال ۱۳۹۹ با تجهیزات داخلی و بیش از ۳۰ دستگاه تخصصی با سرمایه‌گذاری صندوق توسعه فناوری نانو و حمایت و پشتیبانی معاونت علم به بهره‌برداری رسید. ابزار مذکور با چالش‌هایی جدی نیز مواجه بوده است، از جمله عدم پوشش کامل خدمات مورد نیاز بنگاه‌ها، پایین بودن سقف یارانه‌ها و گزینش‌های تخصیصی در قالب شبکه آزمایشگاهی و عدم پوشش همه هزینه‌های آنالیز تخصصی، سبب شده تا بخشی از شرکت‌ها همچنان با موانع مالی برای بهره‌برداری کامل از خدمات این شبکه مواجه باشند (مصاحبه‌شوندگان ۱۵، ۱۶ و ۱۸). بر این اساس، پیشنهاد می‌شود افزایش منابع مالی یارانه‌ای، بازنگری در سهمیه‌بندی گزینش‌ها و تقویت پیوند شبکه‌های زیرساختی با نیازمندی‌های کلیدی شرکت‌ها و محققان، در دستور کار قرار گیرد.

ارائه مشوق و حمایت از تحقیق و توسعه محصولات فناوری نانو مبتنی بر رویکرد کشش بازار: حمایت‌های ستاد نانو از تحقیق و توسعه به صورت حمایت از تحقیق و توسعه درون‌زا در قالب برنامه رینکست انجام می‌شود (مصاحبه‌شوندگان ۶ و ۱۳). برنامه رینکست یکی از برنامه‌های حمایتی کارگروه صنعت ستاد نانو، با ارائه تسهیلات به صاحبان صنایع در قالب وام کم‌بهره، درصد کاهش ریسک ورود به حوزه نانو به طور ویژه در فرایند تحقیق و توسعه است (مصاحبه‌شوندگان ۵ و ۸). "این نوع مشوق غالباً به شرکت‌های بالغ‌تر و صنعتی با هدف اضافه کردن محصولات نانویی مارکت فیت به سبد محصولات شون تعلق می‌گیرد" (مصاحبه‌شونده ۶). حمایت‌های غیرمادی رینکست نیز در قالب مشاوره در راستای انتخاب محصول، راهبری در جهت توسعه محصول، امکان اخذ مجوز دانش‌بنیان محصولات دارای فناوری پیشرفته نانویی و امکان اضافه شدن به دندور لیست محصولات دانش‌بنیان نانویی در سایت نانو به شرکت‌های علاقه‌مند ارائه می‌شود. از ابتدای این طرح تا تیرماه سال ۱۴۰۲، ۴۰۹ شرکت متقاضی استفاده از این خدمات بودند که ۷۶ شرکت توانستند در این برنامه پذیرفته شوند و در مجموع ۳۹ پروژه موفق را به اتمام برسانند.^۳ از نقاط قوت این ابزار می‌توان به تمرکز بر بنگاه‌های دارای توان بالفعل برای ورود به بازار، تلفیق حمایت‌های مالی و غیرمالی و جهت‌دهی پروژه‌ها به سمت محصولات دارای بازار بالقوه اشاره کرد (مصاحبه‌شونده ۸). در مقابل، دسترسی محدود شرکت‌های نوپا یا کوچک‌تر که ممکن است فاقد پیشینه صنعتی یا توان مالی اولیه باشند، یکی از نقاط ضعف این ابزار به شمار می‌رود. همچنین، محدودیت منابع و ظرفیت جذب محدود برای پذیرش پروژه‌ها از دیگر چالش‌های اجرایی آن است (مصاحبه‌شونده ۶ و ۸). در مجموع، پیشنهاد می‌شود که سقف پذیرش و ظرفیت حمایت از پروژه‌ها افزایش یافته و مدل‌های انعطاف‌پذیرتری برای پوشش بنگاه‌های کوچک‌تر و نوپا طراحی شود تا این ابزار بتواند در سطح گسترده‌تری اثرگذار باشد.

اهرم کردن استاندارد برای شکل‌گیری و توسعه بازار فناوری نانو: در سند راهبردی ده ساله اول توسعه فناوری نانو در ایران، که در سال ۱۳۸۴ به تصویب رسید نیز موضوع استانداردسازی به عنوان یکی از برنامه‌های اجرایی مطرح شد (Ghasemzadeh, 2018). کمیته استانداردسازی فناوری نانو، با مجوز سازمان ملی استاندارد میزبان دبیرخانه این کمیته است و به نمایندگی از سازمان ملی استاندارد در کمیته بین‌المللی فناوری نانو^۴ فعالیت می‌کند.^۵ فعالیت‌های گروه استاندارد در زمینه استانداردهای ملی فناوری نانو شامل حمایت از تدوین استانداردهای ملی با توجه به نیاز صنعت و اولویت‌های کشور، مشاوره و کمک به واحدهای تولیدی متقاضی برای تدوین استانداردهای ملی مورد نیاز، آموزش و ترویج استانداردهای ملی کاربردی و سودمند در مراکز علمی و پژوهشی، آزمایشگاه‌ها، صنایع و سازمان‌های دولتی می‌شود. تاکنون ۱۷۲ استاندارد ملی در حوزه نانو تدوین شده

1. Nanofab

۲. قابل دسترسی در: <https://renext.ir/about-us> (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

۳. قابل دسترسی در: B2n.ir/j93629 (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

4. ISO TC/229

۵. قابل دسترسی در: B2n.ir/x36776 (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

است.^۱ در سال ۱۴۰۰ درخواست ارتقای استاندارد اجباری در خصوص دو محصول شیشه کم‌گسیل^۲ و فیلتر هوای نانو احتراقی خودروهای سبک توسط ستاد نانو به سازمان ملی استاندارد صورت پذیرفت (NDC, 2022b)، که البته تاکنون اجرایی نشده است. نقاط ضعف اصلی ابزار استانداردسازی، مربوط به فرآیند زمان‌بر تدوین استانداردهای اجباری و پیچیدگی اجرایی آن‌هاست. تدوین و تصویب استاندارد اجباری مستلزم طی مراحل فنی و اداری متعددی از جمله انجام بررسی‌های کارشناسی دقیق، اطمینان از وجود رقابت در بازار (انحصاری نبودن تولیدکننده)، توان تولید داخلی برای پاسخگویی به تقاضا و اقناع طیف متنوعی از ذی‌نفعان است (مصاحبه‌شونده ۱ و ۴). با توجه به اهمیت این ابزار، توصیه می‌شود ضمن حفظ سازوکار دقیق کارشناسی، فرآیند تصویب و اجرایی‌سازی استانداردها تسهیل شده و ظرفیت‌های کارشناسی میان‌بخشی برای تسریع بررسی‌ها تقویت گردد. همچنین، استفاده از استانداردهای تشویقی و ابزارهای غیرالزام‌آور به‌عنوان گام‌های واسطه، می‌تواند مسیر استانداردسازی اجباری را هموارتر کند.

تنظیم‌گری و قانون‌گذاری برای توسعه بازار و نفوذ فناوری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی: در سازمان غذا و دارو، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان دامپزشکی با هدف ترویج و شناساندن کاربردهای فناوری، ارزیابی و تسهیل فرآیند بررسی و مجوزدهی به محصولات با فناوری نانو، کمیته نانو تشکیل شده است (مصاحبه‌شوندگان ۵، ۷، ۸، ۱۰ و ۱۷). برای نمونه کمیته نانو سازمان غذا و دارو از تولید ژل موضعی نانولیپوزومی آمفوتریسین شرکت اکسیرنانوسینا، حمایت نمود. "بدون حمایت ستاد فناوری نانو و سازمان غذا و دارو امکان رسیدن این محصول مهم به بازار میسر نبود". گرچه با وجود تمام تدابیر اندیشیده شده براساس نظرات مصاحبه‌شوندگان (۱۶، ۱۸ و ۲۱) فرآیند اعطای مجوز به محصولات غذایی و خصوصاً دارویی جدید در اغلب موارد با سخت‌گیری‌های متعدد همراه و زمان‌بر است. ستاد فناوری نانو برای زمینه‌سازی و ترویج تنظیم‌گری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی رویکردی فعال دارد و در این راستا با سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی مختلف نشست‌های مشترک برگزار نموده است (NDC, 2022b). در این نشست‌ها به بررسی فرصت‌های همکاری در زمینه استفاده از ظرفیت‌های فناوری نانو در دستگاه‌های اجرایی پرداخته می‌شود. (مصاحبه‌شونده ۱۳). برای نمونه در نشست ستاد با سازمان حفاظت از محیط‌زیست، فناوری‌ها و موضوعاتی که در حوزه نانو می‌توانند در محیط زیست استفاده شود مانند نانوغشاه‌ها در تصفیه آب و پساب، فناوری نانوحباب در تصفیه پساب‌های صنعتی و احیاء تالاب‌ها، نانوکاتالیست‌ها و فناوری پلاسما در تصفیه گازهای آلاینده صنایع و نیروگاه‌ها معرفی شدند.^۳ به گفته مصاحبه‌شوندگان ۴ و ۸ برنامه‌هایی از این دست، زمینه‌ساز و مقدمه تصویب قوانین مرتبط با استفاده از راه‌حل‌های فناورانه در پاسخ به چالش‌ها و مسائل موجود هستند. از دیگر اقدامات معاونت علمی و ستاد نانو در این ابزار، رایزنی با این سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی برای تسهیل ورود محصولات نانوی ایرانی به فهرست تامین‌کنندگان و همچنین فهرست‌های بهاء^۴ است (مصاحبه‌شوندگان ۱، ۶ و ۷). به عنوان نمونه، در ششمین مجمع اقتصاد فناوری نانو، با امضاء پروتکلی بین نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ۵ محصول نانویی در فهرست بهای سازمان نظام فنی و اجرایی کشور قرار گرفت و خرید دولتی آن‌ها تسهیل شد. از این رو پیشنهاد می‌شود برای افزایش اثربخشی این ابزار، بازنگری در رویه‌های مجوزدهی با هدف تسریع فرآیندها، نهادینه‌سازی الزامات فناورانه در مقررات زیست‌محیطی، سلامت و ساخت‌وساز و طراحی نظامی برای پایش و ارزیابی اثربخشی ابزار تنظیم‌گری با تمرکز بر شاخص‌هایی مانند میانگین زمان صدور مجوز، سطح رضایت شرکت‌ها از تعامل با نهادهای اجرایی و میزان بهره‌برداری نهادهای از محصولات نانویی، در دستور کار سیاست‌گذاران قرار گیرد.

۱. قابل دسترسی در: <https://www.nanostandard.ir/node/659> (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

2. Low-E

۳. مصاحبه منتشر شده از دکتر محمودرضا جعفری، رئیس هیات مدیره شرکت اکسیر نانوسینا. قابل دسترسی در: <https://dolat.ir/detail/313824> (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

۴. قابل دسترسی در: <https://B2n.ir/pf8648> (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

۵. لیست مرجع میان کارفرمایان و پیمانکاران مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر ساله سازمان برنامه و بودجه آن را اصلاح و به‌روزرسانی می‌کند. محصولات عمرانی مبتنی بر فناوری‌های نوین به فهرست پایه اضافه می‌شود.

قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای از محصولات دارای مشابه خارجی برای شکل‌گیری بازار داخلی: در خصوص افزایش تعرفه واردات محصولات دانش‌بنیان دارای مشابه داخلی (در صورتی که شرکت توان برطرف کردن نیاز داخل و پوشش تقاضای بازار را داشته‌باشد)، با معرفی ستاد نانو، معاونت پیگیری‌هایی را با دفتر مقررات صادرات و واردات وزارت صمت انجام می‌دهد و شرکت‌های واجد شرایطی که درخواست افزایش تعرفه محصول مشابه وارداتی خود را دارند، به این دفتر معرفی می‌کند. پس از ارزیابی‌های لازم توسط وزارت صمت، در کیتمه‌های مربوطه تصمیم در ارتباط با افزایش تعرفه محصولات گرفته می‌شود (مصاحبه‌شونده ۱۲). برای نمونه، "شرکت سازنده نوعی کاتالیست که توان تامین نیاز کشور را داشت، به وزارت صمت معرفی کردیم، از آنجا دیگه ستاد دخالتی نداشت و پس از برگزاری جلسات و بررسی‌های لازم تعرفه واردات نمونه مشابه خارجی مقداری زیاد شد" (مصاحبه‌شونده ۱۱). وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نیز به عنوان متولی اصلی صنعت داروهای زیستی (از جمله نانوداروها) کشور در کنار وزارت صنعت، معدن و تجارت و معاونت علمی و فناوری، از ابزارهای سیاستی متعددی از جمله اعمال تعرفه (۳۲ درصدی) برای داروهای دارای مشابه داخلی و کاهش پوشش بیمه‌ای برای داروهای خارجی دارای مشابه داخلی استفاده می‌کند (IBSR, 2017). قرارگرفتن داروهای تولیدی داخل در لیست بیمه‌های درمانی به عنوان یکی از اقدامات وزارت بهداشت، در راستای بازسازی برای محصولات سلامت محور نانو داخلی، انجام می‌شود (Fartash et al., 2021). گرچه فرآیند اجرای این ابزار با چالش‌هایی نظیر بروکراسی چندمرحله‌ای مواجه است. از سوی دیگر، دامنه اعمال این ابزار تاکنون محدود بوده است (مصاحبه‌شوندگان ۱۰ و ۱۷). در این راستا، پیشنهاد می‌شود سازوکاری هماهنگ و شفاف برای حمایت تعرفه‌ای از محصولات نانویی دارای مشابه خارجی طراحی شود. برای نمونه تشکیل کارگروهی مشترک میان ستاد نانو، وزارت صمت و وزارت بهداشت که مسئولیت بررسی‌های موردنیاز را بر عهده گیرد.

اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی) محصولات فناوری نانو برای توسعه بازار این فناوری: صنایع مادر شامل نفت، گاز، پتروشیمی، فولاد، خودروسازی و... در ایران غالباً مالکیت دولتی دارند و به واسطه‌ی همین امر دولت ظرفیت بالقوه قابل توجهی در ایجاد تقاضا و بازسازی برای فناوری نانو در این صنایع دارد (مصاحبه‌شوندگان ۱۱ و ۱۹). مصاحبه‌شونده ۱۴ نیز در این راستا معتقد است "مهم‌ترین انتظار ما از مسئولین اینه که از فناوری‌های جدید در بازارهای دولتی استقبال بیشتری کنن. چون بخش قابل توجهی از کاربرد فناوری‌های جدیدی مثل نانو فناوری در ایران، در صناعی هست که ماهیت دولتی دارند". براساس چند مصاحبه‌شونده، اگر از خرید محصولات فناورانه حمایت نشود، یا به عبارت دیگر هنگامی که مطالبه‌ای از سمت صنایع برای این محصولات نباشد، شرکت‌ها برای بقای خود به ناچار فناوری را کنار می‌گذارند و این مسئله در بلندمدت، به نفع کشور نیست (مصاحبه‌شوندگان ۱۸ و ۲۱). نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ایران ساخت برنامه‌ای منسجم و پایدار با رویکرد تحریک تقاضا و خرید فناوری و نوآوری در بخش دولتی و عمومی، حمایت از بازسازی و پشتیبانی از به‌هم‌رسانی عرضه و تقاضای محصولات دانش‌بنیان است که از سال ۹۲ توسط معاونت علمی اجرا می‌شود (Narimani et al., 2018). چالش‌هایی نیز در مسیر تحقق کامل این ابزار وجود دارد؛ از جمله ضعف سازوکارهای قانونی برای خرید محصول فناورانه در دستگاه‌های دولتی، محدود بودن دامنه پوشش ابزار و محافظه‌کاری و مقاومت در برابر پذیرش فناوری‌های جدید (مصاحبه‌شوندگان ۲ و ۵ و ۱۹). پیشنهاد می‌شود دولت بودجه‌ای مشخص و مستقل برای خرید هدفمند از شرکت‌های فناور به دستگاه‌های دولتی و وزارتخانه‌ها اختصاص دهد. به علاوه ظرفیت‌های قانونی فعلی نظیر مجوز ترک تشریفات مناقصه شرکت‌های دانش‌بنیان به طور موثرتری به کار گرفته شود.

پیش‌خرید/ خرید تضمینی محصولات مرتبط با فناوری نانو: ستاد از همان سال‌های ابتدایی تاسیس، برای ساخت تجهیزات در داخل، اهمیت ویژه‌ای قائل بود و این موضوع خود موجب شکل‌گیری بازار برای سازندگان تجهیزات نانو فناورانه گردید (مصاحبه‌شوندگان ۱ و ۲). ساخت داخل تجهیزات فناوری نانو، از نیمه دهه ۸۰ با بهره‌گیری از ابزار پیش‌خرید آغاز شد.

اتخاذ این راهبرد و استمرار در حمایت از سازندگان تجهیزات منجر به شکل‌گیری بیش از ۳۵ شرکت تجهیزات‌سازی فناوری نانو در ایران و عرضه حدود ۱۵۰ نوع تجهیز آزمایشگاهی و ماشین‌صنعتی در دهه ۹۰ گردید. این ابزار تأثیر بسزایی در کاهش ریسک فنی، کمک به قابلیت فناوریانه، ترغیب کاربران برای استفاده از دستگاه و ارائه بازخورد جهت بهبود و رفع ایرادات احتمالی محصول شرکت‌ها دارد (Ahmadvand et al., 2018). دستگاه‌هایی که ستاد پیش‌خريد می‌کرد، اکثراً به دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی یا در برخی موارد به مقامات سایر کشورها اهدا می‌شد. برای مثال "با هدف شناسایی برند کشور ایران و ایجاد اعتبار در جامعه بین‌الملل خرید تضمینی چند دستگاه میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) برای هدیه به چند کشور انجام گرفت که ستاد و معاونت علمی بودجه لازم را تأمین کردن" (مصاحبه‌شونده ۴). با این حال، به دلایلی نظیر محدودیت در تخصیص منابع مالی، ریسک بالا و برپایی نمایشگاه ایران ساخت به کارگیری این ابزار سیاستی در ایران به صورت مقطعی و صرفاً برای تجهیزات با فناوری پیشرفته نانویی انجام گرفته است (مصاحبه‌شونده ۱، ۴ و ۶).

به‌هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو: رسوخ فناوری نانو در صنایع مختلف و رفع چالش‌های صنعتی از طریق راه‌حل‌های فناوریانه همواره از اولویت‌های ستاد بوده است (مصاحبه‌شوندگان ۱، ۶ و ۱۱). از این رو شبکه تبادل فناوری در سال ۱۳۹۴ جهت شناسایی نیازهای صنعتی کشور و پاسخگویی به این نیازها با بهره‌گیری از ظرفیت داخلی فناوران و ایفای نقش حمایت‌گری و تسهیل‌گری و همچنین مدیریت و پیگیری فرآیند تبادل فناوری ذیل ستاد توسعه فناوری نانو ایجاد شد. عمده فعالیت‌های شبکه تبادل فناوری در دو محور شناسایی تقاضاها و مسائل صنعتی و کمک به حل آن‌ها با استفاده از ظرفیت شرکت‌های فناور و معرفی فرصت‌های فناوریانه بومی کشور به صنایع به واسطه کارگزاران فناوری می‌پردازد (مصاحبه‌شونده ۱۱). "شبکه تبادل و کارگزارش به واسطه ارتباطاتی که با مجموعه‌های مختلف دارن، نیازهای صنایع را شناسایی و برجسته، صاحبان صنایع را به رفع نیاز ترغیب و سپس از ظرفیت و توانمندی شرکت‌های فناور برای پاسخ به نیازها استفاده می‌کنن. در صناعی مثل نفت، رنگ و رزین، کامپوزیت و ساختمان نمونه‌های موفق از به‌کارگیری این ابزار وجود داره. اما در برخی صنایع که رقابت در آن‌ها کمتره مثل صنعت خودرو، استقبال کمتری از این همکاری‌ها میشه" (مصاحبه‌شونده ۱۱). برگزاری نمایشگاه‌ها از دیگر ابزارهایی است که همکاری بین شرکت‌ها را تقویت می‌نماید. نمایش توانمندی‌های شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور، در افزایش تعاملات این شرکت‌ها با بنگاه‌های بزرگ صنعتی نقش موثر دارد (Shokri et al., 2022). از این رو معاونت علمی و ستاد نانو اقدام به برگزاری نمایشگاه‌های متعدد در حوزه‌های فناوریانه می‌نمایند (مصاحبه‌شوندگان ۴ و ۸). با وجود این دستاوردها، چند ضعف ساختاری استمرار و تعمیق اثر این ابزار را محدود نموده است؛ نخست، بسیاری از مدیران و تصمیم‌گیران صنعتی آشنایی کافی با مدل‌های نوآوری باز ندارند و در نتیجه، به همکاری فناوریانه تمایل نشان نمی‌دهند؛ دوم، در مقایسه با فناوری‌های غالب، هزینه اولیه به‌کارگیری محصولات نانویی بالاتر است و در نبود الزام یا فشار رقابتی، انگیزه کافی برای پذیرش این هزینه وجود ندارد؛ سوم، ریشه‌دار بودن رویه‌های سنتی تولید و نبود ضرورت برای ارتقای کیفیت، مقاومت در برابر تغییر را تشدید می‌کند؛ چهارم، جابه‌جایی مکرر مدیران و کارشناسان کلیدی در سازمان‌های دولتی موجب تغییر اولویت‌ها و تعلیق یا توقف پروژه‌های در حال مذاکره می‌شود؛ و نهایتاً، بسیاری از شرکت‌های فناور در گذار از تولید آزمایشگاهی به مقیاس صنعتی با دشواری‌های فنی و تأمین سرمایه روبه‌رو هستند (مصاحبه‌شوندگان ۴، ۹، ۱۲ و ۲۰). براساس چالش‌های ذکر شده پیشنهادات شامل طراحی مکانیسم‌های انگیزشی، اعطای مشوق‌های مالی برای پذیرندگان فناوری در بخش‌های صنعتی و ایجاد سازوکارهای جبرانی برای هزینه‌ها می‌شود.

حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو: بسیاری از شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، از توانمندی و شایستگی ورود به بازارهای جهانی و ارزآوری برای کشور برخوردارند (مصاحبه‌شوندگان ۵ و ۸). از طرفی بازار ۸۰ میلیون نفری ایران برای محصولات با فناوری پیشرفته نانو که ماهیت مصرفی ندارند، بازار کوچکی است، بنابراین صادرات و ورود به بازارهای بین‌المللی نه تنها یک راهکار بلکه به منزله یک الزام است و دولت باید از توسعه صادرات شرکت‌ها حمایت کند

(مصاحبه‌شوندگان ۱ و ۶). در سال ۱۴۰۲، ۱۴۵ میلیون دلار از محصولات نانوی ساخت ایران به ۴۹ کشور در ۵ قاره دنیا صادر شده است. حدود ۶۰ درصد صادرات نانو ایران به کشورهای چوچ عراق، سوریه، هند، چین و ترکیه اختصاص دارد. بیشترین سهم صادرات مربوط به محصولات عمرانی، نانومواد، اپتیک و الکترونیک است؛ ستاد نانو با هدف افزایش حجم صادرات محصولات فناوری نانو و برقراری تعامل موثر با سایر کشورها در برخی کشورها از جمله چین، اندونزی، هند، عراق و سوریه دفاتر صادراتی ایجاد کرده‌است (مصاحبه‌شونده ۵). این دفاتر وظیفه شناسایی فرصت‌های همکاری با انجام مطالعات بازار را برای محصولات صادراتی برعهده دارند. کمک به حضور شرکت‌ها در نمایشگاه‌های تخصصی و برگزاری رویدادهای به‌هم‌رسانی با شرکت‌های متناظر خارجی، ارائه خدمات تجاری از قبیل خدمات حقوقی، گمرکی و... از دیگر خدماتی است که این دفاتر به شرکت‌های نانو فناور ارائه می‌دهند. راه‌اندازی دفاتر صادراتی ستاد نانو یا مرتبط با فناوری نانو در کشورهای منتخب و ارائه خدمات توانمندسازی، از جمله اقدامات اثربخش برای توانمندسازی صادرات شرکت‌های دانش‌بنیان نانویی بوده است (مصاحبه‌شوندگان ۳ و ۱۶). اقدام دیگری که در این راستا پیشنهاد می‌شود، تقویت همکاری‌های صادراتی بین شرکت‌های کوچک دانش‌بنیان و شرکت‌های بزرگ دارای تجربه و زیرساخت صادراتی است.

جدول ۵. جمع بندی اقدامات انجام شده و بازیگران ابزارهای بازارسازی فناوری نانو در ایران (یافته‌های نویسندگان)

دسته ابزار	ابزار سیاستی	اقدامات انجام شده	بازیگران [ان] محوری	اثربخشی ابزار ^۳
اقدامات ترویجی	ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو در جامعه، شرکت‌های بزرگ و سرمایه‌گذاران	ترویج دانش‌آموزی ترویج دانشجویی ترویج صنعتی ترویج عمومی	ستاد نانو	***
تأمین مالی و ارائه تسهیلات توسعه محصول، فناوری و زیرساخت برای توسعه بازار فناوری	اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) و یارانه به خریداران محصولات فناوری نانو	ارائه تسهیلات لیزینگ ارائه وام کم‌بهره برای ساخت نمونه اولیه دستگاه‌ها و تجهیزات پیشرفته	صندوق نانو	*
		برگزاری نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ایران ساخت	معاونت علمی؛ صندوق نانو	
	حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، طرح‌ها و پروژه-های توسعه محصول فناوری نانو با مشارکت بخش خصوصی	سرمایه‌گذاری صنتا در طرح‌ها و پروژه‌های گوناگون	هلدینگ دانش‌بنیان صنایع نانو تک آینده (صنتا)	*
	توسعه زیرساخت‌های فناوری با هدف تسهیل انتشار و توسعه بازار فناوری نانو	راه‌اندازی شبکه تجهیزات آزمایشگاهی فناوری نانو ایجاد شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی تأسیس فب میکرو/نانو الکترونیک در پارک فناوری پردیس	ستاد نانو معاونت علمی معاونت علمی؛ صندوق نانو	**
	ارائه مشوق و حمایت از تحقیق و توسعه محصولات فناوری نانو مبتنی بر رویکرد کشش بازار	برنامه رینکست (حمایت از تحقیق و توسعه درون‌زا) و ارائه تسهیلات مالی تحقیق و توسعه در قالب وام کم‌بهره	ستاد نانو	*

۱. قابل دسترسی در: B2n.ir/w83387 (آخرین تاریخ دسترسی ۱۷ آبان ۱۴۰۳)

۲. قابل دسترسی در: B2n.ir/y70283 (آخرین تاریخ دسترسی ۷ فروردین ۱۴۰۴)

۳. از همه مصاحبه‌شوندگان درباره اثربخشی ابزارها در بازارسازی فناوری نانو در ایران در قالب طیف لیکرت (اثربخشی خیلی زیاد (امتیاز ۵)، زیاد (۴)، متوسط (۳)، کم (۲) و خیلی کم (۱)) پرسیده شد. اثربخشی ابزارهای سیاستی از چهار منظر الف) استمرار ارائه ابزار به ذینفعان، ب) سهولت بهره‌برداری؛ ج) میزان تحقق اهداف ابزار از منظر شرکت‌ها و سیاستگذاران؛ و د) سطح رضایت شرکت‌ها از عملکرد ابزارها به عنوان یک کل واحد مورد پرسش قرار گرفت. داده‌های مربوط به اثربخشی ابزارها از طریق پرسشنامه‌ای برای نظرسنجی از ۳۰ شرکت فعال در حوزه فناوری نانو جمع‌آوری انجام شد. گفت‌وگوها و توزیع پرسشنامه‌های مرتبط با سنجش اثربخشی ابزارهای بازارسازی به‌صورت میدانی در نمایشگاه ایران نانو ۱۴۰۳ توسط نویسندگان انجام گرفت. میانگین ارزیابی مصاحبه‌شوندگان در قالب *** به معنای اثربخشی بالای ابزار از نظر دو سوم مصاحبه‌شوندگان (امتیاز بالای ۴)، ** برای اثربخشی کارکرد از دیدگاه دست‌کم نیمی از مصاحبه‌شوندگان (امتیاز بین ۲،۵ تا ۴) و * برای نشان دادن اثربخشی ابزار توسط کمتر از نیمی از مصاحبه‌شوندگان (امتیاز کمتر از ۲،۵) در جدول ۵ استفاده شده است.

دسته ابزار	ابزار سیاستی	اقدامات انجام شده	بازیگر [ان] محوری	اثر بخشی ابزار ^۳
سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری برای توسعه بازار فناوری	اهرم کردن استاندارد برای شکل‌گیری و توسعه بازار فناوری نانو	تدوین ۱۷۲ استاندارد ملی در حوزه نانو فناوری (تاریف، روش‌های آزمون و ویژگی‌ها) درخواست ارتقای استاندارد اجباری برخی محصولات	سازمان ملی استاندارد؛ ستاد نانو	**
	تنظیم‌گری و قانون‌گذاری برای توسعه بازار و نفوذ فناوری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی	تشکیل کمیته نانو در سازمان غذا و دارو، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان دامپزشکی برگزاری نشست‌های مشترک با دستگاه‌های اجرایی با هدف بررسی فرصت‌های همکاری در زمینه استفاده از ظرفیت‌های فناوری نانو در دستگاه‌های اجرایی رایزنی با سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی برای تسهیل ورود محصولات نانوی ایرانی به فهرست تامین-کنندگان و همچنین فهرست‌های بها	ستاد نانو	**
	قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای از محصولات فناوری نانو دارای مشابه خارجی با هدف شکل‌گیری و تقویت بازار داخلی	معرفی شرکت‌های واجد شرایطی به دفتر مقررات صادرات و واردات وزارت صمت اعمال تعرفه (۳۲ درصدی) برای داروهای دارای مشابه داخلی و کاهش پوشش بیمه‌ای برای داروهای خارجی دارای مشابه داخلی	وزارت صمت؛ معاونت علمی؛ ستاد نانو وزارت بهداشت	*
توسعه بازار داخلی و بین‌المللی فناوری	اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی) محصولات فناوری نانو برای توسعه بازار این فناوری	برگزاری نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ایران ساخت خرید ژل موضعی نانولیپوزومی آمفوتریسین برای درمان سالک	معاونت علمی؛ صندوق نانو وزارت بهداشت	**
	پیش‌خرید / خرید تضمینی محصولات فناوری نانو	پیش‌خرید تجهیزات ساخت داخل فناوری نانو از نیمه دهه ۸۰ پیش‌خرید چند دستگاه میکروسکوپ نیروی اتمی و هدیه به سران چند کشور	ستاد نانو	*
حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو	به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو	ایجاد شبکه تبادل فناوری برگزاری نمایشگاه‌هایی نظیر ایران نانو	معاونت علمی؛ ستاد نانو	**
	حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو	ایجاد دفاتر صادراتی در کشورهای چین، اندونزی، هند، عراق و سوریه	ستاد نانو	*

در شکل ۱، روابط و شبکه تعاملات میان بازیگران مختلف، در ابزارهایی که بیش از یک نهاد در فرآیند طراحی یا اجرای آن مشارکت داشته‌اند، نمایش داده شده است. این تعاملات به‌ویژه در ابزارهایی مشاهده می‌شود که ماهیت بین‌بخشی داشته و نیازمند هماهنگی میان نهادهای مختلف بوده‌اند. برای نمونه، در ابزار اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) و یارانه به خریداران محصولات فناوری نانو، همکاری میان صندوق توسعه فناوری نانو و معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری در قالب برگزاری نمایشگاه ایران‌ساخت شکل گرفته است. در ابزار توسعه زیرساخت‌های فناوری با هدف توسعه بازار فناوری نانو نیز، نمونه بارز یک همکاری دیگر میان این دو نهاد را می‌توان در تأسیس و راه‌اندازی نانوفب مشاهده کرد. در ابزار اهرم کردن استاندارد برای شکل‌گیری و توسعه بازار فناوری نانو، مشارکت ستاد توسعه فناوری نانو با سازمان ملی استاندارد منجر به تدوین ۱۷۲ استاندارد ملی در حوزه نانو (شامل تعاریف، روش‌های آزمون و ویژگی‌ها) شده است. در ابزار تنظیم‌گری نیز همکاری نزدیک ستاد نانو با معاونت علمی از طریق رایزنی با سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی برای تسهیل ورود محصولات نانویی به فهرست تأمین‌کنندگان و فهرست‌های بهای نهادهای دولتی مشاهده می‌شود. در ابزار قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای از محصولات فناوری نانو دارای مشابه خارجی، فرآیند معرفی شرکت‌ها از سوی معاونت علمی و ستاد نانو به وزارت صنعت، معدن و تجارت و پیگیری اقدامات حمایتی مربوطه، گویای نوعی تقسیم کار و تعامل اجرایی میان بازیگران است. در آخر، در ابزار به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو، نقش‌آفرینی معاونت علمی در حمایت مادی و معنوی از ستاد نانو برای برگزاری رویدادهایی نظیر شبکه تبادل فناوری و نمایشگاه ایران نانو، نشان‌دهنده هماهنگی در اجرای این ابزار سیاستی است.



شکل ۱. شبکه تعاملات بازیگران در ابزارهای بازارسازی؛ خطوط ممتد نشان می‌دهد بازیگر مسئول اجرای ابزار سیاستی مورد نظر بوده و خطوط نقطه‌چین نشان‌دهنده نقش هماهنگی و تسهیل‌گری بازیگر است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش ارائه چارچوب و تحلیل سیاست‌های حمایت از بازارسازی فناوری نانو در ایران است. بدین منظور با مطالعه مقالات، اسناد و گزارش‌های معتبر بین‌المللی و مرور تجارب سایر کشورها، چارچوب مفهومی تحقیق در بخش پیشینه ارائه شد. سپس با نمونه‌گیری هدفمند، تعداد ۲۲ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با افراد منتخب شامل سیاست‌گذاران، مدیران و افراد کلیدی در شرکت‌های نانو فناوری انجام گرفت. علاوه بر داده‌های اولیه و ثانویه مورد استفاده قرار گرفت. یافته‌های پژوهش بیانگر استفاده از ۱۲ ابزار سیاستی حمایت از بازارسازی فناوری نانو است که در بخش یافته‌ها به تفصیل تشریح شد. هم‌راستا با پیشینه و تجارب سایر کشورها، یافته‌های این مقاله نیز تاییدکننده استفاده از ابزار «ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو در جامعه، شرکت‌های بزرگ و سرمایه‌گذاران» برای بازارسازی فناوری نانو است. بررسی پیشینه ابزار «اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) به خریداران محصولات فناوری نانو» بیانگر اعطای تسهیلات مالی از سوی دولت کشورهای مختلف جهت حمایت از طرف تقاضا و بازارسازی فناوری، مشابه ایران است. درخصوص ابزار «حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، طرح‌ها و پروژه‌های توسعه محصول فناوری نانو با مشارکت بخش خصوصی»، بررسی پیشینه و تجارب سایر کشورها حاکی از به کارگیری گسترده‌تر ابزار در مقایسه با ایران در حوزه‌های فناوری‌های نوآورانه است (Sharma et al., 2014). بررسی پیشینه و تجربه سایر کشورها نیز بیانگر اهمیت ابزار «اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی) محصولات فناوری نانو برای توسعه بازار این فناوری» در حمایت از بازارسازی فناوری‌های نوآهور است. به طوری که بسیاری از کشورهای توسعه یافته از برنامه‌های حمایتی منسجم و ساختارمندی برای خریدهای دولتی نوآورانه برخوردارند (OECD, 2014). در حالی که براساس یافته‌های نویسندگان همانند مطالعات پیشین (Fartash et al., 2021) علی‌رغم ظرفیت قابل توجه بازار دولتی در ایران تدارکات عمومی نوآورانه غالباً به صورت موردی و کمتر در قالب برنامه‌های منسجم و پایدار انجام گرفته است. هم‌راستا با پیشینه و تجارب سایر کشورها، یافته‌های این مقاله نیز تاییدکننده استفاده از ابزار «

قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای از محصولات فناوری نانو دارای مشابه خارجی با هدف شکل‌گیری و تقویت بازار داخلی» برای بازاریابی فناوری نانو است. پیشینه نیز بیانگر اهمیت به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری، نوآوری باز و همکاری فناورانه شرکت‌ها برای شکل‌گیری و توسعه بازار در راستای ابزار «به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو» است (Edler and Yeow, 2016, Winch and Courtney, 2007;) و سایر کشورها هم‌راستا با ایران برنامه‌ها و اقدامات مشخصی در دست اجرا دارند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، در ابزار «حمایت از صادرات محصولات فناوری نانو»، نهادهای حامی صادرات شرکت‌های دانش‌بنیان در ایران بیشتر به برنامه‌های انگیزشی، اطلاعاتی و عملیاتی پرداخته‌اند و برنامه‌های حمایت مالی مستقیم کمتر در این بین دیده می‌شود. به علاوه برنامه‌هایی با هدف حمایت از تولید مشترک در خارج از کشور در ایران به صورت محدودتری در قیاس با سایر برنامه‌های حمایتی انجام شده‌است. در خصوص اثربخشی ابزارها نیز می‌توان گفت اثربخشی ابزار ترویج مزایا و کاربردهای فناوری نانو زیاد، ابزارهای اعطای تسهیلات مالی (وام و لیزینگ) و یارانه به خریداران، توسعه زیرساخت‌های فناوری، ارائه مشوق و حمایت از تحقیق و توسعه محصولات مبتنی بر رویکرد کشش بازار، اهرم کردن استاندارد برای شکل‌گیری و توسعه بازار، تنظیم‌گری و قانون‌گذاری برای توسعه بازار و نفوذ فناوری نانو در بخش‌های صنعتی و اقتصادی، اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی) محصولات فناوری نانو و به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری نانو به میزان متوسط بوده است. اثربخشی دیگر ابزارها شامل حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، طرح‌ها و پروژه‌های توسعه محصول فناوری نانو با مشارکت بخش خصوصی، پیش‌خرید/خرید تضمینی محصولات فناوری نانو، قیمت‌گذاری و حمایت تعرفه‌ای از محصولات فناوری نانو دارای مشابه خارجی با هدف تقویت بازار داخلی و حمایت از صادرات محصولات نیز محدود است. فناوری نانو به عنوان یکی از فناوری‌های اولویت‌دار کشور و همچنین مورد تمرکز سیاست‌گذاران در سال‌های اخیر، از منظر تعداد بالای شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور فعال در این حوزه و تعداد بالای منتشرات علمی حائز اهمیت است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، اثربخشی بخش قابل توجهی از ابزارهای سیاستی بازاریابی مورد استفاده در حوزه فناوری نانو، در مجموع محدود و کمتر از حد انتظار بوده و اهداف توسعه بازار این فناوری در سطح گسترده محقق نشده است. از دلایل این امر می‌توان به این موارد اشاره نمود؛ نخست، ابزارها بعضاً فاقد پایداری، انسجام و ضمانت اجرایی بوده‌اند؛ برای نمونه طرح‌ها و مشوق‌های مالی، اغلب به صورت مقطعی، محدود و بدون پیوست‌های اجرایی بلندمدت طراحی شده‌اند. دوم، از منظر سازوکارهای اثرگذاری، فقدان مشوق‌های مؤثر برای تحریک تقاضای بازار نهایی (به‌ویژه از سوی کاربران صنعتی) موجب شده که حتی محصولات دارای کیفیت بالا نیز با موانع ورود به بازار مواجه باشند. سوم، ضعف در تنظیم‌گری مؤثر و سازوکارهای حمایتی از جمله نبود استانداردهای تخصصی اجباری، عدم الزام به استفاده از فناوری نانو در زنجیره تأمین صنایع بزرگ و همچنین نبود سیاست‌های خرید دولتی هدفمند در توسعه محدود بازار فناوری نانو مؤثر بوده است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در فرایند تعیین فناوری‌های اولویت‌دار ملی آتی، صرفاً به ظرفیت‌های علمی و فناورانه توجه نشود، بلکه شاخص‌های مرتبط با بازاریابی، ظرفیت جذب تقاضای صنعتی و آمادگی زیرساخت‌های نهادی و تنظیم‌گری نیز به‌طور متوازن لحاظ گردد. تحلیل‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که گروه‌های مختلف بازار عمدتاً به عواملی همچون ضعف در سیاست‌های مشوق خرید کاربران نهایی، خلأ در تنظیم‌گری تخصصی و عدم نفوذ کافی فناوری نانو در صنایع بزرگ نظیر پتروشیمی، خودروسازی و انرژی اشاره کرده‌اند. برطرف‌سازی این موانع، شرطی ضروری برای اثربخشی ابزارهای سیاستی بازاریابی به‌شمار می‌رود. براساس نتایج حاصل از یافته‌ها، اولین پیشنهاد سیاستی بهره‌مندی از ظرفیت استانداردهای اجباری در زمینه بازاریابی محصولات نانوفناورانه‌ای نظیر شیشه‌های کم‌گسیل و فیلترهای خودرو و نیروگاه‌ها است. راهبرد پیشنهادی در این زمینه براساس نظرات مصاحبه‌شوندگان، حرکت تدریجی و در بازه زمانی مشخص (مثلاً ۵ ساله) به سمت وضع این دست استانداردها و قوانین است. با نگاهی بر تجارب بین‌المللی اهمیت دو ابزار پیش‌خرید/خرید تضمینی محصولات فناوری نانو و اهرم کردن خریدهای دولتی (تدارکات عمومی) محصولات فناوری نانو برای توسعه بازار این فناوری آشکار می‌شود. گرچه در ایران نیز شواهدی از به کارگیری این ابزارها یافت می‌شود اما پیشنهاد می‌گردد مانند کشورهایی نظیر آمریکا (Vonortas and Edquist, 2015)، روسیه (Connolly, 2013)، تایلند (NNPF, 2012)، استرالیا، بریتانیا و هلند

(OECD, 2011) ابزارهای اشاره شده، در مقیاس گسترده‌تر، به طور پیوسته و در چارچوبی مشخص برای انواع محصولات فناوریانه به کار گرفته شود. در نهایت پیشنهاد می‌شود، برنامه‌هایی مشابه نمایشگاه ایران ساخت که چندین ابزار حمایتی بازارسازی مانند یارانه خرید برای بخش دولتی، برنامه‌های لیزینگ برای بخش خصوصی، به هم‌رسانی طرف عرضه و تقاضای فناوری را هم‌زمان پوشش می‌دهند تقویت شده و توسعه یابند. با توجه به نتایج حاصل از این مقاله اولین پیشنهاد برای تحقیقات آتی، مطالعه‌ای جامع در مورد تطور و سیر تکاملی ابزارهای مختلف بازارسازی در حوزه نانو فناوری و سنجش اثربخشی هر یک از ابزارها است. همچنین، مطالعه تطبیقی ابزارهای بازارسازی در دیگر فناوری‌های نوظهور نظیر زیست‌فناوری، هوش مصنوعی و انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان پیشنهاد دوم مطرح می‌شود. پیشنهاد سوم نیز تحلیل نقش و اقدامات بازیگران فعال در بازارسازی فناوری نانو خصوصاً ستاد فناوری نانو به صورت مستقل و مجزا است.

References

1. Ahmadvand, E., Salami, S. R., Bamdad Soofi, J. and Tabatabaieian, S. H. (2018). Policy instruments for catch-up in the nanocoatings industry in Iran. *Iranian Journal of Public Policy*, 4(1), 36-60. [In Persian].
2. Akintoye, A., Hardcastle, C., Beck, M., Chinyio, E., & Asenova, D. (2003). Achieving best value in private finance initiative project procurement. *Construction management and economics*, 21(5), 461-470. <https://doi.org/10.1080/0144619032000087285>
3. Allan, J. E., Ferreri, A., Grande, S., Giannantonio, R., & Matteucci, F. (2019). Technology transfer in nanotechnology. Publications Office of the European Union, Luxembourg. Accessible at: <https://core.ac.uk/download/pdf/196263592.pdf>
4. Amsden, A. H. (2004). Import substitution in high-tech industries: Prebisch lives in Asia!. *Cepal Review*. Accessible at: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a249ca10-7d10-453c-9029-29395b7f6892/content>
5. Asadifard, R. and Mazarei, S. H. (2019). Analyzing the Intra-Network Relationships of the Members of Science and Technology Collaborative Networks Using Social Networks Analysis (Case of Study: Iran Nanotechnology Laboratory Network). *Iranian Journal of Public Policy*, 5(1), 117-145.
6. Bachmann, G., & Brand, L. (2015). Governmental Strategy for the Support of Nanotechnology in Germany. *The Nano-Micro Interface: Bridging the Micro and Nano Worlds*, 19-36. <https://doi.org/10.1002/9783527679195.ch2>
7. Belk, R. (2007). *Handbook of Qualitative Research Methods in Marketing*. Cheltenham: Edward Elgar Pub.
8. Bellucci, A., Pennacchio, L., & Zazzaro, A. (2019). Public R&D subsidies: collaborative versus individual place-based programs for SMEs. *Small Business Economics*, 52, 213-240. <https://doi.org/10.1007/s11187-018-0017-5>
9. Bhatia, P., Vasaikar, S., & Wali, A. (2018). A landscape of nanomedicine innovations in India. *Nanotechnology Reviews*, 7(2), 131-148. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2017-0196>
10. Blind, K. (2013). The impact of standardization and standards on innovation: compendium of evidence on the effectiveness of innovation policy intervention. Manchester Institute of Innovation Research, Manchester, UK. Accessible at: https://media.nesta.org.uk/documents/the_impact_of_standardization_and_standards_on_innovation.pdf
11. Boon, W., & Edler, J. (2018). Demand, challenges, and innovation. Making sense of new trends in innovation policy. *Science and Public Policy*, 45(4), 435-447. <https://doi.org/10.1093/scipol/scy014>
12. Boon, W. P., Edler, J., & Robinson, D. K. (2022). Conceptualizing market formation for transformative policy. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 42, 152-169. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.12.010>
13. Brown, N., Kneep, P., & Blind, K. (2022). The Role of Standardisation in Support of Emerging Technologies in the UK. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Accessible at: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6297a1458fa8f50390d4500b/role-of-standardisation-in-support-of-emerging-technologies-uk.pdf>
14. Connolly, R. (2013). State industrial policy in Russia: the nanotechnology industry. *Post-Soviet Affairs*, 29(1), 1-30. <https://doi.org/10.1080/1060586X.2013.778545>
15. Cozzens, S. E., Bobb, K., & Bortagaray, I. (2002). Evaluating the distributional consequences of science and technology policies and programs. *Research Evaluation*, 11(2), 101-107. <https://doi.org/10.3152/147154402781776899>
16. Creutzig, F., Fernandez, B., Haberl, H., Khosla, R., Mulugetta, Y., & Seto, K. C. (2016). Beyond technology: demand-side solutions for climate change mitigation. *Annual Review of Environment and Resources*, 41. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085428>
17. Czarnitzki, D., Hanel, P., & Rosa, J. M. (2011). Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconomic study on Canadian firms. *Research policy*, 40(2), 217-229. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.017>
18. Dmitriev, O. N., and S. V. Novikov. "Fundamentals of machine-tool leasing in the Russian high-tech industry." *Russian Engineering Research* 40, no. 7 (2020): 575-576. <https://doi.org/10.3103/S1068798X20070096>
19. EBRD. (2006). *Transition Report 2006*, European Bank for Reconstruction and Development, London. Accessible at: <https://www.ebrd.com/downloads/research/transition/TR06.pdf>
20. Edler, J. (2013). Review of policy measures to stimulate private demand for innovation. Concepts and effects. Compendium of evidence on the effectiveness of innovation policy intervention, 13, 44. Accessible at: https://media.nesta.org.uk/documents/review_of_policy_measures_to_stimulate_private_demand_for_innovation_concepts_and_effects.pdf
21. Edler, J., & Yeow, J. (2016). Connecting demand and supply: The role of intermediation in public procurement of innovation. *Research policy*, 45(2), 414-426. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.10.010>
22. Fartash, K., Mohseni Kiasari, M. and Mesma Khosroshahi, E. (2021). Analyzing Policy Instruments Used in Technological Collaboration of 3 Large Firms with Small Technology-based Firms. *Journal of Science and Technology Policy*, 14(3), 2-18. [In Persian].
23. Foulkes, R., Man, E., Thind, J., Yeung, S., Joy, A., & Hoskins, C. (2020). The regulation of nanomaterials and nanomedicines for clinical application: Current and future perspectives. *Biomaterials science*, 8(17), 4653-4664. <https://doi.org/10.1039/D0BM00558D>
24. Garmayev, B. (2022). State support for exports in industry: China's experience. *Теория и практика современной науки*, (8 (86)), 8-14. Accessible at: <https://cyberleninka.ru/article/n/state-support-for-exports-in-industry-chinas-experience>

25. Ghasemzadeh, A. (2018). Breaking the Cocoon (Narrative of Nanotechnology Standardization Experiences and Policies in Iran). Author's Publication. [In Persian].
26. Inshakova, E., Inshakov, O., & Orlova, A. (2017). Global and Russian nanotechnology product market development: comparison of trends and impact of sanctions. *International Journal of Trade and Global Markets*, 10(2-3), 226-235. <https://doi.org/10.1504/IJTG.M.2017.086077>
27. Institute of Business Studies and Research (IBSR). (2017). Integrating Industrial, Commercial and Technological Policies in Iran's Biopharmaceutical Industry. Research Project Report. Tehran. Iran. [In Persian].
28. Intarakumnerd, P., & Goto, A. (2016). Technology and innovation policies for small and medium-sized enterprises in East Asia. Accessible at: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/161454/1/865238588.pdf>
29. Jarvis, D. S., & Richmond, N. (2011). Regulation and governance of nanotechnology in China: Regulatory challenges and effectiveness. *European Journal of Law and Technology*, 2(3). Accessible at: <https://www.ejlt.org/index.php/ejlt/article/download/94/155?inline=1>
30. Jin, Z., Shang, Y., & Xu, J. (2018). The impact of government subsidies on private R&D and firm performance: does ownership matter in China's manufacturing industry?. *Sustainability*, 10(7), 2205. <https://doi.org/10.3390/su10072205>
31. Jinjin, L., & Hong, Z. (2010). The empirical analysis of tariff protection of high-tech industry. In 2010 International Conference on Education and Management Technology (pp. 305-308). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEMT.2010.5657648>
32. Kazemi Azar, S. (2019). Designing Nanotechnology Commercialization Policies Based on Supporting Start-Up Companies and Challenges in Iran. *Science and Technology Policy Letters*, 08(4), 17-32. [In Persian].
33. Lember, V., Cepilovs, A., & Kattel, R. (2013). Demand-side innovation policy in Estonia: rationales, limits and future paths (No. 56). TUT Ragnar Nurkse Department of Innovation and Governance. Accessible at: B2n.ir/x42836
34. Lin, J. L., & Jang, G. W. (2004). Opportunities for Taiwan's industry. *Materials Today*, 7(12), 36-41. [https://doi.org/10.1016/S1369-7021\(04\)00629-7](https://doi.org/10.1016/S1369-7021(04)00629-7)
35. Lipsey, R. G., Carlaw, K. I., & Bekar, C. T. (2005). *Economic transformations: general purpose technologies and long-term economic growth*. Oup Oxford. Accessible at: B2n.ir/n10388
36. Liu, L. (2015). Overview on nanotechnology R&D and commercialization in the Asia Pacific region. *The Nano-Micro Interface: Bridging the Micro and Nano Worlds*, 37-54. <https://doi.org/10.1002/9783527679195.ch3>
37. Mazzucato, M. (2024). Collective value creation: a new approach to stakeholder value. *International Review of Applied Economics*, 38(1-2), 43-57. <https://doi.org/10.1080/02692171.2022.2144149>
38. Mazzucato, M. (2016). From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. *Industry and Innovation*, 23(2), 140-156. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1146124>
39. Mazzucato, M., & Semieniuk, G. (2017). Public financing of innovation: new questions. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1), 24-48. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grw036>
40. Mohammadi, M., Tabatabaeian, S., Elyasi, M., & Roshani, S. (2013). Formation of Emerging Technological Innovation System in Iran: Case of Nanotechnology Sector. *Journal of Science and Technology Policy*, 6(2), 19-32. [In Persian].
41. Nanotechnology Development Council (NDC). (2022a). 20-Year Performance Report on the Promotion of Nanotechnology in the Islamic Republic of Iran (2001-2020). Tehran, Iran. Available at: <https://news.nano.ir/wp-content/uploads/nanonews-20230119-091003.pdf>. [In Persian].
42. Nanotechnology Development Council (NDC). (2022b). Report on the Implementation of the Nanotechnology Application Expansion Document in 2021. Tehran, Iran. Available at: <https://news.nano.ir/wp-content/uploads/nanonews-20230509-065929.pdf>. [In Persian].
43. Narimani, M., Shalbafi, M., and Farzaneh, S. (2018). Public Procurement as Technology and Innovation Policy Tool: A Case Study of Iran-Lab-Expo. *Journal of Science and Technology Policy*, 11(4), 17-35. [In Persian].
44. National Science and Technology Council (NSTC). (2021). National Nanotechnology Initiative Strategic Plan. (2021). Washington, D.C. Accessible at: https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/NNI-2021-Strategic-Plan.pdf
45. National Science and Technology Council (NSTC). (2023). The National Nanotechnology Initiative Supplement to The President's 2023 Budget. Washington, D.C. Accessible at: https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/NNI-FY23-Budget-Supplement.pdf
46. Norgren, L., Nilsson, R., Perez, E., Pohl, H., Sandström, A., & Sandgren, P. (2007). Needs driven R&D programmes in sectorial innovation systems. Vinnova Publication. Accessible at: <https://www.vinnova.se/contentassets/11e90dd460d54510a4819b897921f4e1/va-07-15.pdf>
47. OECD. (2011). Demand-side Innovation Policies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264098886-en>
48. OECD. (2014). "Intelligent Demand: Policy Rationale, Design and Potential Benefits", OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 13. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5fz8p4rk3944-en>
49. OFT (Office of Fair Trading). (2009). Government in Markets: Why Competition Matters—A Guide for Policy Makers. Accessible at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/284451/OFT1113.pdf
50. Perez, E., & Sandgren, P. (2008). Nanotechnology in Sweden: An innovation system approach to an emerging area. Stockholm: VINNOVA. Accessible at: <https://www.vinnova.se/contentassets/5bd14e90449b424392090dc66e0d7768/va-08-03.pdf>
51. Rigby, J. (2013). Review of pre-commercial procurement approaches and effects on innovation. Compendium of Evidence on the Effectiveness of Innovation Policy Intervention. Manchester Institute of Innovation Research, Manchester Business School. Accessible at: https://media.nesta.org.uk/documents/review_of_pre-commercial_procurement_approaches_and_effects_on_innovation_revised_ajr-14-11-2013_final.pdf
52. Rochman, N. T., & Brama, Y. L. (2009). Indonesia nanotechnology development: current status overview. In *Emerging Nanotechnology Power: Nanotechnology R&D and Business Trends in the Asia Pacific Rim* (pp. 141-167). https://doi.org/10.1142/9789814261555_0006
53. Roco, M. C. (2023). National Nanotechnology Initiative at 20 years: enabling new horizons. *Journal of Nanoparticle Research*, 25(10), 197. <https://doi.org/10.1007/s11051-023-05829-9>
54. Saldaña, Johnny. The coding manual for qualitative researchers. sage, 2021.
55. Sharma, K. K., Tripathi, S. M., & Selvaraj, A. (2014). Emerging PPP model in science and technology in India. Accessible at: <http://oar.icrisat.org/id/eprint/8494>
56. Shokri, H., sadatrasoul, S., Asadifard, R. and hasani, S. (2022). Identify policy tools to develop technological collaboration of large industrial companies with knowledge-based companies. *Innovation Management Journal*, 11(2), 147-173.
57. Tarr, D. G. (2000). On the design of tariff policy: a practical guide to the arguments for and against uniform tariffs. World Bank. Accessible at: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/562241486624901336/pdf/111992-WP-Sept-2000-PUBLIC-WTO-HAND.pdf>
58. Tavallaie, R., & Mohammadzadeh Alamdari, M. (2017). *Techniques and Tools of Research Methodology in Management*. Jahad Daneshgahi Publication, Amirkabir University of Technology Unit, Tehran, Iran.

59. United Nations Economic Commission for Africa (UNECA). (2020). Towards an African nanotechnology future: Trends, impacts and opportunities. United Nations Economic Commission for Africa, Addis Ababa, Ethiopia. https://archive.uneca.org/sites/default/files/PublicationFiles/towards_african_nano_tech.pdf
60. Wu, M. K., Su, T. T., & Song, T. T. (2009). National Nanotechnology Program In Taiwan. In Emerging Nanotechnology Power: Nanotechnology R&D and Business Trends in the Asia Pacific Rim (pp. 333-357). https://doi.org/10.1142/9789814261555_0013
61. Yin, R. K. (2017). Case study research and applications: Design and methods. Sage publications.
62. Zahedi, V. (2018). The Third Way (Narrative of the Laboratory Network Experiences and the Nanotechnology Equipment Manufacturing Program in Iran). Published by the author. [In Persian].
63. Zhou, Y. (2008). Synchronizing export orientation with import substitution: creating competitive indigenous high-tech companies in China. World Development, 36(11), 2353-2370. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.11.013>