

اردیبهشت ۱۴۰۱
مسلسل: ۱۸۲۲۵

گزارش عملکرد توسعه فناوری نانو در دوران برنامه ششم توسعه بر اساس شاخص‌های ارزیابی این حوزه





مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۸۲۲۵

کد موضوعی: ۳۱۰

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: گزارش عملکرد توسعه فناوری نانو در دوران برنامه ششم توسعه براساس شاخص‌های ارزیابی این حوزه

نام دفتر: دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه فناوری‌های نوین)

مدیر مطالعه: سهیلا خردمندنیا

تهیه و تدوین کنندگان: شاهین جوادی، سهیلا خردمندنیا

ناظر علمی: محمدحسن معادی رودسری

اظهار نظر کننده: سیدجعفر حسینی

واژه‌های کلیدی:

۱. فناوری نانو
۲. شاخص
۳. ستاد توسعه فناوری نانو
۴. بودجه
۵. سند گسترش کاربرد فناوری نانو



تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۲/۳۱

به نام خدا

فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	مقدمه
۴	۱. شاخص‌های چشم‌انداز و اهداف اقتصاد کلان
۸	۲. شاخص‌های ترویج و فرهنگ‌سازی
۹	۳. شاخص‌های توسعه سرمایه انسانی و کیفیت علمی
۱۲	۴. شاخص‌های توسعه فناوری‌های کلیدی
۱۴	۵. شاخص‌های خدمات و زیرساخت‌های تجاری‌سازی
۱۵	۶. شاخص‌های توسعه صنعت نانو
۱۸	۷. شاخص‌های استاندارد و ایمنی
۲۰	۸. شاخص‌های توسعه و مدیریت بازار نانو
۲۱	۹. شاخص‌های همکاری‌های بین‌المللی
۲۲	۱۰. شاخص تولید تجهیزات صنعتی
۲۳	۱۱. بودجه بخش فناوری نانو در برنامه ششم توسعه
۲۹	۱۲. تجزیه و تحلیل شاخص‌ها
۳۲	نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۳۳	منابع و مآخذ



گزارش عملکرد توسعه فناوری نانو در دوران برنامه ششم توسعه براساس شاخص‌های ارزیابی این حوزه

چکیده

با توجه به نقش فناوری نانو در بهبود عملکرد بسیاری از محصولات و رشد روزافزون سهم محصولات واسط و نهایی نانویی در بازار، توسعه این فناوری در کشور ما از سال‌ها پیش مورد توجه بوده است. از این رو لازم است ارزیابی‌های مستمری از توسعه این فناوری، روند حرکت آن و چالش‌های پیش روی آن مدنظر قرار گیرد. این گزارش به منظور ارزیابی عملکرد بخش فناوری نانو در دوران برنامه ششم توسعه تهیه شده است و در این گزارش از شاخص‌هایی استفاده شده که در «سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴» تعریف شده است.

در این سند ۱۷ حوزه کلی با تعدادی شاخص مشخص و آمارهایی در مورد آن ارائه شده است. هرچند به نظر می‌رسد در برخی از حوزه‌های ۱۷ گانه معرفی شده در سند مذکور، شاخص‌ها مبهم باشند و در برخی موارد نیز آمار به روزی در سامانه وجود ندارد.

براساس اغلب شاخص‌های پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴»، طی سال‌های برنامه ششم، توسعه فناوری نانو از رشد و گسترش مناسبی برخوردار بوده است. شاخص‌هایی همچون حجم ریالی بازار فناوری نانو و تعداد محققان ایرانی تراز اول جهان هم‌راستا با هدف تعیین شده یا در برخی موارد جلوتر از آنها حرکت کرده‌اند اما شاخص‌هایی از قبیل سهم صادرات از بازار فناوری نانو در سال‌های اخیر با کاهش روبه‌رو بوده است که دلایل مختلفی از جمله افزایش حجم بازار داخلی، اثر تحریم‌های خارجی و افزایش صادرات غیررسمی سبب کاهش سهم صادرات محصولات نانو شده است. همچنین برخی شاخص‌ها از مقدار هدف فاصله زیادی دارند مانند شاخص جایگاه جهانی کشور در میانگین ارجاع به مقالات نانو، شاخص تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی، شاخص تعداد پتنت به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو، شاخص تعداد شرکت‌های تولید نانو. از طرفی بررسی بودجه توسعه نانو در کشور از طریق رصد قوانین بودجه سالیانه نشان می‌دهد مجموع بودجه عمومی احصا شده در بخش فناوری نانو در طول برنامه ششم توسعه، حدود چهار هزار میلیارد ریال است که به‌طور متوسط در حدود ۷۷ درصد آن محقق شده است. در این میان حدود سه هزار و ۷۵۶ میلیارد از آن را اعتبارات عمومی ستاد فناوری نانو در برمی‌گیرد که به‌طور متوسط حدود ۸۰ درصد آن تحقق یافته است. با توجه به میان‌رشته‌ای بودن نانوفناوری، امکان احصای بسیاری از برنامه‌ها و فعالیت‌های دارای بودجه ذیل ردیف‌های بودجه سنواتی وجود ندارد و از این رو نمی‌توان گفت اعتبارات پیش‌بینی شده در این حوزه به‌طور قطعی یا حتی تقریبی چه مقدار است.

ارزیابی محتوایی شاخص‌ها نشان می‌دهد:

- روند رو به جلو در توسعه فناوری نانو در گام اول نیازمند برنامه‌ریزی برای بهبود در شاخص‌هایی نظیر جایگاه جهانی کشور در میانگین ارجاع به مقالات نانو، تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی، تعداد پتنت به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو، تعداد شرکت‌های تولید نانو است.
- مقدار برنامه‌ریزی شده (وضعیت مطلوب) در برخی از شاخص‌ها با منطق صحیحی انتخاب نشده است که تفسیر عملکرد را مبهم و جانبدارانه می‌کند. در برخی موارد مانند شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو، میزان صادرات پیش‌بینی شده در برنامه (وضعیت مطلوب) از میزان واقعی (عملکرد) کمتر در نظر گرفته شده است و این با مفهوم چشم‌انداز و هدف در تعارض است. در برخی موارد، شاخص در نظر گرفته شده در برنامه، آنقدر بالا انتخاب شده که عملاً دستیابی به آن ناممکن است. به‌عنوان مثال، شاخص تعداد پتنت به‌ازای هر صد مقاله نانو در سال ۲۰۲۰ مقدار پنج پتنت به‌ازای هر صد مقاله تعیین شده در صورتی که میزان تحقق آن ۰.۴۹ (چهل و نه صدم) در هر ۱۰۰ مقاله است.
- برخی از شاخص‌ها مبهم هستند و هدف از آنها و خروجی آنها مشخص نیست و یا قابل تفسیر هستند زیرا از جنس توصیفی هستند مانند میزان علاقه‌مندی بنگاه‌های تولید هدف نسبت به فناوری نانو و تعداد شرکت‌های فناور با نقش‌آفرینی محققان نانو.
- پیش‌بینی و تخصیص اعتبارات کافی یکی از ابزارهای مهم توسعه فناوری نانو و استمرار روند آن است اما ضروری است میزان واقعی اعتباراتی که صرف این حوزه می‌شود (چه از طریق بودجه‌های سنواتی دولت و چه در سطح بنگاه‌های خصوصی) احصا و شفاف شوند.
- ضرورت ارزیابی برخی شاخص‌ها با لحاظ کردن مؤلفه‌های دقیقتر و تأثیرگذارتر همچون سهم مهاجرت نخبگان نانو از کشور و یا بازگشت نیروهای انسانی فعال در بررسی ظرفیت نیروی انسانی و یا اندازه‌گیری نفوذ نانو در زنجیره تأمین محصولات و میزان پیوند آن با صنایع اصلی کشور نظیر فولاد، خودروسازی، پتروشیمی و غیره احساس می‌شود و تدوین شاخص‌های ترکیبی قابل اندازه‌گیری می‌تواند در این امر مفید واقع شود.

مقدمه

فناوری نانو یکی از فناوری‌های کلیدی و نوین است که می‌تواند تأثیر بسیاری بر رشد و توسعه اقتصاد کشور داشته باشد. این فناوری ماهیت بین‌رشته‌ای داشته و می‌تواند در صنایع مختلفی مانند صنعت دارو و پزشکی، آب و محیط زیست، کشاورزی، انرژی، صنایع رنگ، نساجی و پوشاک به‌کار رود. لذا سرمایه‌گذاری و توسعه در حوزه فناوری نانو می‌تواند به ارتقای کیفیت و توسعه در صنایع مختلف کشور منجر شود. از این‌رو، به توسعه فناوری نانو در اسناد بالادستی توجه شده است از جمله سند چشم‌انداز، سیاست‌های کلی علم و فناوری، سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، نقشه جامع علمی کشور و برنامه ششم توسعه.

دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از فناوری نانو، ایجاد زمینه مناسب برای بهره‌مندی از مزایای



فناوری نانو در جهت ارتقای کیفیت زندگی مردم و نهادینه شدن توسعه پایدار و پویای علوم و فناوری و صنعت نانو از اهداف برنامه توسعه فناوری نانو در «سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴» است. همچنین براساس هدف‌گذاری نقشه جامع علمی کشور، در سال ۱۴۰۴ باید ۲ درصد سهم بازار نانوی جهان متعلق به ایران باشد.

«سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴» با هدف مشارکت دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط برای گسترش کاربردهای این فناوری و توسعه بازار محصولات نانوی ساخت داخل، در ۲۳ مهرماه ۱۳۹۶ به تصویب هیئت دولت رسید و در ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶ برای آغاز رسمی فعالیت‌های اجرایی، به دستگاه‌ها ابلاغ شد. در این سند، ۹ وزارتخانه و ۵ سازمان و نهاد متولی اجرای بندهای مختلف هستند. اهداف و شاخص‌های کلان در ماده (۱) این سند پیش‌بینی شده است که به موجب آن، جمهوری اسلامی ایران تا سال ۱۴۰۴ ضمن ارتقای اثرگذاری فناوری نانو در بهبود کیفیت زندگی باید به اهدافی نظیر کسب ۲ درصد از بازار جهانی در حوزه فناوری نانو، دستیابی کشور به جایگاه پنجم جهان در تولید علم نانو و جایگاه پانزدهم در ثبت اختراعات نانو در دفاتر معتبر جهانی و ایجاد هشتاد هزار شغل تخصصی در این حوزه دست پیدا کند. به‌علاوه، برای هریک از دستگاه‌های اجرایی به‌طور مشخص در چند محصول و فناوری مأموریت‌هایی محول شده و ابزارهای مختلفی از قبیل خرید دولتی، سیاست‌های تشویقی برای مصرف محصولات فناوری نانو ساخت داخل، صدور مجوزها و تدوین آیین‌نامه‌ها و استانداردها پیش‌بینی شده است.

مطابق با ماده (۱۹) این سند، مسئولیت اجرای این تصویب‌نامه در دستگاه‌های اجرایی برعهده بالاترین مقام دستگاه ذی‌ربط قرار دارد. همچنین در ماده (۲۰) تصریح شده است که همه دستگاه‌های اجرایی مشمول این تصویب‌نامه موظفند گزارش عملکرد شش‌ماهه اجرای این تصویب‌نامه را به ستاد ویژه توسعه فناوری ارائه کنند و معاونت علمی و فناوری رئیس‌جمهور گزارش عملکرد اجرای این سند را سالیانه به هیئت وزیران ارائه خواهد کرد. براساس تبصره ماده (۲۰) سند مذکور، گزارش‌های عملکرد دستگاه‌های ذی‌ربط اجرای سند باید در «سامانه پایش اجرای سند» ثبت شوند. بدین‌منظور، پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴» با هدف اطلاع‌رسانی درخصوص ارائه آمار، اطلاعات و گزارش‌های مربوط به آخرین وضعیت اجرای آن به عموم مردم و کلیه بازیگران و ذی‌نفعان توسعه این فناوری توسط ستاد توسعه فناوری نانو راه‌اندازی شده است.

شاخص‌های مربوط به توسعه فناوری نانو براساس «سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴» به ۱۷

حوزه تقسیم می‌شود که شامل موارد زیر هستند:

۱. چشم‌انداز و اهداف اقتصاد کلان،
۲. ترویج و فرهنگ‌سازی،
۳. توسعه سرمایه انسانی و کیفیت علمی،
۴. توسعه فناوری‌های کلیدی،
۵. خدمات و زیرساخت‌های تجاری‌سازی،
۶. توسعه صنعت نانو،
۷. استاندارد و ایمنی،

۸. توسعه و مدیریت بازار نانو،
۹. همکاری‌های بین‌المللی،
۱۰. فرهنگ‌سازی عمومی،
۱۱. ترویج دانش‌آموزی،
۱۲. ترویج دانشجویی،
۱۳. طرح‌های نوآورانه،
۱۴. تولید نانومواد،
۱۵. تولید تجهیزات صنعتی،
۱۶. حمایت از زیرساخت تولید،
۱۷. حمایت از صادرات محصولات نانو.

هریک از حوزه‌های بالا، تعدادی شاخص دارند که در ادامه برخی از آنها بررسی شده‌اند.

۱. شاخص‌های چشم‌انداز و اهداف اقتصاد کلان

تحقق و میزان دستیابی به اهداف چشم‌انداز و اهداف اقتصاد کلان مرتبط با بخش فناوری نانو با چند شاخص از جمله حجم بازار فناوری نانو در ایران، میزان اشتغال ایجاد شده توسط فناوری نانو، جایگاه جهانی در انتشار مقالات نانو، جایگاه جهانی کشور در اچ‌ایندکس مقالات نانو و جایگاه جهانی در ثبت اختراعات نانو در دفاتر ثبت اختراع معتبر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. که هر یک از این موارد به شرح زیر می‌باشند.

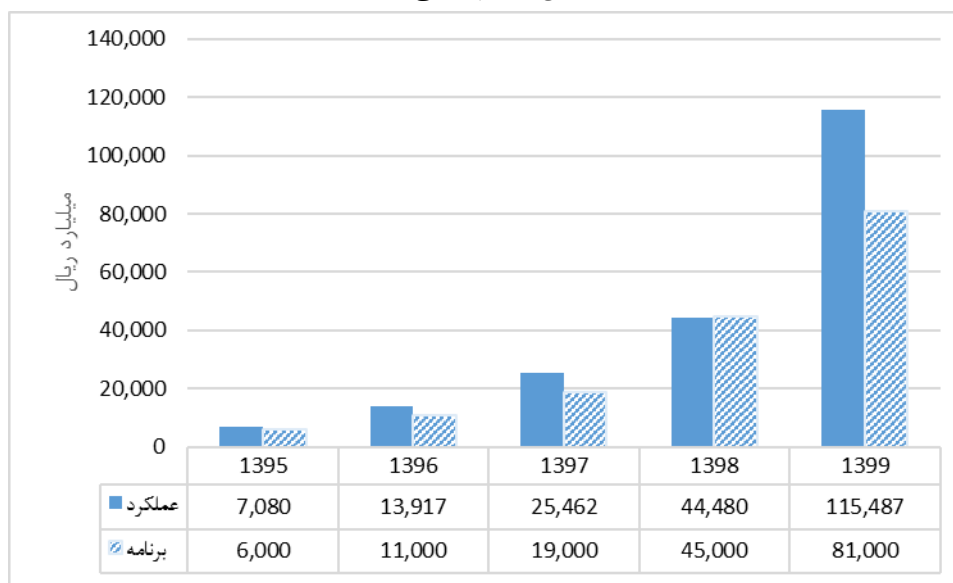
• شاخص حجم ریالی بازار فناوری نانو

این شاخص که میزان دستیابی به هدف ارتقای اثرگذاری فناوری نانو در بهبود کیفیت زندگی مردم را می‌سنجد و مبتنی بر حجم فروش کالاهای نانو ساخت ایران شامل سه بخش نانومواد، کالاهای واسطه و نهایی؛ حجم بازار خدمات فنی مرتبط با فناوری نانو؛ حجم قراردادهای تحقیق و توسعه مرتبط با فناوری نانو شامل فروش پتنت، دانش فنی و غیره؛ و حجم فروش دستگاه‌های مرتبط با فناوری نانو ساخت ایران است.

نمودار ۱ شاخص حجم ریالی بازار فناوری نانو طی سال‌های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مذکور مشاهده می‌شود حجم ریالی بازار فناوری نانو از ۷۰۸۰ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۵ به ۱۱۵۴۸۷ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۹ رسیده است و تقریباً در همه سال‌ها میزان عملکرد از میزان مطلوب (برنامه) جلوتر بوده است.



نمودار ۱. شاخص حجم ریالی بازار فناوری نانو



مأخذ: داده‌های پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴»، ستاد توسعه فناوری نانو و گزارش عملکرد ستاد نانو ۱۴۰۰.

• میزان اشتغال ایجاد شده توسط فناوری نانو

این شاخص شامل اشتغال ایجاد شده و تثبیت شده است. منظور از اشتغال تثبیت شده افرادی هستند که قبلاً در شرکتی شاغل بودند و به دلیل تولید محصول نانویی توسط آن شرکت شغل آنها مرتبط با نانو شده است. اشتغال ایجاد شده یعنی اشتغال ناشی از ایجاد مشاغل مرتبط با نانو که قبلاً وجود نداشته‌اند. علاوه بر این، اعضای هیئت علمی فعال در حوزه نانو نیز که به صورت تمام وقت در حال فعالیت هستند جزو این اشتغال محسوب می‌شوند.

آخرین ارقام مربوط به این شاخص برای سال ۱۳۹۵ است که در حدود ۹۷۳۰ نفر ذکر شده است. شایان ذکر است که رقم هدف گذاری شده برای این شاخص در حدود ۲۵۰۰۰ نفر برای سال ۱۳۹۸ بوده است.

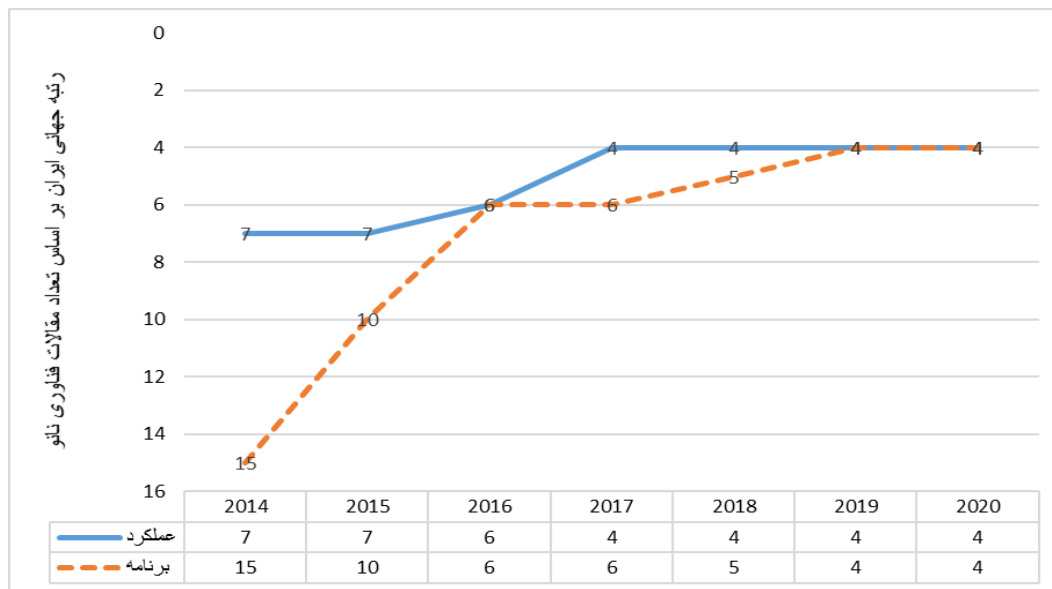
• شاخص جایگاه جهانی در انتشار مقالات نانو

این شاخص میزان دستیابی کشور به جایگاه مناسب در علم و فناوری نانو برحسب «کمیت مقالات» در بین کشورهای جهان را می‌سنجد و شامل رتبه جهانی ایران براساس تعداد مقالات فناوری نانو نمایه شده در بانک اطلاعات Web of Science (WoS) است. با توجه به نمودار ۲، ایران در سال ۲۰۲۰ بعد از کشورهای چین، آمریکا و هند رتبه چهارم در انتشار مقالات نانو را در جهان دارد که مطابق با هدف برنامه‌ریزی شده برای آن است. در سال ۲۰۱۴ رتبه ایران در این شاخص ۷ بود که در سال ۲۰۱۷ با سه پله رشد به رتبه ۴ رسید و در چهار سال اخیر در همین رتبه باقی مانده است.

حمایت‌های مالی ستاد فناوری نانو، موج ایجاد شده در دانشگاه‌ها به علت نوین بودن این حوزه، بین‌رشته‌ای بودن این حوزه و ورود بسیاری از رشته‌ها به این حوزه سبب شد جهش سریعی در تعداد مقالات تولیدی و پذیرش شده رخ دهد. اما آنچه در مقایسه بین عملکرد این شاخص و مقدار مطلوب شاخص در برنامه ششم جلب توجه می‌کند این است که در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵، چشم‌انداز برنامه دستیابی به رتبه‌های ۱۵ و ۱۰ عنوان شده است. درحالی‌که از سال

۲۰۱۰ رتبه واقعی (عملکرد) در این شاخص برابر با ۱۴ بوده است و در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۳ به ۸ رسیده است. لذا انتخاب این مقادیر برای برنامه، ابهام‌برانگیز است و تفسیر عملکرد را نیز غیرواقعی می‌کند.

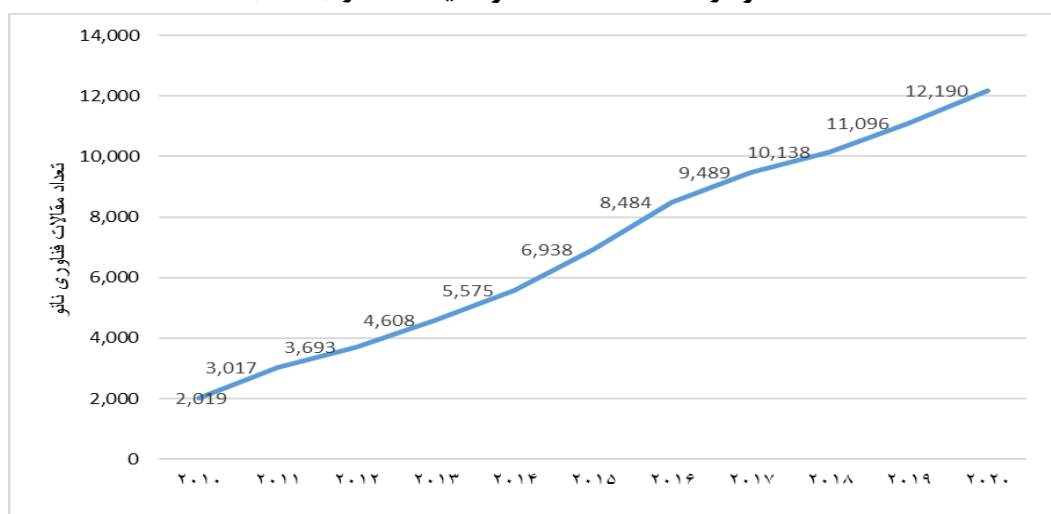
نمودار ۲. شاخص جایگاه جهانی ایران در انتشار مقالات نانو



مأخذ: داده‌های پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴»، ستاد توسعه فناوری نانو.

کیفیت این مقالات براساس میزان نمایه مقالات و شاخص اچ ایندکس سنجیده می‌شود. نمودار ۳ تعداد مقالات نمایه شده در (WOS) را طی سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار نیز مشاهده می‌شود تعداد مقالات نانو نمایه شده از ۲۰۱۹ مقاله در سال ۲۰۱۰ به ۱۲۱۹۰ مقاله در ۲۰۲۰ افزایش یافته است.

نمودار ۳. تعداد مقالات نانو نمایه شده در (WOS)



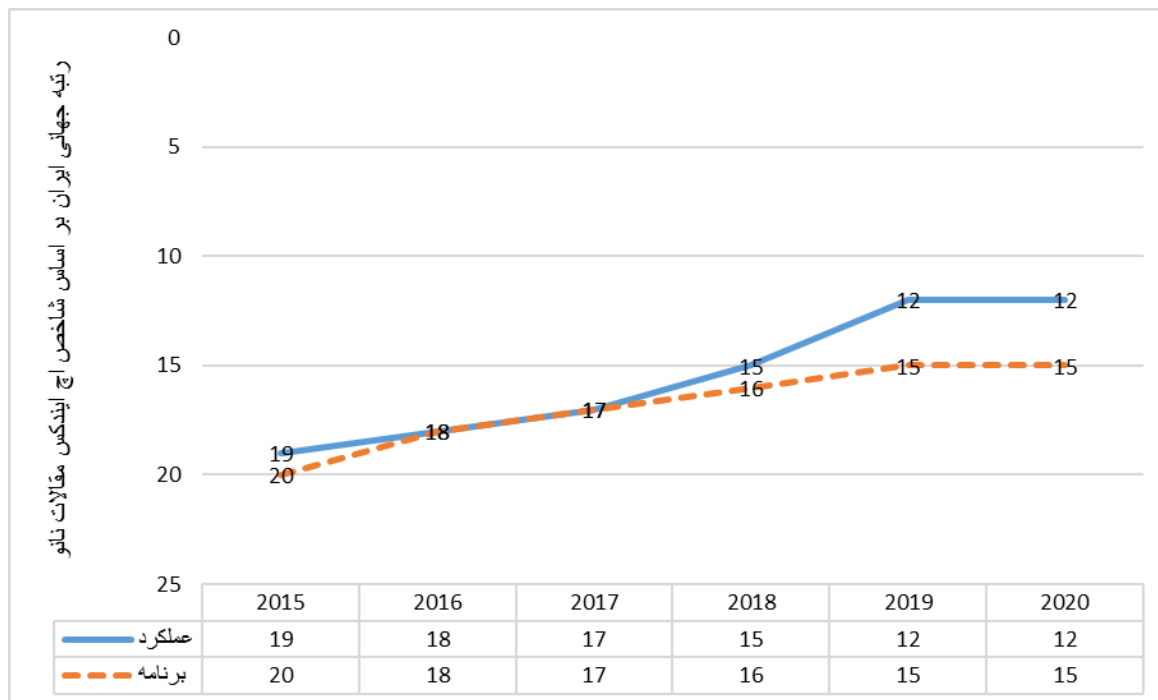
مأخذ: گزارش عملکرد سند گسترش کاربرد فناوری نانو در ایران در سال ۱۳۹۹، ستاد توسعه فناوری نانو.



• شاخص جایگاه جهانی کشور در اچ ایندکس مقالات نانو

این شاخص میزان دستیابی کشور به جایگاه مناسب در علم و فناوری نانو را برحسب «کیفیت مقالات» در بین کشورهای جهان می‌سنجد. نمودار ۴ نشان می‌دهد که این شاخص از رتبه ۱۹ در سال ۲۰۱۵ به تدریج بهبود یافته و به رتبه ۱۲ در ۲۰۲۰ رسیده است که بهتر از هدف برنامه‌ریزی شده برای آن نیز بوده است.

نمودار ۴. رتبه ایران در شاخص H-Index پنج ساله مقالات نانو



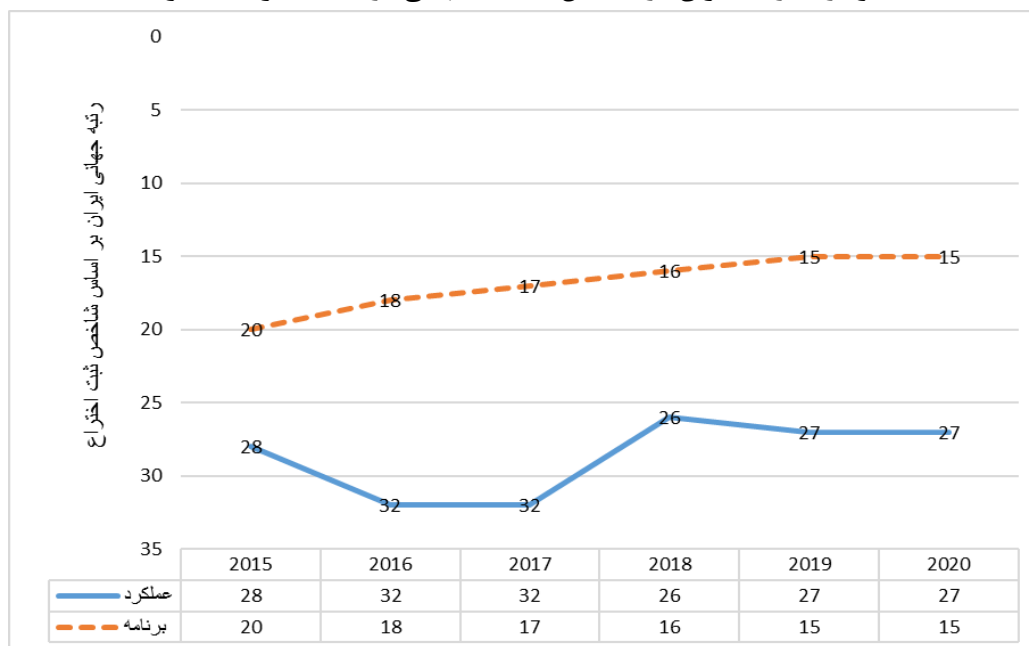
مأخذ: پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴»، ستاد توسعه فناوری نانو.

• شاخص جایگاه جهانی در ثبت اختراعات نانو در دفاتر ثبت اختراع معتبر

این شاخص رتبه کشور بر مبنای تعداد کل اختراعات مرتبط با فناوری نانو را نشان می‌دهد که در دفاتر معتبر ثبت پتنت نمایه شده در بانک Orbit ثبت شده‌اند. ایران در مجموع تا پایان سال ۲۰۱۹، ۲۶۳ اختراع مرتبط با فناوری نانو در دفاتر ثبت پتنت آمریکا و اروپا منتشر کرده است. تعداد کل اختراعات ثبت شده در سال ۲۰۱۹، حدود ۲۷ اختراع بود که در این میان ۱۶ اختراع در USPTO^۱ ثبت شده است.

رتبه ایران در سال ۲۰۲۰ بیست و هفتم است با این حال، رتبه‌های کنونی در این شاخص مطابق آنچه در برنامه پیش‌بینی شده، نبوده است. در این سال‌ها عملکرد حوزه نانو در ثبت اختراع همچنان تحولی نداشته است و به‌طور متوسط بیش از ۱۰ رتبه با مقدار پیش‌بینی شده طی سال‌های گذشته فاصله داشته است.

نمودار ۵. رتبه ایران در شاخص جایگاه جهانی در ثبت اختراعات نانو



مأخذ: همان.

۲. شاخص‌های ترویج و فرهنگ‌سازی

ترویج و فرهنگ‌سازی مرتبط با بخش فناوری نانو با استفاده از شاخص‌هایی نظیر نگرش به فناوری نانو در ایران، تعداد افراد آموزش‌دیده در برنامه‌های ترویج فناوری نانو، درصد اشتغال برگزیدگان و فعالان ترویج فناوری نانو و میزان علاقه‌مندی بنگاه‌های تولیدی هدف نسبت به فناوری نانو سنجیده می‌شود.

• شاخص نگرش به فناوری نانو در ایران

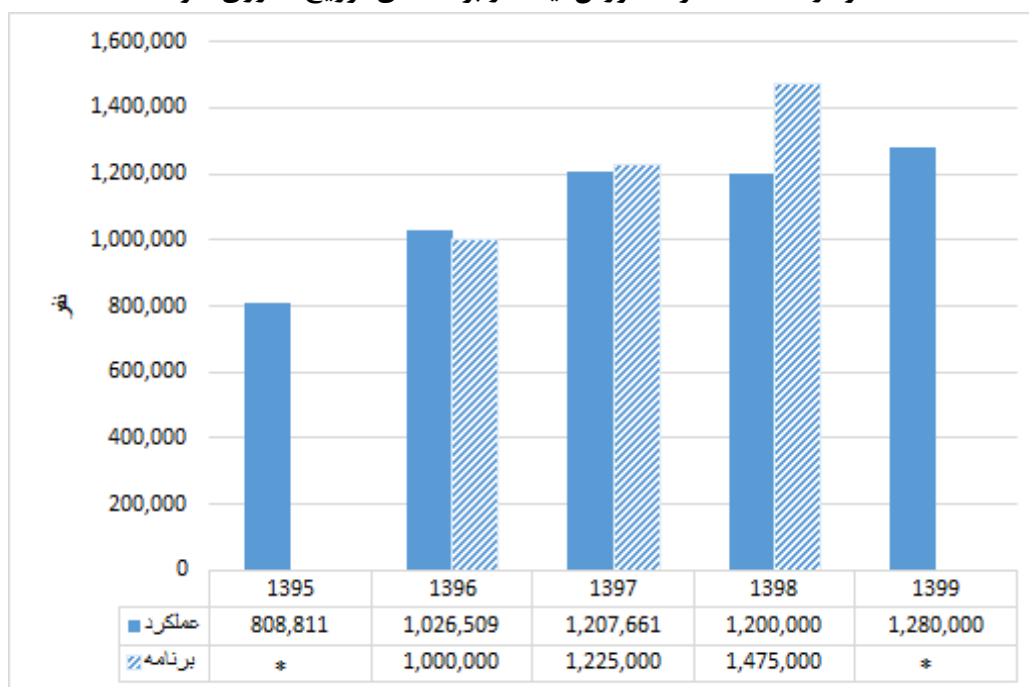
این شاخص در زمره شاخص‌های توصیفی است و نظر مردم را درباره توان صادرات محصولات نانو به سایر کشورها و مطلوبیت محصولات نانوی شرکت‌های ایرانی را بررسی می‌کند. در سال ۱۳۹۷ حدود ۲۲ درصد مردم معتقد بودند محصولات نانوی ایرانی باکیفیت است و کشور ما قابلیت صادرات به سایر کشورها را دارد. هدف‌گذاری برای این شاخص در آن سال حدود ۳۸ درصد بوده است. در سال ۱۳۹۸ نیز داده‌ای برای آن وجود ندارد هرچند هدف‌گذاری آن ۴۵ درصد بوده است.

• شاخص تعداد افراد آموزش‌دیده در برنامه‌های ترویج فناوری نانو

این شاخص تعداد دانش‌آموزان و دانشجویانی را که در یکی از برنامه‌های آموزشی فناوری نانو حضور یافته و با مبانی علمی توسعه فناوری نانو آشنا شده‌اند، می‌سنجد. همان‌طور که در نمودار ۶ مشاهده می‌شود طی سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۹ بیش از پنج میلیون نفر در برنامه‌های ترویج فناوری نانو آموزش دیده‌اند. براساس گزارش عملکرد نانو در سال ۱۳۹۹، بیش از ۸۴ هزار نفر از افراد آموزش‌دیده (یک میلیون و دویست و هشتاد هزار نفر) دانش‌آموز بوده‌اند.



نمودار ۶. تعداد افراد آموزش دیده در برنامه های ترویج فناوری نانو



مأخذ: همان.

* فاقد داده

• میزان علاقه مندی بنگاه های تولیدی هدف نسبت به فناوری نانو

این شاخص درصد بنگاه های علاقه مند به استفاده از فناوری نانو از میان بنگاه های هدف را می سنجد. بنگاه های تولیدی بنگاه هایی هستند که با برنامه های ترویج صنعتی در بانک اطلاعاتی ستاد فناوری نانو ثبت شده است. این شاخص در پایان سال ۱۳۹۸ در حدود ۵۰ درصد اما مقدار هدف برنامه ریزی شده برای آن ۶۰ درصد بوده است. از آنجاکه این شاخص در زمره شاخص های توصیفی است، نوع پرسشنامه، جامعه هدف و نحوه کمی سازی اطلاعات بر مقدار شاخص تأثیر گذاشته و از این رو چالشی در سطح و میزان جانبدارانه بودن آن ایجاد خواهد کرد.

۳. شاخص های توسعه سرمایه انسانی و کیفیت علمی

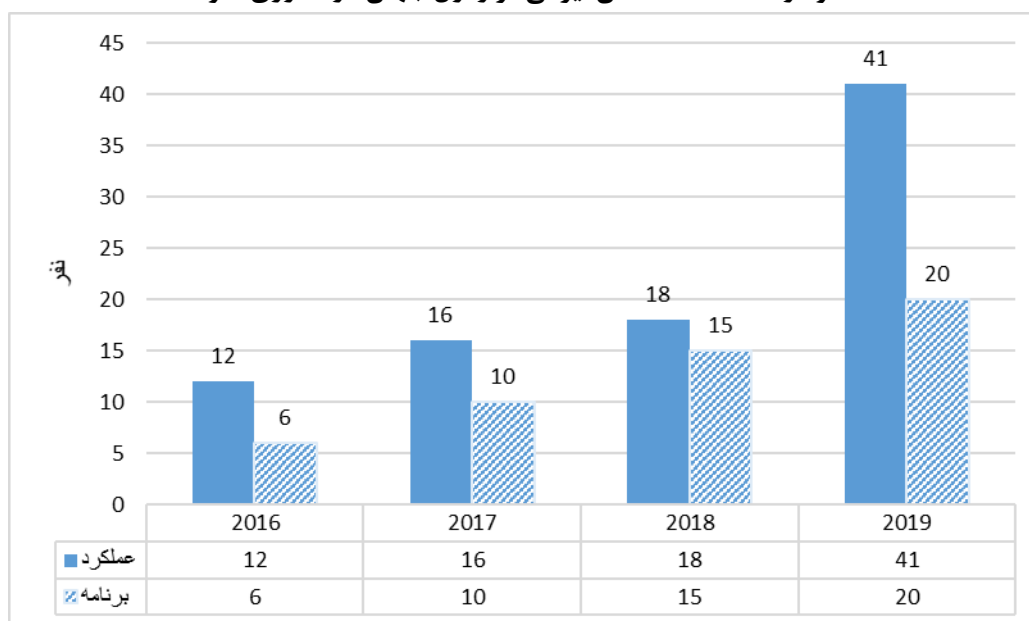
توسعه سرمایه انسانی و کیفیت علمی مرتبط با بخش فناوری نانو از طریق شاخص های زیر ارزیابی می شوند.

۱. شاخص تعداد محققان ایرانی تراز اول جهان،
۲. شاخص تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده بین المللی،
۳. شاخص سهم مقالات نانو در مجلات برگزیده از کل مقالات نانو،
۴. شاخص جایگاه جهانی کشور در میانگین ارجاع به مقالات نانو،
۵. شاخص سهم تحقیقات دانشگاهی هدفمند و دارای دستاورد فناورانه،
۶. شاخص سهم فارغ التحصیلان نانو شاغل در حوزه فناوری نانو از کل فارغ التحصیلان نانو.

• شاخص تعداد محققان ایرانی تراز اول جهان

این شاخص، تعداد محققانی را نشان می‌دهد که در پنج سال گذشته در مجلات برگزیده به‌عنوان نویسنده اول یا مسئول، دارای مقاله بوده و امتیاز آنها براساس رده‌بندی مجلات برگزیده، بالاتر از ۲۰۰ باشد. مجلات برگزیده براساس شاخص‌های Eigenfactor و Impact Factor برای یک بازه سه‌ساله تعیین می‌شوند. این شاخص در سال ۲۰۱۹ بیش از دو برابر سال قبل از خود شده است.

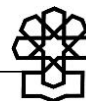
نمودار ۷. تعداد محققان ایرانی تراز اول جهان در فناوری نانو



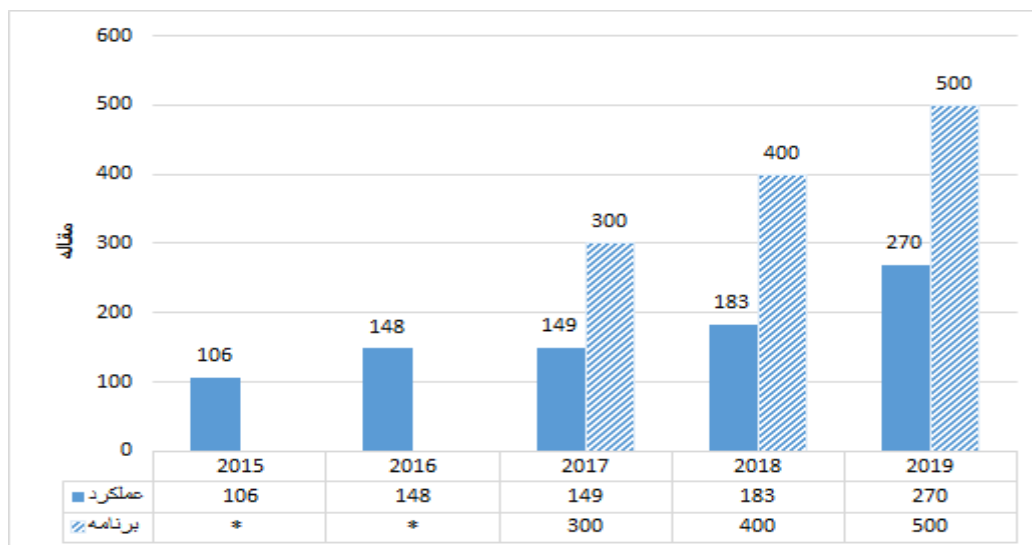
مأخذ: همان.

• شاخص تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی

این شاخص تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده که به‌صورت سالیانه از منبع (WOS) Web of Science اندازه‌گیری می‌شوند، را نشان می‌دهد. مجلات برگزیده براساس شاخص‌های Eigenfactor و Impact Factor برای یک بازه سه‌ساله تعیین می‌شوند. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود هرچند طی سال‌های ۲۰۱۶ الی ۲۰۱۹ روند این شاخص افزایشی بوده است اما هنوز تا رسیدن به هدف فاصله زیادی دارد. به‌نحوی که در سال ۲۰۱۹ تعداد ۲۷۰ مقاله نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی چاپ شده است که با هدف برنامه ۵۰۰ مقاله فاصله زیادی دارد.



نمودار ۸. روند شاخص تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی



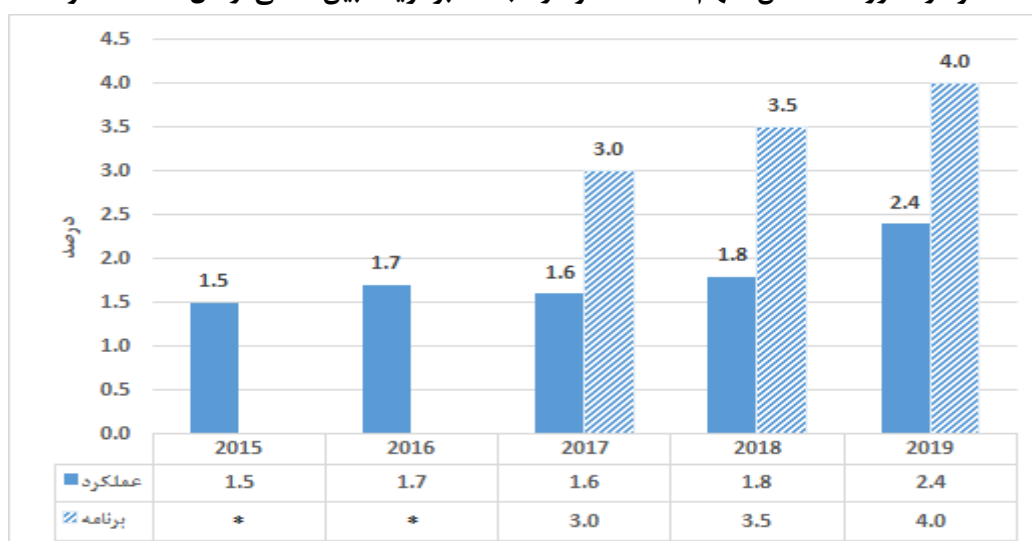
مأخذ: همان.

* فاقد داده

• شاخص سهم مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی از کل مقالات نانو

در این شاخص، سهم مقالات نانویی ایران در مجلات برگزیده از کل مقالات نانویی ایران که به صورت سالیانه از منبع Web of Science (WOS) اندازه‌گیری می‌شوند، حساب شده است. با توجه به نمودار ۹، سهم مقالات برگزیده نسبت به کل مقالات از ۱/۵ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۲/۴ درصد در سال ۲۰۱۹ افزایش یافته است اما هنوز تا هدف برنامه آن (در سال ۲۰۱۹ برابر با ۴ درصد) فاصله زیادی دارد.

نمودار ۹. روند شاخص سهم مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی از کل مقالات نانو



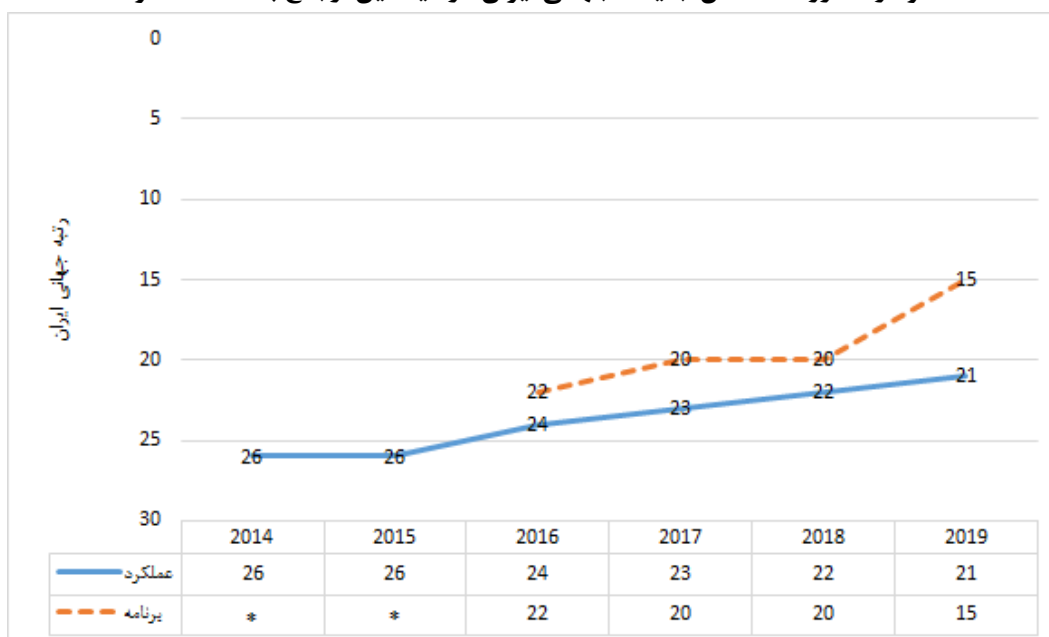
مأخذ: همان.

* فاقد داده

• شاخص جایگاه جهانی ایران در میانگین ارجاع به مقالات نانو

این شاخص، رتبه ایران را در میانگین ارجاع به مقالات نانو در پنج سال آخر در میان ۳۰ کشور برتر در تولید علم نانو در هر سال نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود جایگاه جهانی ایران در میانگین ارجاع به مقالات نانو از رتبه ۲۶ در سال ۲۰۱۴ به رتبه ۲۱ در سال ۲۰۱۹ ارتقا یافته است اما هنوز تا هدف برنامه آن (در سال ۲۰۱۹ برابر با ۱۵) فاصله دارد.

نمودار ۱۰. روند شاخص جایگاه جهانی ایران در میانگین ارجاع به مقالات نانو



مأخذ: همان.

* فاقد داده

۴. شاخص‌های توسعه فناوری‌های کلیدی

توسعه فناوری‌های کلیدی مرتبط با بخش فناوری نانو با چند شاخص مورد بررسی قرار می‌گیرند که عبارتند از:

۱. تعداد فناوری‌های نوآورانه با پشتیبانی تحقیق و توسعه مداوم،
۲. تعداد شرکت‌های فناور با نقش‌آفرینی محققان نانو،
۳. تعداد پتنت به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو،
۴. سهم فناوری از دستاوردهای مؤسسات (شدت کار فناورانه در ۳۰ مؤسسه برتر تحقیقاتی نانو).

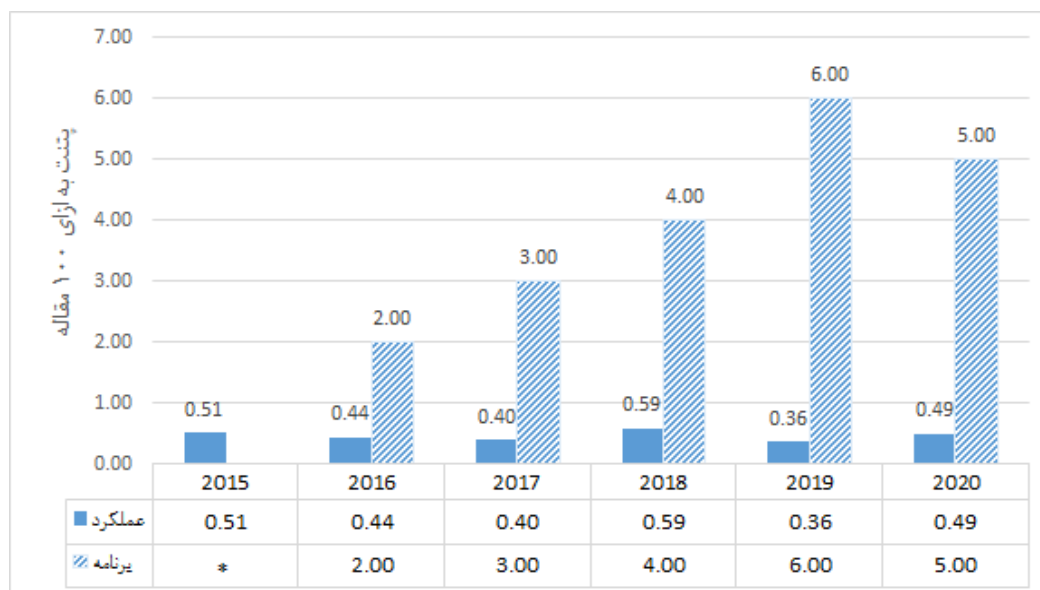
• شاخص تعداد پتنت به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو

این شاخص، تعداد پتنت به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو، تعداد اختراعات فناوری نانو که در دو دفتر ثبت EPO و USPTO ثبت یا



منتشر شده‌اند را به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله ISI فناوری نانو نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار ۱۱ نشان می‌دهد میزان متوسط این شاخص طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ حدود ۰/۴ است. یعنی به‌ازای هر ۱۰۰۰ مقاله نانوی تولیدی، تنها چهار اختراع بین‌المللی در حوزه نانو ثبت شده است. این در حالی است که براساس هدف برنامه قرار بوده است به عدد ۵۰ پتنت به‌ازای ۱۰۰۰ مقاله در سال ۲۰۲۰ برسد.

نمودار ۱۱. روند شاخص تعداد پتنت به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو



مأخذ: همان.

نکته: مقدار برنامه‌ریزی شده برای این شاخص در سال ۲۰۲۰ به‌جای اینکه رو به افزایش باشد، کاهش نیز یافته است.

* فاقد داده

• شاخص تعداد شرکت‌های فناور با نقش آفرینی محققان نانو

این شاخص، تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فناوری نانو را نشان می‌دهد که مدیرعامل یا یکی از اعضای هیئت‌مدیره یا مدیر فنی یا تحقیق و توسعه آنها عضو هیئت علمی یکی از مؤسسات آموزش عالی و پژوهشگاه‌ها باشد. هدف از این شاخص و خروجی آن مبهم است زیرا مشخص نیست فقط در مورد شرکت‌های اختصاصی نانو در نظر گرفته شده یا همه شرکت‌های فناور، و همچنین شرکت‌های فناور نانویی به احتمال زیاد محققان نانویی را به خدمت می‌گیرند. مشخص نیست که آن محقق عضو هیئت علمی دانشگاه باشد، چه ارزش افزوده‌ای ایجاد خواهد کرد. آخرین رقم این شاخص مربوط به پایان سال ۱۳۹۷ با رقم ۹۳ بنگاه است که نزدیک به هدف برنامه در آن سال با رقم ۱۰۰ بنگاه است. برای سال‌های بعد از ۱۳۹۷ آماری در دست نیست.

۵. شاخص‌های خدمات و زیرساخت‌های تجاری‌سازی

شاخص‌های خدمات و زیرساخت‌های تجاری‌سازی مرتبط با بخش فناوری نانو عبارتند از:

۱. نرخ تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده،

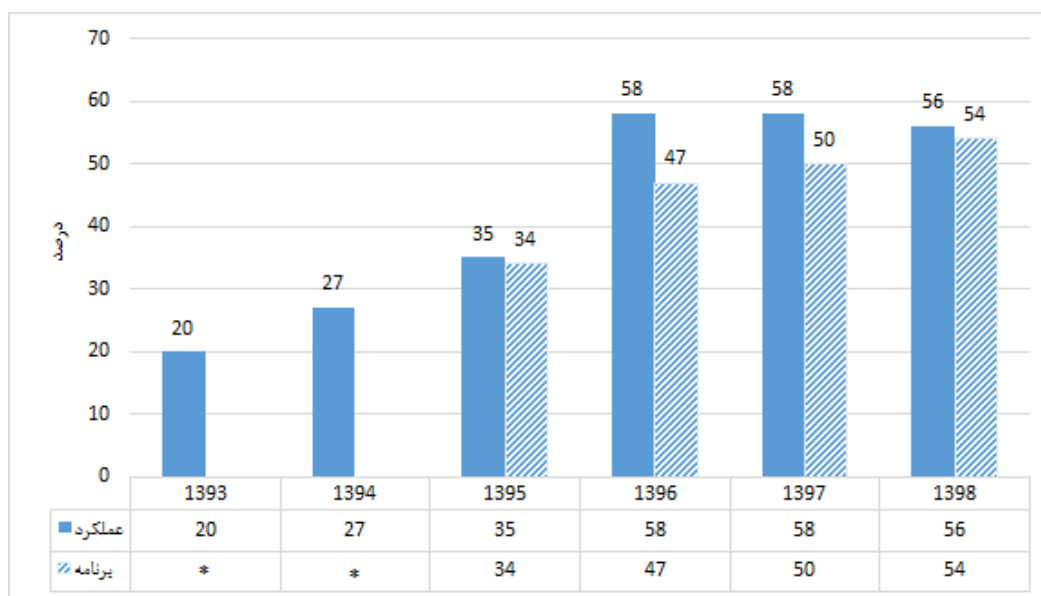
۲. متوسط زمان تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده.

شاخص‌های بالا به شرح ذیل است:

• شاخص نرخ تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده

در این شاخص تعداد محصولاتی که چهار سال قبل در عرصه توسعه فناوری بوده و در سال اندازه‌گیری در عرصه توسعه بازار قرار دارند نسبت به کل ورودی‌های عرصه توسعه فناوری در چهار سال قبل، به‌عنوان نرخ تجاری‌سازی در نظر گرفته شده است. هدف از این شاخص، سنجش میزان دستیابی به هدف «تسریع فرایند و افزایش نرخ موفقیت فناوری‌ها برای ورود به بازار» است. نمودار ۱۲ بیانگر این مطلب است که شاخص مذکور از ۲۰ درصد در سال ۱۳۹۳ به ۵۶ درصد در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است و هرچند با افت ۲ درصدی نسبت به سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ روبه‌رو است اما از مقدار پیش‌بینی شده توسط برنامه جلوتر حرکت می‌کند.

نمودار ۱۲. روند شاخص نرخ تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده



مأخذ: همان.

* فاقد داده

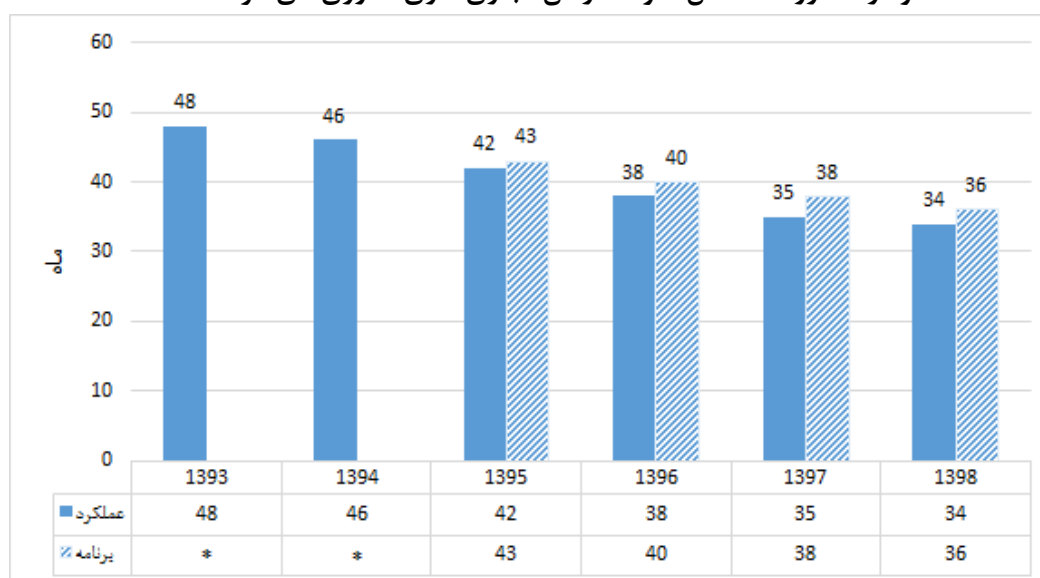
• شاخص متوسط زمان تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده

شاخص متوسط زمان تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده، متوسط زمان لازم برای رسیدن به بازار برای فناوری‌هایی است که از عرصه توسعه فناوری وارد چرخه حمایت ستاد شده‌اند. هدف از این شاخص نیز سنجش میزان دستیابی به هدف «تسریع



فرایند و افزایش نرخ موفقیت فناوری‌ها برای ورود به بازار» است. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود این شاخص از ۴۸ ماه (چهار سال) در سال ۱۳۹۳ به ۳۴ ماه (کمتر از سه سال) در سال ۱۳۹۸ کاهش یافته است که کمی بهتر از هدف‌گذاری این برنامه در سال ۱۳۹۸ بوده است.

نمودار ۱۳. روند شاخص متوسط زمان تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده



مأخذ: همان.

* فاقد داده

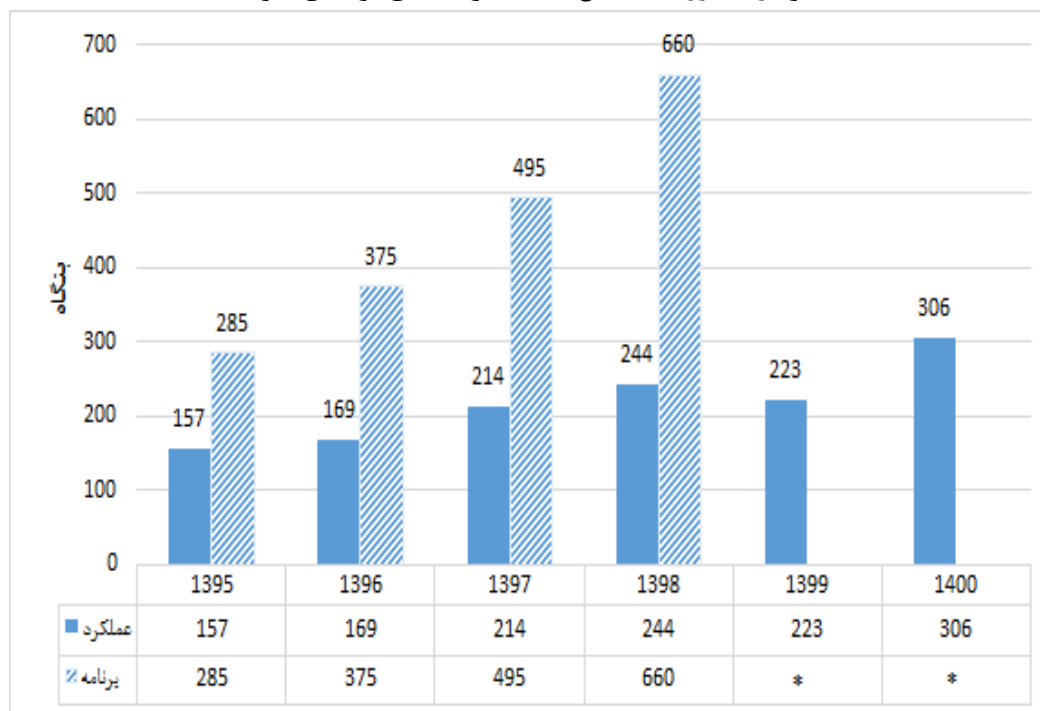
۶. شاخص‌های توسعه صنعت نانو

شاخص‌های توسعه صنعت نانو با چند شاخص از جمله تعداد شرکت‌های تولیدی نانو، تعداد محصولات فناوری نانو، حجم سرمایه‌گذاری در تولید محصولات نانو، تعداد بنگاه‌های صنعتی غیرنانونی بهبودیافته با فناوری نانو مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

• شاخص تعداد شرکت‌های تولیدی نانو

این شاخص نشان‌دهنده تعداد شرکت‌هایی است که یکی از شرایط ذیل را داشته باشند: ۱. تولیدکننده حداقل یک محصول نانو با تأییدیه نانومقیاس ۲. تولیدکننده حداقل یک دستگاه مرتبط با فناوری نانو. هدف از این شاخص نیز سنجش میزان دستیابی به هدف «ایجاد و توسعه بنگاه‌های صنعتی تولیدکننده محصولات نانو» است. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود این شاخص از ۱۵۷ بنگاه در سال ۱۳۹۵ به ۳۰۶ بنگاه در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته است اما بسیار کمتر حتی از هدف برنامه در سال ۱۳۹۸ (۶۶۰ بنگاه) است.

نمودار ۱۴. روند شاخص تعداد شرکت‌های تولیدی نانو

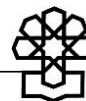


مأخذ: همان.

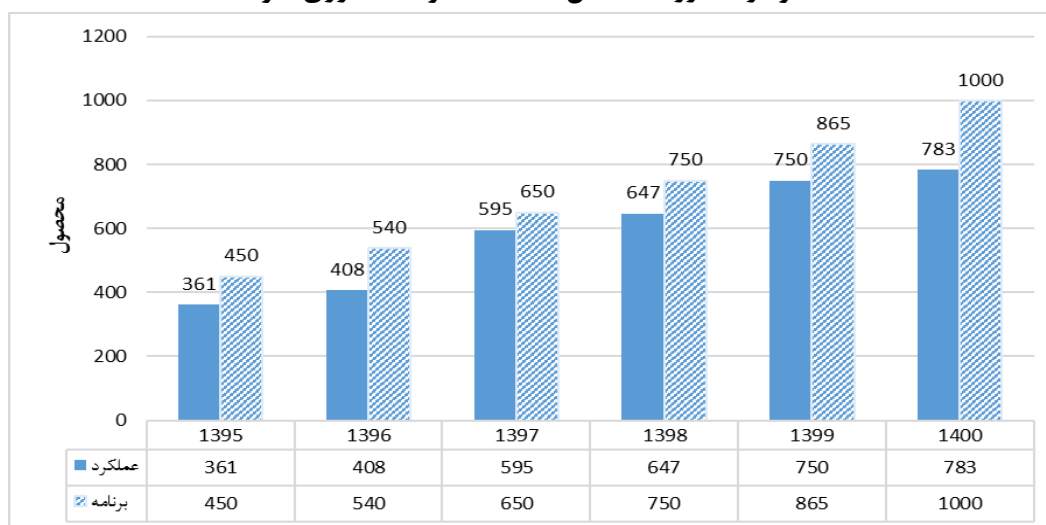
* فاقد داده

• شاخص تعداد محصولات فناوری نانو

این شاخص، تعداد محصولات فناوری نانو شامل محصولات اثبات شده اعم از محصولات نانو و دستگاه‌ها و تجهیزات نانو را می‌سنجد. محصولات اثبات شده، یعنی محصولاتی که شرایط ذیل را داشته باشند: ۱. حداقل مقیاس مورد نیاز برای مشتریان پیشرو تولید شود، ۲. حداقل یک مشتری، محصول را تأیید کرده باشد و ۳. تأییدیه‌های اولیه از جمله نانومقیاس را کسب کرده باشند. هدف از این شاخص نیز سنجش میزان دستیابی به هدف «ایجاد و توسعه بنگاه‌های صنعتی تولیدکننده محصولات نانو» است. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود این شاخص از ۳۶۱ محصول در سال ۱۳۹۵ به ۷۸۳ محصول در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته و به‌طور متوسط رشد ۱۸ درصدی در این سال‌ها داشته است. با وجود رشد ۱۸ درصدی، دستیابی به اهداف برنامه‌ای تعیین شده محقق نشده است.



نمودار ۱۵. روند شاخص تعداد محصولات فناوری نانو

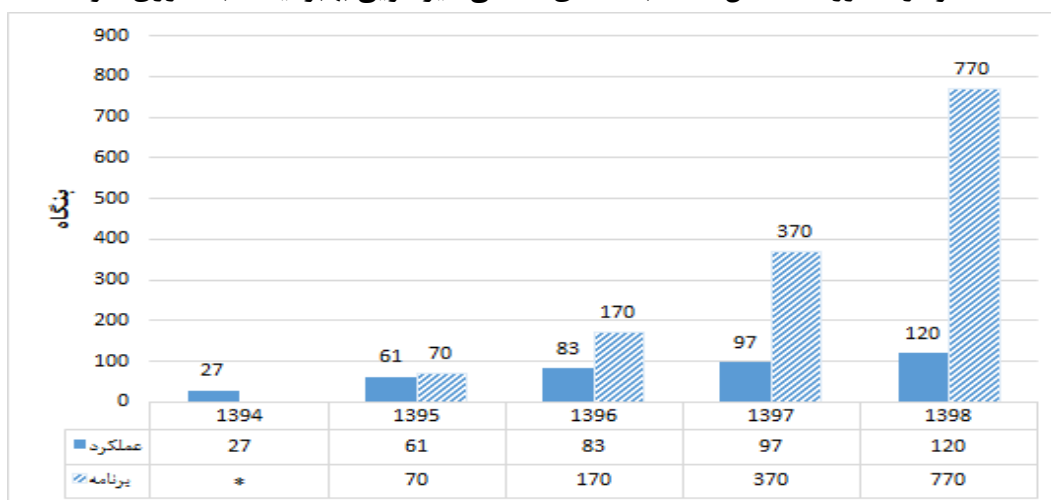


مأخذ: همان.

• شاخص تعداد بنگاه‌های صنعتی غیرنانونی بهبود یافته با فناوری نانو

این شاخص، تعداد بنگاه‌های صنعتی غیرنانو که فناوری نانو سبب بهبود بهره‌وری یا ارتقای زیست‌محیطی آنها شده است، را اندازه‌گیری می‌کند و هدف از آن سنجش میزان دستیابی به هدف «ارتقای بهره‌وری صنایع غیرنانو با فناوری و محصولات نانو» است. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود این شاخص از ۲۷ بنگاه در سال ۱۳۹۴ به ۱۲۰ بنگاه در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است اما نرخ رشد عملکرد آن به‌کندی افزایش یافته است. این در حالی است که هدف‌گذاری آن رشدی صعودی داشته و بسیار بالاتر از مقدار عملکرد است به‌نحوی که هدف برنامه در سال ۱۳۹۸، حدود ۷۷۰ بنگاه بوده اما تنها ۱۲۰ بنگاه در دامنه شمول این شاخص و در واقع بهره‌گیری از فناوری‌های نانو در مسیر ارتقای محصول یا محیط زیست قرار گرفته‌اند.

نمودار ۱۶. روند شاخص تعداد بنگاه‌های صنعتی غیرنانونی بهبود یافته با فناوری نانو



مأخذ: همان.

* فاقد داده

۷. شاخص‌های استاندارد و ایمنی

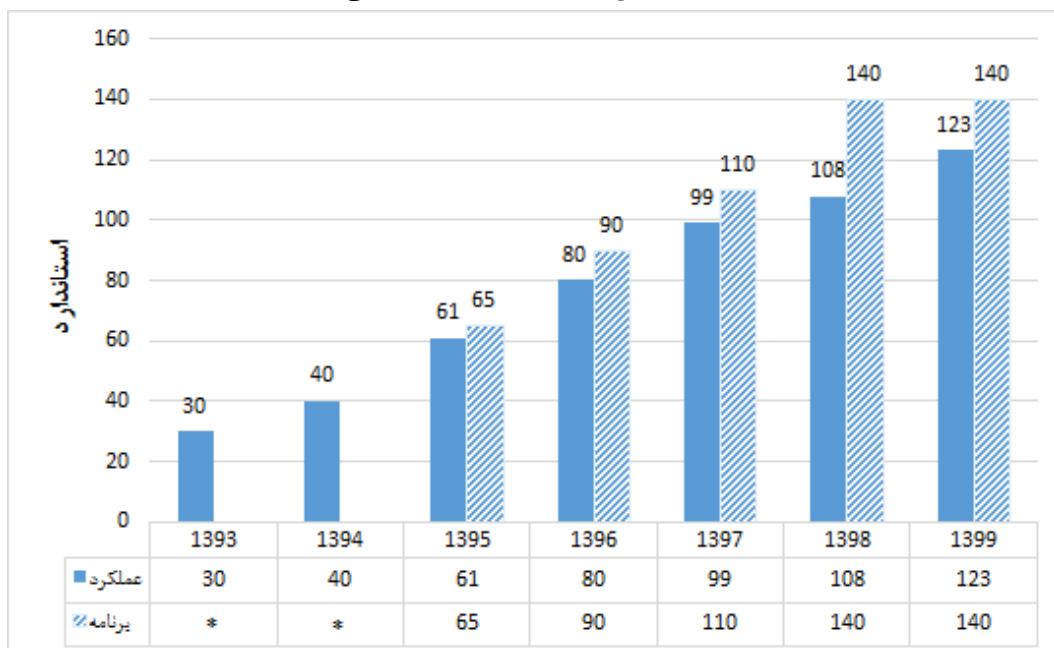
شاخص‌های استاندارد و ایمنی عبارتند از:

۱. شاخص تعداد استانداردهای ملی فناوری نانو،
۲. شاخص تعداد استانداردهای بین‌المللی فناوری نانو،
۳. شاخص تعداد استانداردهای ملی ارتقایافته،
۴. شاخص سهم محصولات نهایی دارای گواهی کیفیت و ایمنی معتبر.

• شاخص تعداد استانداردهای ملی فناوری نانو

این شاخص، استانداردهای ملی که دامنه کاربرد آن در حوزه محصولات نانو، دستگاه‌های نانو و فرایندهای نانویی بوده و سازمان ملی استاندارد ایران تصویب کرده باشد، را اندازه‌گیری می‌کند. استاندارد عبارت است از مجموعه‌ای قواعد، دستورالعمل‌ها یا توصیف‌ها برای یک فعالیت، فرایند یا نتایج آنها، با هدف دستیابی به درجه بهینه‌ای از هدف مورد نظر که برای استفاده عمومی و مکرر توسط یک مجمع شناخته شده تصویب و روی آن وفاق شده باشد. هدف از این شاخص سنجش میزان دستیابی به هدف «تضمین کیفیت و ایمنی محصولات، فرایندها و محیط‌های کاری نانو» است. همان‌طور که در نمودار ذیل مشاهده می‌شود در سال ۱۳۹۳ تنها ۳۰ استاندارد مرتبط با نانو وجود داشته است. این استانداردها هر ساله افزایش یافته‌اند و در سال ۱۳۹۹ به ۱۲۳ استاندارد رسیده‌اند و تا حدود زیادی اهداف برنامه‌ای در این زمینه تحقق یافته است.

نمودار ۱۷. روند شاخص تعداد استانداردهای ملی فناوری نانو



مأخذ: همان.

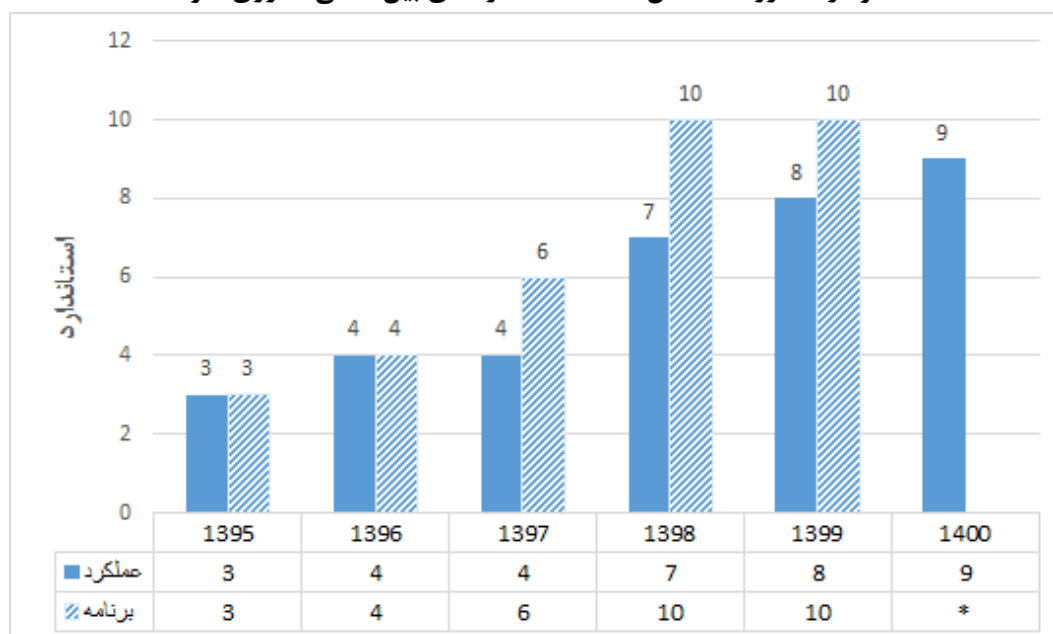
* فاقد داده



• شاخص تعداد استانداردهای بین‌المللی فناوری نانو

این شاخص، تعداد استانداردهای بین‌المللی که دامنه کاربرد آن در حوزه محصولات نانو، دستگاه‌های نانو و فرایندهای نانویی بوده و با مسئولیت ایران در سازمان استاندارد بین‌المللی (ISO) به تصویب رسیده باشند را می‌سنجد. همان‌طور که در نمودار ۱۸ مشاهده می‌شود حرکت ایران در این زمینه رو به جلو بوده و در سال ۱۴۰۰ در تدوین و تصویب ۹ استاندارد بین‌المللی مسئولیت داشته است.

نمودار ۱۸. روند شاخص تعداد استانداردهای بین‌المللی فناوری نانو



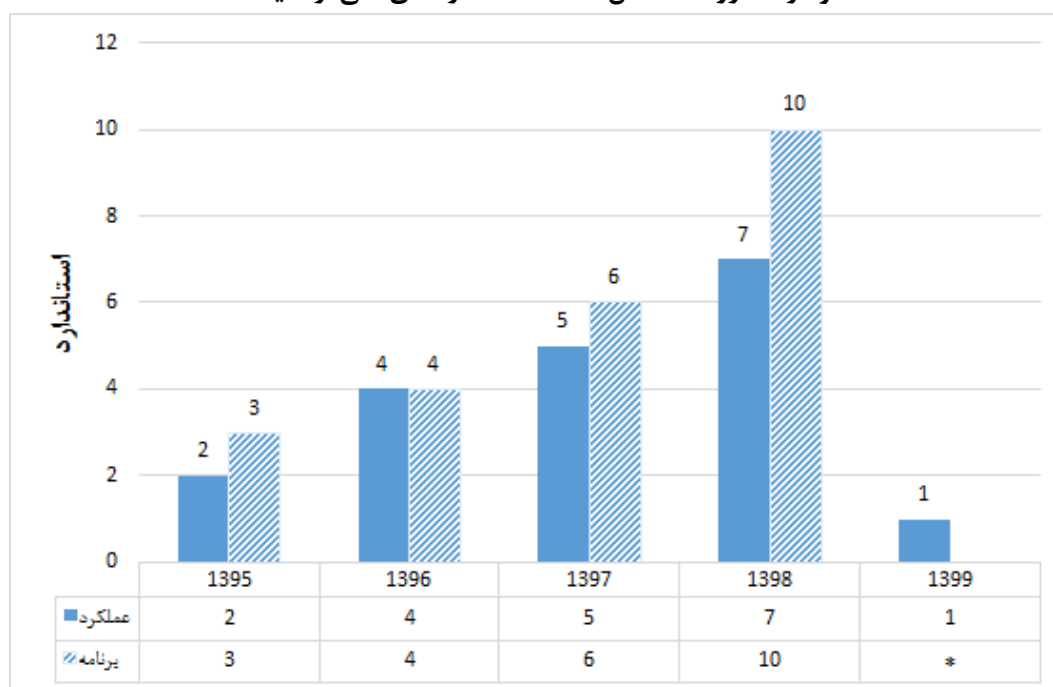
مأخذ: همان.

* فاقد داده

• شاخص تعداد استانداردهای ملی ارتقایافته

این شاخص، تعداد استانداردها و ضوابط موجودی که در جهت استفاده از محصولات، دستگاه‌ها و فرایندهای نانو به روز شده‌اند، را می‌سنجد. هدف از این شاخص نیز سنجش میزان دستیابی به هدف «ارتقای استانداردها با تأکید بر به‌کارگیری محصولات در بخش‌های صنعتی و اقتصادی هدف» است. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود این شاخص از دو استاندارد در سال ۱۳۹۵ به هفت استاندارد در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته است و در سال ۱۳۹۹ نیز یک استاندارد ملی ارتقا یافته است. هرچند با توجه به اینکه مقدار برنامه‌ای آن فاقد داده است نمی‌توان درباره آن اظهارنظر دقیقی داشت اما مشخص است که در سال ۱۳۹۹، استانداردهای ملی ارتقایافته به‌شدت کمتری نسبت به سال ۱۳۹۸ تولید شده است.

نمودار ۱۹. روند شاخص تعداد استانداردهای ملی ارتقایافته



مأخذ: همان.

* فاقد داده

۸. شاخص‌های توسعه و مدیریت بازار نانو

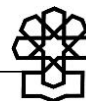
شاخص‌های توسعه و مدیریت بازار نانو شامل شاخص تعداد نشان‌های تجاری شناخته شده در بازار، شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو و شاخص تعداد شرکت‌های بین‌المللی ایرانی هستند.

• شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو

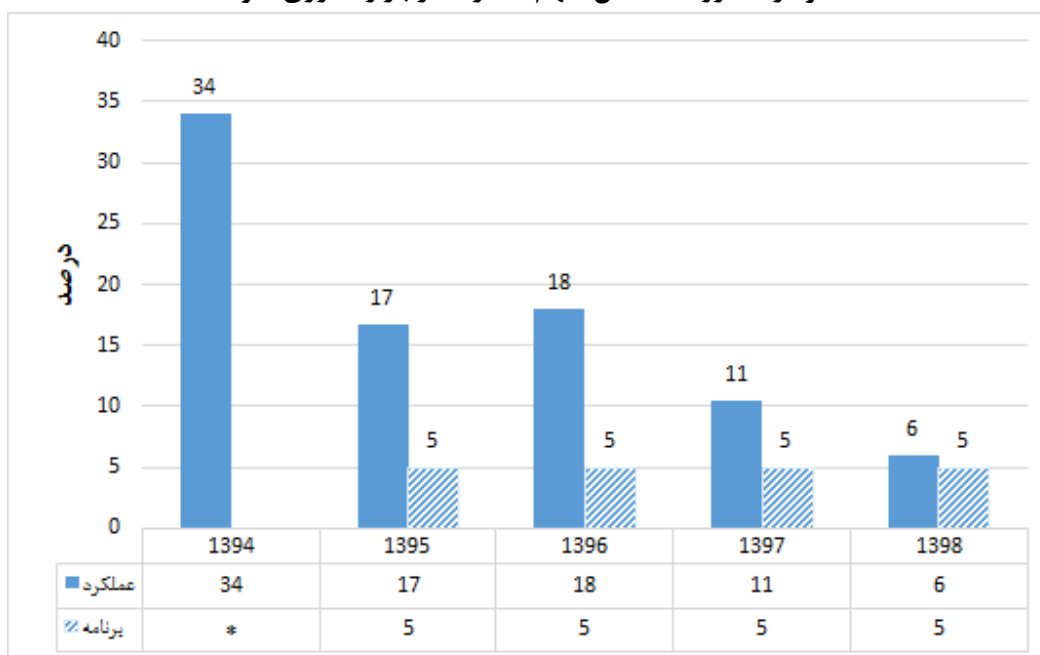
شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو، نسبت صادرات محصولات نانو (کالا و خدمات)، دستگاه‌های مرتبط با فناوری نانو و قراردادهای تحقیق و توسعه نانو از کل بازار فناوری نانو را نشان می‌دهد. هدف از این شاخص اندازه‌گیری میزان ورود موفق فناوری و محصولات داخلی به بازارهای خارجی است. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود این شاخص از ۳۴ درصد در سال ۱۳۹۴ به ۶ درصد در سال ۱۳۹۸ کاهش یافته است. دلایل مختلفی سبب کاهش سهم صادرات محصولات نانو شده است از جمله افزایش حجم بازار داخلی، اثر تحریم‌های خارجی، افزایش صادرات غیررسمی و غیره.^۱

در این شاخص نیز میزان پیش‌بینی شده برای برنامه بسیار کمتر از میزان عملکرد بوده و از این‌رو تناقض بین وضعیت مطلوب (برنامه) و عملکرد وجود دارد.

۱. شایان ذکر است جلساتی با کارشناسان ستاد توسعه فناوری نانو برگزار شد و نظرات ایشان درباره شاخص‌های فناوری نانو گرفته شد.



نمودار ۲۰. روند شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو



مأخذ: همان.

* فاقد داده

۹. شاخص‌های همکاری‌های بین‌المللی

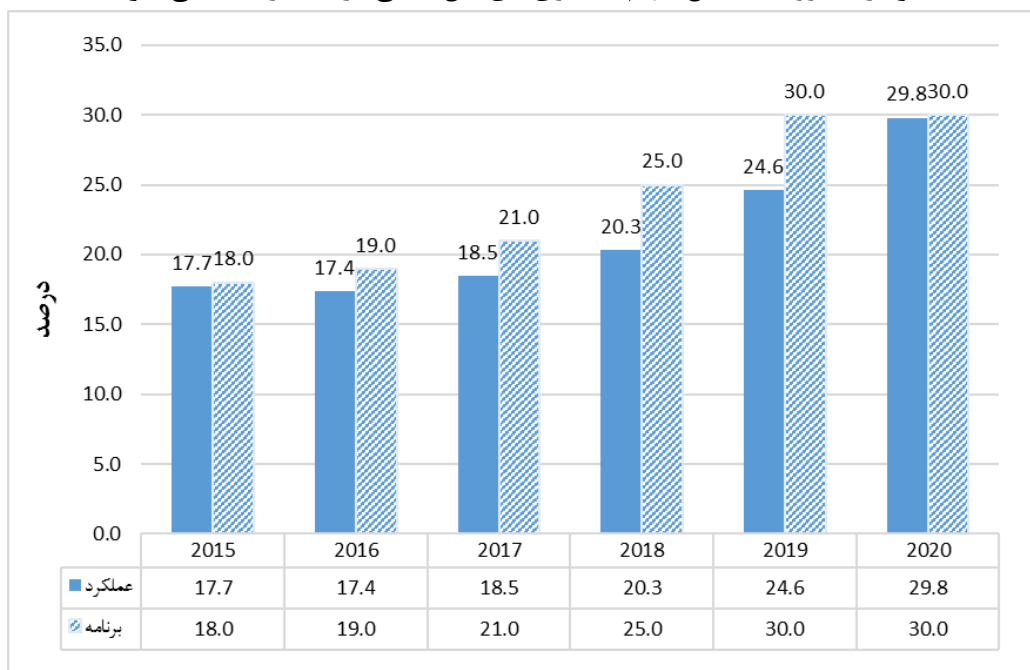
شاخص‌های همکاری‌های بین‌المللی عبارتند از:

۱. شاخص میزان مشارکت مؤثر کشور در مجامع منطقه‌ای و بین‌المللی نانو،
۲. شاخص سهم شرکت‌های با فعالیت‌های بین‌المللی از تعداد کل شرکت‌های نانو کشور،
۳. شاخص سهم همکاری‌های بین‌المللی در انتشارات علمی نانو.

• شاخص سهم همکاری‌های بین‌المللی در انتشارات علمی نانو

این شاخص، درصدی از مقالات نانوی هر کشور را نشان می‌دهد که به صورت مشترک با کشورهای دیگر منتشر شده‌اند و هدف از آن، اندازه‌گیری میزان ارتقای تبادل دانش در عرصه بین‌المللی در حوزه نانو است. همان‌طور که در نمودار زیر مشاهده می‌شود این شاخص از حدود ۱۸ درصد در سال ۲۰۱۵ به حدود ۳۰ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است. این مطلب نشان می‌دهد که سهم همکاری‌های بین‌المللی ایران در انتشارات علمی نانو رشد مناسبی در سال‌های اخیر داشته است.

نمودار ۲۱. روند شاخص سهم همکاری‌های بین‌المللی در انتشارات علمی نانو



مأخذ: همان.

۱۰. شاخص تولید تجهیزات صنعتی

هدف از شاخص تولید تجهیزات صنعتی، ارزیابی برنامه ایجاد و توسعه بنگاه‌های صنعتی تولیدکننده محصولات نانو است که براساس یک شاخص به نام شاخص تعداد خط تولید نانو راه‌اندازی شده با دانش طراحی / ماشین‌آلات ایران است.

• شاخص تعداد خط تولید نانو راه‌اندازی شده با دانش طراحی / ماشین‌آلات ایران

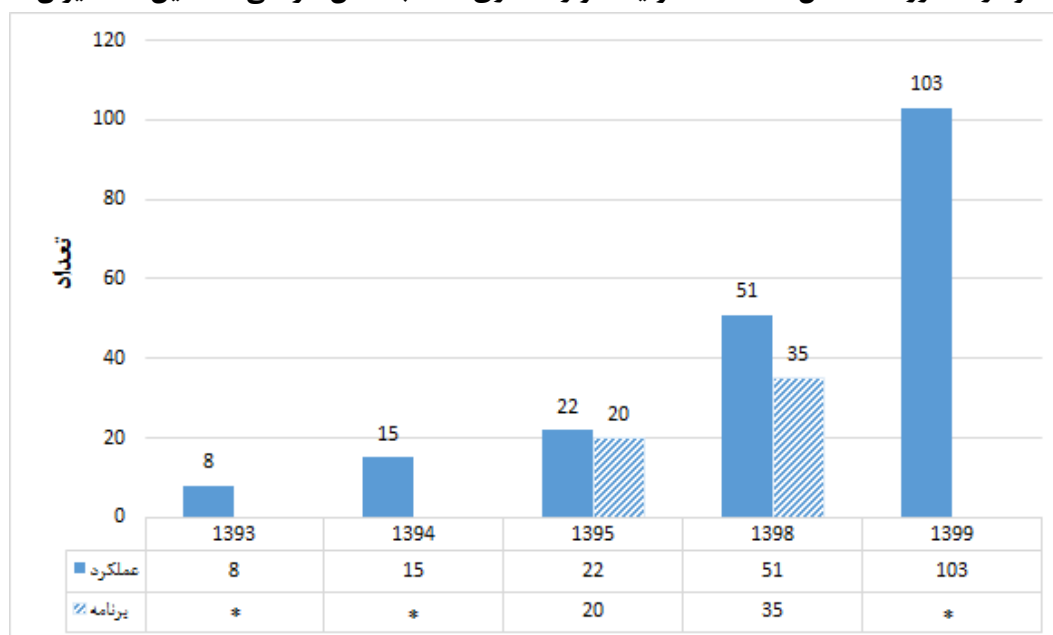
در این شاخص، تعداد خط تولید محصولات نانو در مقیاس صنعتی^۱ که با استفاده از دانش نانویی طراحی ایرانی و یا برپایه ماشین‌آلات ایرانی راه‌اندازی شده و شرکت توانایی اعطای حق لیسانس خط تولید را برای ایجاد کارخانه جدید داشته باشد، اندازه‌گیری می‌شود. همان‌طور که در نمودار ۲۲ مشاهده می‌شود این شاخص از سال ۱۳۹۳ با ۸ عدد راه‌اندازی خط تولید شروع شده و به تدریج افزایش یافته و از سال ۱۳۹۸ رشد بسیاری داشته است به نحوی که از ۵۱ عدد در سال ۱۳۹۸ به ۱۰۳ عدد در سال ۱۳۹۹ رسیده است.

هرچند در این شاخص، عملکرد با رشد خوبی رو به افزایش است اما به علت انتخاب مقادیر نامناسب در برنامه (به نحوی که میزان مطلوب و دستیابی به آن کمتر از میزانی است که عملکرد نشان داده است) و نبود برخی داده‌ها، قابل ارزیابی نیست.

۱. مقیاس صنعتی: خط تولید دارای توان تولید پیوسته براساس ویژگی‌های بخش صنعتی است.



نمودار ۲۲. روند شاخص تعداد خط تولید نانو راه‌اندازی شده با دانش طراحی / ماشین‌آلات ایران



مأخذ: همان.

* فاقد داده

۱۱. بودجه بخش فناوری نانو در برنامه ششم توسعه

در اسناد بودجه کل کشور، بخش یا فصل مجزایی به نام فناوری نانو وجود ندارد و اعتبارات تخصیص یافته به بخش فناوری نانو مشخص و دقیق نیست و بودجه‌ای که در لایحه و قوانین استخراج می‌شود، لزوماً بیانگر کل اعتبارات حوزه نانو نیست که این امر ناشی از دلایل مختلفی است. از آنجاکه حوزه فناوری نانو بین‌رشته‌ای است و بسیاری از دستگاه‌هایی که این فعالیت را دارند ممکن است الزاماً عنوان نانو را در ساختار خود نداشته باشند، لذا امکان بررسی دقیق‌تر فراهم نیست. در این گزارش، اعتبارات نانو در اسناد بودجه براساس جستجوی کلمه «نانو» و سابقه ردیف‌های دستگاه‌ها در قوانین بودجه سال‌های گذشته صورت گرفته است.

۱۱-۱. بودجه عمومی بخش فناوری نانو

بودجه عمومی بخش فناوری نانو در بودجه‌های سنواتی شامل مصارف عمومی و مصارف از محل درآمدهای اختصاصی آنها می‌شود. مصارف عمومی نیز خود شامل اعتبارات هزینه‌ای و اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای آنها می‌شود که در جدول ۱ ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود طی دوران برنامه ششم توسعه، مجموع بودجه عمومی مصوب احصا شده در بخش فناوری نانو در حدود ۳۹۵۷ میلیارد ریال است که به‌طور متوسط در حدود ۷۷ درصد آن محقق شده است. اختلاف بین بودجه عمومی و مصارف عمومی اختصاص یافته به بخش فناوری نانو اندک است که ناشی از پایین بودن مصارف از محل درآمدهای اختصاصی در این بخش است.

اعتبارات هزینه‌ای عمومی مصوب احصا شده در بخش فناوری نانو در طول برنامه ششم توسعه نیز حدود ۳۶۵۴ میلیارد ریال است که در حدود ۷۷ درصد آن محقق شده است. شایان ذکر است که بخش اعظمی از اعتبارات بودجه عمومی بخش فناوری نانو (در حدود ۹۲ درصد) را اعتبارات هزینه‌ای تشکیل می‌دهد. همچنین مصارف عمومی شامل اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای مصوب در طول برنامه ششم توسعه در حدود ۲۹۸ میلیارد ریال می‌شود که به‌طور متوسط حدود ۷۹ درصد آن محقق شده است. در انتهای جدول ۱، مصارف اختصاص یافته به بخش فناوری نانو از محل درآمدهای اختصاصی در طول برنامه ششم توسعه در حدود ۴/۵ میلیارد ریال است.

جدول ۱. بودجه عمومی بخش فناوری نانو - در دوران برنامه ششم توسعه

عنوان	شرح	اعتبارات مصوب (میلیون ریال)				
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
بودجه عمومی	مصوب	۶۹۲,۰۰۱	۸۳۸,۴۵۰	۵۷۴,۹۰۰	۷۲۳,۸۶۶	۱,۱۲۷,۳۸۰
	عملکرد	۵۱۸,۳۰۱	۷۱۱,۹۵۵	۴۰۸,۴۳۵	-	-
	درصد عملکرد	۷۴/۹	۸۴/۹	۷۱/۰	-	-
مصارف عمومی	مصوب	۶۹۲,۰۰۱	۸۳۷,۹۵۰	۵۷۳,۹۰۰	۷۲۲,۸۶۶	۱,۱۲۵,۳۸۰
	عملکرد	۵۱۸,۳۰۱	۷۱۱,۴۵۵	۴۰۷,۴۳۵	-	-
	درصد عملکرد	۷۴/۹	۸۴/۹	۷۱/۰	-	-
اعتبارات هزینه‌ای	مصوب	۶۱۵,۳۰۰	۷۶۵,۹۱۰	۵۱۴,۹۰۰	۶۸۲,۸۶۶	۱,۰۷۵,۳۸۰
	عملکرد	۴۴۵,۹۷۲	۶۵۲,۴۲۵	۳۷۵,۵۸۲	-	-
	درصد عملکرد	۷۲/۵	۸۵/۲	۷۲/۹	-	-
اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای	مصوب	۷۶,۷۰۱	۷۲,۰۴۰	۵۹,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰
	عملکرد	۷۲,۳۲۹	۵۹,۰۳۰	۳۱,۸۵۳	۳۴,۰۰۰	-
	درصد عملکرد	۹۴/۳	۸۱/۹	۵۴/۰	۸۵/۰	-
مصارف از محل درآمدهای اختصاصی	مصوب	۰	۵۰۰	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰	۲,۰۰۰
	عملکرد	۰	۵۰۰	۱,۰۰۰	۱,۰۰۰	۲,۰۰۰
	درصد عملکرد	-	-	-	-	-

مأخذ: قوانین بودجه کل کشور و محاسبات محقق.



۲-۱۱. اعتبارات هزینه‌ای عمومی بخش فناوری نانو به تفکیک دستگاه اجرایی (احصا شده)

برخی دستگاه‌های اجرایی به‌منظور فعالیت در زمینه فناوری نانو تشکیل شده‌اند که در نام آنها کلمه نانو ذکر شده است و در بودجه‌های سنواتی ردیف مشخص اعتباری دارند. دستگاه‌های مذکور در این بخش آمده‌اند. شایان ذکر است که شاید دستگاه‌های دیگری نیز در ساختار وزارتخانه‌ها وجود داشته باشند که با وجود فعالیت نانو، ردیف بودجه مشخص نداشته یا به‌علت اینکه عناوین نانو و فعالیت‌های نانویی ذیل آنها مشخص نیست، قابل احصا نباشند.

در جدول ۲ اعتبارات بخش فناوری نانو به تفکیک دستگاه‌ها شناسایی شده در این حوزه ارائه شده است. مراکز پژوهشی دیگری نیز مانند پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی در سال‌های گذشته فعالیت نانو در زیر برنامه‌های خود تعریف کرده بود اما از آنجاکه فعالیت نانو آنها جزء کوچکی از برنامه‌های آنان است، در جدول ۲ نیز رقمی برای آنها درج نشده است.

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد در قوانین بودجه، سه دستگاه در خصوص اعتبارات مربوط بخش فناوری نانو شناسایی شده است. این سه دستگاه عبارتند از: ستاد ویژه فناوری نانو با اعتبارات هزینه‌ای مصوب در حدود ۳۴۵۹ میلیارد ریال در طول برنامه ششم توسعه، مرکز تحقیقات نانو فناوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تهران با اعتبارات هزینه‌ای مصوب در حدود ۱۱۴ میلیارد ریال در طول برنامه ششم توسعه و سومین دستگاه نیز پژوهشگاه علوم و فناوری نانو دانشگاه کاشان با اعتبارات هزینه‌ای مصوب در حدود ۸۱ میلیارد ریال در طول برنامه ششم توسعه است.

در مجموع اعتبارات هزینه‌ای مصوب این سه دستگاه اجرایی در طول برنامه ششم توسعه بالغ بر ۳۶۵۴ میلیارد ریال می‌شود. شایان ذکر است که براساس درصد عملکرد اعتبارات هزینه‌ای در طول سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۸ می‌توان گفت که در طول برنامه ششم توسعه احتمالاً در حدود ۷۷ درصد از اعتبارات هزینه‌ای مصوب (معادل ۲۸۱۴ میلیارد ریال) تحقق یافته است.

جدول ۲. اعتبارات هزینه‌ای عمومی بخش فناوری نانو به تفکیک دستگاه در دوران برنامه ششم توسعه

دستگاه	شرح	اعتبار (میلیون ریال)				
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
ستاد توسعه فناوری نانو	مصوب	۶۰۵,۳۰۰	۷۲۵,۰۰۰	۴۶۷,۵۰۰	۶۳۸,۵۱۶	۱,۰۲۲,۲۵۵
	عملکرد	۴۳۸,۴۰۵	۶۲۱,۶۳۳	۳۵۸,۴۸۱	۵۵۷,۹۶۳	-
	درصد عملکرد	۷۲/۴	۸۵/۷	۷۶/۷	۸۷/۴	-
پژوهشکده علوم و فناوری نانو	مصوب	۵,۰۰۰	۲۵,۱۶۰	۲۹,۰۰۰	۲۵,۹۵۰	۲۹,۲۰۵
	عملکرد	۳,۷۸۴	۱۸,۵۷۰	۸,۹۸۵	-	-
	درصد عملکرد	۷۵/۷	۷۳/۸	۳۱/۰	-	-

دستگاه	شرح	اعتبار (میلیون ریال)				
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
مرکز تحقیقات نانو فناوری	مصوب	۵,۰۰۰	۱۵,۷۵۰	۱۸,۴۰۰	۱۸,۴۰۰	۲۳,۹۲۰
	عملکرد	۳,۷۸۳	۱۲,۲۲۲	۸,۱۱۶	-	-
	درصد عملکرد	۷۵/۷	۷۷/۶	۴۴/۱	-	-
جمع کل	مصوب	۶۱۵,۳۰۰	۷۶۵,۹۱۰	۵۱۴,۹۰۰	۶۸۲,۸۶۶	۱,۰۷۵,۳۸۰
	عملکرد	۴۴۵,۹۷۲	۶۵۲,۴۲۵	۳۷۵,۵۸۲	-	-
	درصد عملکرد	۷۲/۵	۸۵/۲	۷۲/۹	-	-
جمع در برنامه ششم توسعه						۸۱,۴۷۰

مأخذ: همان.

۳-۱۱. بودجه عمومی ستاد توسعه فناوری نانو

ستاد توسعه فناوری نانو به‌عنوان متولی اصلی توسعه این فناوری، وظایفی از جمله تصویب اهداف، راهبردها و سیاست‌های کلان و برنامه ملی توسعه فناوری نانو، تقسیم وظایف کلی دستگاه‌ها و تعیین مأموریت‌های بخشی و هماهنگی آنها و نظارت عالی بر تحقق اهداف و برنامه‌ها را دارد.

همچنین طبق سند «راهبرد آینده نانو فناوری» دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از فناوری نانو، ایجاد زمینه مناسب برای بهره‌مندی از مزایای فناوری نانو در جهت ارتقای کیفیت زندگی مردم و نهادینه شدن توسعه پایدار و پویای علوم و فناوری و صنعت نانو از اهداف برنامه توسعه فناوری نانو است. بنابراین اختصاص بودجه متمرکز به توسعه نانوفناوری و نقش‌محوری ستاد فناوری نانو در مدیریت و هدایت برنامه‌های مرتبط با نانو در کشور یکی از عوامل تأثیرگذار در موفقیت نسبی برنامه‌های توسعه نانو و حرکت به سمت تحقق اهداف سند «راهبرد آینده توسعه فناوری نانو» خواهد بود. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود طی برنامه ششم توسعه، مجموع بودجه عمومی اختصاص یافته به ستاد فناوری نانو در حدود ۳۷۵۶ میلیارد ریال است که به‌طور متوسط حدود ۸۰ درصد آن تحقق یافته است. اختلاف بین بودجه عمومی و مصارف عمومی اختصاص یافته به ستاد فناوری نانو صفر است زیرا ستاد فناوری نانو مصارف از محل درآمدهای اختصاصی ندارد.

مجموع اعتبارات هزینه‌ای مصوب ستاد فناوری نانو طی برنامه ششم توسعه به ۳۴۵۹ میلیارد ریال بالغ می‌شود. همچنین مجموع اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای مصوب ستاد فناوری نانو در طی برنامه ششم توسعه به ۲۹۸ میلیارد ریال رسیده است که به‌طور متوسط حدود ۷۹ درصد آن تحقق یافته است.



جدول ۳. بودجه عمومی ستاد ویژه فناوری نانو - در دوران برنامه ششم توسعه

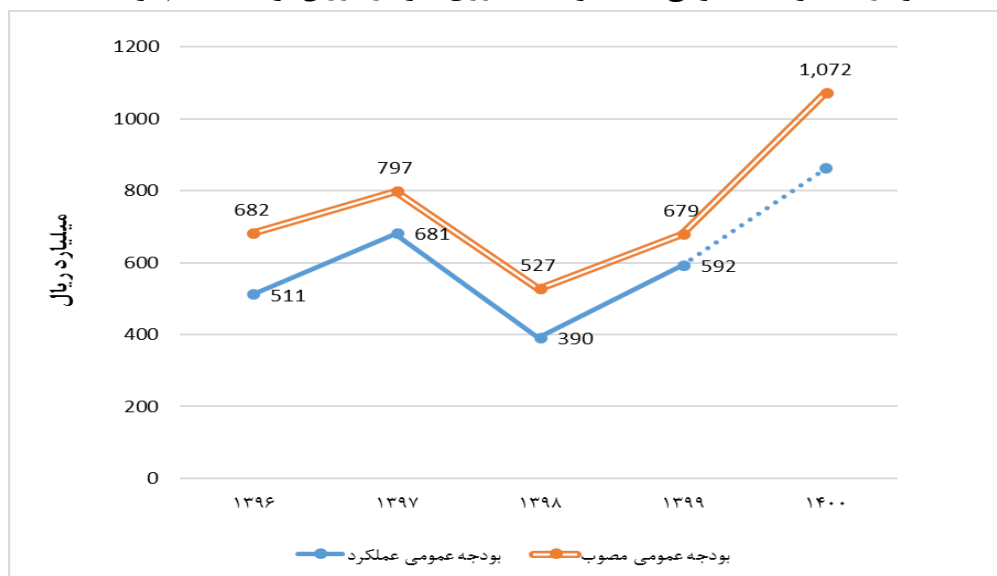
اعتبارات مصوب (میلیون ریال)						شرح	عنوان
جمع در برنامه ششم توسعه	۱۴۰۰	۱۳۹۹	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶		
۳,۷۵۶,۳۱۲	۱,۰۷۲,۲۵۵	۶۷۸,۵۱۶	۵۲۶,۵۰۰	۷۹۷,۰۴۰	۶۸۲,۰۰۱	مصوب	بودجه عمومی
-	-	۵۹۱,۹۶۳	۳۹۰,۳۳۴	۶۸۰,۶۶۳	۵۱۰,۷۳۴	عملکرد	
۸۰/۴	-	۸۷/۲	۷۴/۱	۸۵/۴	۷۴/۹	درصد عملکرد	
۳,۷۵۶,۳۱۲	۱,۰۷۲,۲۵۵	۶۷۸,۵۱۶	۵۲۶,۵۰۰	۷۹۷,۰۴۰	۶۸۲,۰۰۱	مصوب	مصارف عمومی
-	-	۵۹۱,۹۶۳	۳۹۰,۳۳۴	۶۸۰,۶۶۳	۵۱۰,۷۳۴	عملکرد	
۸۰/۴	-	۸۷/۲	۷۴/۱	۸۵/۴	۷۴/۹	درصد عملکرد	
۳,۴۵۸,۵۷۱	۱,۰۲۲,۲۵۵	۶۳۸,۵۱۶	۴۶۷,۵۰۰	۷۲۵,۰۰۰	۶۰۵,۳۰۰	مصوب	اعتبارات هزینه‌ای
-	-	۵۵۷,۹۶۳	۳۵۸,۴۸۱	۶۲۱,۶۳۳	۴۳۸,۴۰۵	عملکرد	
۸۰/۶	-	۸۷/۴	۷۶/۷	۸۵/۷	۷۲/۴	درصد عملکرد	
۲۹۷,۷۴۱	۵۰,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۵۹,۰۰۰	۷۲,۰۴۰	۷۶,۷۰۱	مصوب	اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای
-	-	۳۴,۰۰۰	۳۱,۸۵۳	۵۹,۰۳۰	۷۲,۳۲۹	عملکرد	
۷۸/۸	-	۸۵/۰	۵۴/۰	۸۱/۹	۹۴/۳	درصد عملکرد	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	مصوب	مصارف از محل درآمدهای اختصاصی
-	-	۰	۰	۰	۰	عملکرد	
-	-	-	-	-	-	درصد عملکرد	

مأخذ: همان.

نمودار ۲۳ روند بودجه عمومی ستاد توسعه فناوری نانو (مصوب و عملکرد) طی دوران برنامه ششم توسعه (سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰) را نشان می‌دهد. اختلاف بین روند مصوب و روند عملکرد در این نمودار ناشی از تخصیص در حدود ۸۰ درصدی بودجه به ستاد توسعه فناوری نانو است.

همان‌طور که در نمودار مذکور مشاهده می‌شود مقدار اسمی مصوب بودجه عمومی ستاد فناوری نانو در سال ۱۳۹۷ افزایش داشته، اما این اعتبارات در قانون بودجه سال ۱۳۹۸ در حدود ۳۴ درصد کاهش یافت، سپس از آن سال به بعد با روند افزایشی و رشد تقریبی سالیانه معادل ۳۸ درصد روبه‌رو بوده است.

نمودار ۲۳. بودجه عمومی ستاد توسعه فناوری نانو در دوران برنامه ششم توسعه



مأخذ: قوانین بودجه کل کشور و محاسبات محقق.

۴-۱۱. مصارف عمومی بخش فناوری نانو از محل درآمدهای اختصاصی

در میان سه دستگاه اجرایی شناسایی شده در اسناد بودجه که در زمینه نانوفناوری فعالیت می‌کنند، تنها مرکز تحقیقات نانوفناوری وابسته به دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران در دوران برنامه ششم توسعه، درآمد اختصاصی دارد. درآمد اختصاصی مرکز تحقیقات نانوفناوری طی برنامه ششم توسعه رقم ۴/۵ میلیارد ریال است.

۵-۱۱. اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای بخش فناوری نانو

اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای بخش فناوری نانو در میان دستگاه‌های شناسایی شده در اسناد بودجه نیز در جدول ۴ آورده شده است. اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای این بخش تنها در ستاد توسعه فناوری نانو تأمین می‌شود. طبق جدول مذکور اعتبار تملک دارایی‌های سرمایه‌ای مصوب بخش فناوری نانو در دوران برنامه ششم توسعه در حدود ۲۹۸ میلیارد ریال است که به‌طور متوسط در حدود ۷۹ درصد آن تحقق یافته است.

جدول ۴. اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای بخش فناوری نانو (۱۳۹۸-۱۴۰۱)

شرح	اعتبار (میلیون ریال)				
	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
مصوب	۷۶,۷۰۱	۷۲,۰۴۰	۵۹,۰۰۰	۴۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰
عملکرد	۷۲,۳۲۹	۵۹,۰۳۰	۳۱,۸۵۳	۳۴,۰۰۰	-
درصد عملکرد	۹۴/۳	۸۱/۹	۵۴/۰	۸۵/۰	-
جمع در برنامه ششم توسعه	۲۹۷,۷۴۱	-	-	-	-

مأخذ: قوانین بودجه کل کشور و محاسبات محقق.



۱۲. تجزیه و تحلیل شاخص‌ها

همان‌طور که در اوایل این گزارش ذکر شد شاخص‌های مربوط به توسعه فناوری نانو براساس «سند گسترش کاربردی

فناوری نانو در افق ۱۴۰۴» به ۱۷ حوزه تقسیم می‌شود که با توجه به بررسی صورت گرفته، می‌توان گفت:

• در حوزه چشم‌انداز و اهداف اقتصاد کلان فناوری نانو، ایران وضعیت مناسبی دارد و حتی جلوتر از برنامه است برای مثال شاخص حجم ریالی بازار فناوری نانو نشان می‌دهد که ایران تقریباً در همه سال‌ها جلوتر از برنامه بوده است. همچنین در شاخص جایگاه جهانی ایران در انتشار مقالات نانو و شاخص جهانی ایران در اچ ایندکس مقالات نانو، ایران وضعیت مناسبی دارد.

• در حوزه ترویج و فرهنگ‌سازی فناوری نانو نیز وضعیت ایران مناسب است و شاخص‌ها نشان می‌دهند که بیش از پنج میلیون نفر در سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۹ در برنامه‌های ترویج نانو آموزش دیده‌اند.

• در حوزه توسعه سرمایه انسانی و کیفیت علمی نیز به‌طور کلی می‌توان گفت که شرایط فناوری نانو مناسب است، به‌طوری‌که شاخص تعداد محققان ایرانی تراز اول جهان در سال ۲۰۱۹، ۴۱ نفر است که بیش از دو برابر هدف برنامه در آن سال است. هرچند نیاز است این آمارها شفاف‌تر شوند و با توجه به مؤلفه‌هایی همچون سهم مهاجرت و یا بازگشت نیروهای انسانی فعال در حوزه فناوری نانو، آنها را باید ارزیابی و در موردشان قضاوت کرد.

• همچنین در حوزه خدمات و زیرساخت‌های تجاری‌سازی وضعیت فناوری نانو در کشور مناسب است، به‌طوری‌که شاخص نرخ تجاری‌سازی و شاخص متوسط زمان تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده، جلوتر از هدف برنامه حرکت می‌کنند.

• همچنین در حوزه استاندارد و ایمنی فناوری نانو، شرایط ایران مناسب است. برای مثال در سال ۱۳۹۳ تنها ۳۰ استاندارد مرتبط با نانو وجود داشته است که این استانداردها هر ساله افزایش یافته‌اند و در سال ۱۳۹۹ به ۱۲۳ استاندارد رسیده‌اند و تا حدود زیادی اهداف برنامه‌ای در این زمینه تحقق یافته است.

• در حوزه توسعه فناوری نانو می‌توان گفت شرایط مناسب نیست و نیاز به تقویت و پشتیبانی بیشتر وجود دارد. برای مثال شاخص تعداد محصولات فناوری نانو از ۳۶۱ محصول در سال ۱۳۹۵ به ۷۸۳ محصول در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته و به‌طور متوسط رشدی معادل با ۱۸ درصد در این سال‌ها داشته است اما با وجود رشد ۱۸ درصدی، دستیابی به اهداف برنامه‌ای تعیین شده (۱۰۰۰ محصول در سال ۱۴۰۰) محقق نشده است. همچنین شاخص تعداد شرکت‌های تولیدی نانو از ۱۵۷ بنگاه در سال ۱۳۹۵ به ۳۰۶ بنگاه در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته است که بسیار کمتر حتی از هدف برنامه در سال ۱۳۹۸ (۶۶۰ بنگاه) است.

• همچنین در حوزه توسعه و مدیریت بازار نانو شرایط کشور مناسب نیست. برای مثال شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو از ۱۷ درصد در سال ۱۳۹۵ به ۶ درصد در سال ۱۳۹۸ کاهش یافته است. که براساس نظر کارشناسان ستاد فناوری نانو^۱ دلایل مختلفی سبب کاهش سهم صادرات محصولات نانو شده است از جمله افزایش حجم بازار داخلی، اثر تحریم‌های خارجی، افزایش صادرات غیررسمی و غیره.

۱. شایان ذکر است جلساتی با کارشناسان ستاد توسعه فناوری نانو برگزار شد و نظرات ایشان درباره شاخص‌های فناوری نانو گرفته شد.

• در حوزه همکاری‌های بین‌المللی فناوری نانو شرایط کشور مناسب است. به طوری که شاخص سهم همکاری‌های بین‌المللی در انتشارات علمی نانو ایران از حدود ۱۸ درصد در سال ۲۰۱۵ به حدود ۳۰ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است. این مطلب نشان می‌دهد که سهم همکاری‌های بین‌المللی ایران در انتشارات علمی نانو رشد مناسبی در سال‌های اخیر داشته است.

• در حوزه تولید تجهیزات صنعتی با فناوری نانو نیز شاخص تعداد خط تولید نانو راه‌اندازی شده با دانش طراحی و ماشین‌آلات ایران رو به رشد بوده است و از سال ۱۳۹۳ با ۸ عدد راه‌اندازی خط تولید شروع شده و به تدریج افزایش یافته به ۱۰۳ عدد در سال ۱۳۹۹ رسیده است.

• در حوزه بودجه دولتی در بخش فناوری نانو می‌توان گفت که ماهیت بین‌رشته‌ای بودن حوزه نانو مانع از این می‌شود که بتوان از طریق بودجه‌های سنواتی به خوبی آن را رصد و پیگیری کرد. چنانچه قطعاً با وجود تعدد دستگاه‌هایی که در عمل به بحث نانو می‌پردازند، در سطح بودجه تنها سه دستگاه شناسایی شده‌اند پس باید سازوکاری برای تعیین اعتبارات هزینه شده در حوزه نانو توسط دستگاه‌های متولی این حوزه اندیشیده شود.

• همچنین در حوزه بودجه دولتی، ستاد فناوری نانو به‌عنوان نهاد اصلی و مرکزی در حوزه سیاستگذاری و تسهیل فعالیت‌های اجرایی و تنظیم‌گری این حوزه شناخته می‌شود. لذا بار عمده فعالیت‌های نانو و راهبری این حوزه پیش از آنکه بر دستگاه‌های اجرایی و وزارتخانه‌ها باشد بر دوش ستاد فناوری نانو است. جریان‌سازی و حفظ و تداوم فعالیت‌های نانو در سطح کشور به تقویت ستاد نانو وابسته است. ساز و کار این تقویت لزوماً مالی نیست و به عملکرد آن ستاد نیز بازمی‌گردد.

ارزیابی و تحلیل شاخص‌های توسعه فناوری نانو در برنامه ششم توسعه از چند منظر صورت گرفته است. در جدول ۵ هر کدام از شاخص‌ها، روند حرکت آنها نسبت به برنامه نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در شاخص‌هایی نظیر حجم ریالی بازار فناوری نانو، جایگاه جهانی در انتشار مقالات نانو، تعداد محققان ایرانی تراز اول جهان با روند رو به رشدی در مسیر حرکت شاخص مواجه هستیم. برخی از این برنامه‌ها هم‌راستا یا حتی جلوتر از برنامه در حال حرکت هستند اما برخی از آنها از برنامه عقب هستند مانند تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی، سهم مقالات نانو در مجلات برگزیده از کل مقالات نانو، تعداد پتنت به ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو، تعداد شرکت‌های تولیدی نانو، تعداد بنگاه‌های صنعتی غیرنانونی بهبودیافته با فناوری نانو. این امر نشان می‌دهد توسعه فناوری نانو در حوزه‌های توسعه سرمایه انسانی و کیفیت علمی، توسعه فناوری‌های کلیدی و تعداد شرکت‌های تولیدی نانو به‌شدت با چالش روبه‌رو و نیازمند برنامه‌ریزی و بازنگری سیاست‌هاست. همچنین بررسی محتوای شاخص‌های ارزیابی، چند نکته را آشکار کرد:

• مقدار برنامه‌ریزی شده (وضعیت مطلوب) در برخی از شاخص‌ها با منطق صحیحی انتخاب نشده است که تفسیر عملکرد را مبهم و جانبدارانه می‌کند. در برخی موارد مانند شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو، میزان صادرات پیش‌بینی شده در برنامه (وضعیت مطلوب) از میزان واقعی (عملکرد) کمتر در نظر گرفته شده است و این با مفهوم چشم‌انداز و هدف در تعارض است. در برخی موارد، شاخص در نظر گرفته شده در برنامه، آنقدر بالا و غیرواقعی انتخاب شده که عملاً دستیابی به آن ناممکن است. به‌عنوان مثال، شاخص تعداد پتنت به‌ازای هر صد مقاله نانو در سال ۲۰۲۰ مقدار پنج پتنت به‌ازای هر صد مقاله تعیین



شده در صورتی که میران تحقق آن ۰/۴۹ (چهل و نه صدم) در هر ۱۰۰ مقاله است.

• برخی از شاخص‌ها مبهم هستند و هدف از آنها و خروجی آنها مشخص نیست و یا قابل تفسیر هستند زیرا از جنس توصیفی هستند مانند میزان علاقه‌مندی بنگاه‌های تولید هدف نسبت به فناوری نانو، و تعداد شرکت‌های فناور با نقش‌آفرینی محققان نانو.

• نقش نانو در اقتصاد ملی و میزان پیوند این حوزه با صنایع اصلی کشور نظیر فولاد، خودروسازی، پتروشیمی، سیمان و کانی‌های غیرفلزی، صنایع شیمیایی و ... می‌تواند معیار مهمی در ارزیابی توسعه نانو در ایران باشد، که البته اندازه‌گیری میزان پیوند این حوزه با صنایع اصلی کشور تاکنون انجام نشده است. شاخص‌هایی از قبیل تعداد بنگاه‌های غیر نانو با محصولات بهبود یافته نانو نیز نتوانسته است به خوبی میزان نفوذ فناوری نانو در زنجیره تأمین را آشکار نماید و از اینرو به نظر می‌رسد لحاظ کردن برخی شاخص‌های ترکیبی قابل اندازه‌گیری در ارزیابی نفوذ فناوری نانو مهم و ضروری است.

جدول ۵. خلاصه ارزیابی شاخص‌های توسعه فناوری نانو در برنامه ششم توسعه

حوزه	شاخص	روند حرکت شاخص	وضعیت نسبت به برنامه
چشم‌انداز و اهداف اقتصاد کلان	حجم ریالی بازار فناوری نانو	در حال رشد	جلوتر از برنامه
	جایگاه جهانی در انتشار مقالات نانو	در حال رشد	جلوتر از برنامه
	جایگاه جهانی کشور در اچ‌آی‌دکس مقالات نانو	در حال رشد	جلوتر از برنامه
	جایگاه جهانی در ثبت اختراعات نانو در دفاتر ثبت اختراع معتبر	تقریباً بدون تغییر	عقب‌تر از برنامه
ترویج و فرهنگ‌سازی	تعداد افراد آموزش‌دیده در برنامه‌های ترویج فناوری نانو	تقریباً بدون تغییر	همانگ با برنامه
توسعه سرمایه انسانی و کیفیت علمی	تعداد محققان ایرانی تراز اول جهان	در حال رشد	جلوتر از برنامه
	تعداد مقالات نانو در مجلات برگزیده بین‌المللی	در حال رشد	بسیار عقب‌تر از برنامه
	سهم مقالات نانو در مجلات برگزیده از کل مقالات نانو	رشد اندک	بسیار عقب‌تر از برنامه
	جایگاه جهانی کشور در میانگین ارجاع به مقالات نانو	رشد اندک	عقب‌تر از برنامه
توسعه فناوری‌های کلیدی	تعداد پتنت به‌ازای هر ۱۰۰ مقاله نانو	تقریباً بدون تغییر	بسیار عقب‌تر از برنامه
خدمات و زیرساخت‌های تجاری‌سازی	نرخ تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده	در حال رشد	همانگ با برنامه
	متوسط زمان تجاری‌سازی فناوری‌های عرضه شده	در حال رشد	همانگ با برنامه
توسعه صنعت نانو	تعداد شرکت‌های تولیدی نانو	رشد اندک	بسیار عقب‌تر از برنامه
	تعداد محصولات فناور نانو	در حال رشد	عقب‌تر از برنامه
	تعداد بنگاه‌های صنعتی غیرنانویی بهبودیافته با فناوری نانو	رشد اندک	بسیار عقب‌تر از برنامه
	تعداد استانداردهای ملی فناوری نانو	در حال رشد	عقب‌تر از برنامه
استاندارد و ایمنی	تعداد استانداردهای بین‌المللی فناوری نانو	در حال رشد	عقب‌تر از برنامه
	تعداد استانداردهای ملی ارتقایافته	کاهش در سال ۱۳۹۹	عقب‌تر از برنامه
	توسعه و مدیریت بازار نانو	سهم صادرات از بازار فناوری نانو	رشد کاهشی
همکاری‌های بین‌المللی	سهم همکاری‌های بین‌المللی در انتشارات علمی نانو	در حال رشد	همانگ با برنامه
تولید تجهیزات صنعتی	تعداد خط تولید نانو راه‌اندازی شده با دانش طراحی / ماشین‌آلات ایران	در حال رشد	جلوتر از برنامه

مأخذ: نتایج تحقیق.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

دستیابی به سهم مناسبی از تجارت جهانی با استفاده از فناوری نانو، ایجاد زمینه مناسب برای بهره‌مندی از مزایای فناوری نانو در جهت ارتقای کیفیت زندگی مردم و نهادینه شدن توسعه پایدار و پویای علوم و فناوری و صنعت نانو از اهداف برنامه توسعه فناوری نانو در «سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴» است. همچنین براساس هدف‌گذاری نقشه جامع علمی کشور، در سال ۱۴۰۴ باید ۲ درصد سهم بازار نانووی جهان متعلق به ایران باشد.

در این گزارش از شاخص‌های پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴» که به موجب تبصره ماده (۲۰) «سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴» و به‌عنوان «سامانه پایش اجرای سند» توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو راه‌اندازی شده است، به منظور ارزیابی توسعه فناوری نانو در دوران برنامه ششم توسعه استفاده شده است. شاخص‌های متعددی براساس سند مذکور تعریف شده است، به‌طوری‌که ۱۷ حوزه در فناوری نانو مشخص شده است که هر یک تعدادی شاخص دارند. با وجود این، در برخی از حوزه‌های هدف‌گانه معرفی شده در سند مذکور شاخص مناسبی تهیه نشده است و در برخی از موارد آمار به‌روزی در سامانه وجود ندارد. همچنین شاخص‌های ترکیبی برای ارزیابی کلی هر حوزه و کل بخش تعریف نشده است.

براساس اغلب شاخص‌های پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴»، فناوری نانو طی سال‌های برنامه ششم توسعه رشد و گسترش مناسبی داشته است. با وجود این، می‌توان گفت در حوزه توسعه فناوری نانو هنوز شرایط مناسب نیست و به تقویت و پشتیبانی بیشتر نیاز دارد. برای مثال شاخص تعداد محصولات فناوری نانو از ۳۶۱ محصول در سال ۱۳۹۵ به ۷۸۳ محصول در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته و به‌طور متوسط رشدی معادل با ۱۸ درصد در این سال‌ها داشته است اما با وجود رشد ۱۸ درصدی، دستیابی به اهداف برنامه‌ای تعیین شده (۱۰۰۰ محصول در سال ۱۴۰۰) محقق نشده است. همچنین در حوزه توسعه و مدیریت بازار نانو شرایط کشور مناسب نیست. برای مثال شاخص سهم صادرات از بازار فناوری نانو از ۱۷ درصد در سال ۱۳۹۵ به ۶ درصد در سال ۱۳۹۸ کاهش یافته است. که براساس نظر کارشناسان ستاد فناوری نانو دلایل مختلفی سبب کاهش سهم صادرات محصولات نانو شده است از جمله افزایش حجم بازار داخلی، اثر تحریم‌های خارجی، افزایش صادرات غیررسمی و غیره.

بررسی اعتبارات مصوب برای توسعه فناوری نانو نشان از روند اسمی رو به رشد سرمایه‌گذاری دولت در توسعه این فناوری در دوران برنامه ششم توسعه دارد، اما با توجه به نرخ تورم سالیانه، روند ارزش واقعی اعتبارات مصوب برای توسعه فناوری نانو کاهشی بوده است این در حالی است که به‌منظور دستیابی به جایگاه مناسب در بین ۱۵ کشور برتر فناوری نانو و ارتقای مداوم این جایگاه، حمایت کافی و مستمر از این فناوری اولویت‌دار، ضروری است.

ستاد فناوری نانو به‌عنوان نهاد اصلی و مرکزی در حوزه سیاست‌گذاری و تسهیل فعالیت‌های اجرایی و تنظیم‌گری این حوزه شناخته می‌شود. لذا بار عمده فعالیت‌های نانو و راهبری این حوزه پیش از آنکه بر دستگاه‌های اجرایی و وزارتخانه‌ها باشد بر دوش ستاد فناوری نانو است. جریان‌سازی و حفظ و تداوم فعالیت‌های نانو در سطح کشور به تقویت ستاد نانو وابسته است. از این‌رو در گام اول، شفاف‌سازی اعتباراتی که توسط کلیه دستگاه‌های اجرایی به حوزه نانو تعلق می‌گیرد و بررسی نقش ستاد نانو از منظر هدایت مسیر در راستای هزینه‌کرد مطلوب این اعتبارات ضروری است.



پیشنهاد می‌شود ارزیابی برخی شاخص‌ها همچون ظرفیت نیروی انسانی با در نظر گرفتن مؤلفه‌های دقیقتر و تأثیرگذاری همچون سهم مهاجرت نخبگان نانو از کشور و یا بازگشت نیروهای انسانی فعال در این حوزه لحاظ شود. همچنین اندازه‌گیری نفوذ نانو در زنجیره تأمین محصولات و میزان پیوند آن با صنایع اصلی کشور نظیر فولاد، خودروسازی، پتروشیمی، سیمان و کانی‌های غیرفلزی، صنایع شیمیایی و ... می‌تواند معیار مهمی در ارزیابی توسعه نانو در ایران باشد که بهتر است با تدوین شاخص‌های ترکیبی قابل اندازه‌گیری مورد توجه قرار گیرد.

منابع و مأخذ

۱. پرتال «فناوری نانو در ایران ۱۴۰۴»، ستاد توسعه فناوری نانو.
۲. گزارش عملکرد سند گسترش کاربرد فناوری نانو در ایران در سال ۱۳۹۸، ستاد توسعه فناوری نانو.
۳. گزارش عملکرد سند گسترش کاربرد فناوری نانو در ایران در سال ۱۳۹۹، ستاد توسعه فناوری نانو.
۴. بررسی لایحه بودجه سال ۱۴۰۱ کل کشور ۵۵. بخش فناوری نانو، شماره مسلسل ۱۸۰۴۸، دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۴۰۰.
۵. بررسی لایحه بودجه سال ۱۴۰۰ کل کشور ۳۱. بخش فناوری نانو، شماره مسلسل ۱۷۳۳۹، دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۹.
۶. بررسی لایحه بودجه سال ۱۳۹۶ کل کشور ۱۷. بخش فناوری نانو، شماره مسلسل ۲۸۰۱۵۲۱۴، دفتر مطالعات فناوری‌های نوین مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۵.
۷. بررسی لایحه بودجه سال ۱۳۹۵ کل کشور ۱۲. بخش فناوری نانو، شماره مسلسل ۲۸۰۱۴۶۶۷، دفتر مطالعات فناوری‌های نوین مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۴.
۸. بررسی لایحه بودجه سال ۱۳۹۴ کل کشور ۶. بخش فناوری نانو، شماره مسلسل ۲۸۰۱۴۰۵۱، دفتر مطالعات فناوری‌های نوین مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۳.
۹. قوانین بودجه سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ کل کشور.
۱۰. لایحه بودجه سال ۱۴۰۱ کل کشور.
۱۱. مصوبه تشکیل ستاد توسعه فناوری نانو شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۵.

