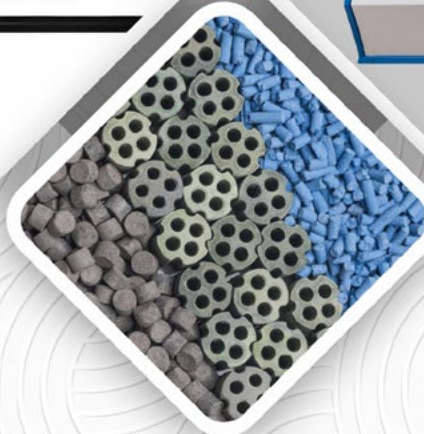
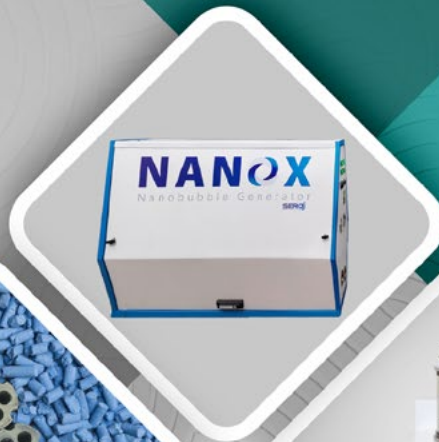




معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
سازمان توسعه فناوری های نانو و میکرو

گزارش بازار محصولات نانو ساخت ایران

در سال ۱۴۰۱



WWW.NANO.IR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو

عنوان اصلی: گزارش بازار محصولات نانو ساخت ایران در سال ۱۴۰۱
ناشر: ستاد ویژه توسعه فناوری های نانو و میکرو
کارفرما: گروه سیاست گذاری و ارزیابی
صفحه آرایی و چاپ: توسعه فناوری مهرویژن
زمان انتشار: آبان ۱۴۰۲
تلفن: ۶۳۱۰۲۳۰۱
دورنگار: ۶۳۱۰۶۳۱۰
پست الکترونیک: policy@nano.ir

فهرست مطالب

۶	مقدمه
۸	تعاریف واژگان کلیدی
۹	روش اجرای پیمایش
۱۱	روند صنعتی‌سازی و توسعه بازار فناوری نانو در ایران
۲۳	تحلیل بازار محصولات نانو در سال ۱۴۰۱

مقدمه

۲۰ سال از عزم کشور برای توسعه علم و فناوری نانو می‌گذرد. ایران در حالی در این عرصه پا نهاد که از تدوین برنامه‌های توسعه فناوری نانو در کشورهای داعی علم و فناوری چند سالی بیشتر نمی‌گذشت اما جامعه علمی کشور و به تبع آن فناوران و صنعت‌گران با این فناوری آشنایی نداشتند و متخصصان داخلی در این فناوری انگشت شمار بودند. علاوه بر آن زیست‌بوم نوآوری، کمتر رشد یافته بود و صنایع موجود، آمادگی لازم را برای جذب فناوری‌های پیشرفته نداشتند. در این میان، عزم نخبگان و سیاست‌گذاران فناوری نانو بر آن شد که توسعه این فناوری، براساس یک الگوی پیشرفت بومی و درون‌زا، ضمن اشراف و تسلط علمی، راه تولید ثروت و دستیابی به بازارهای داخلی و خارجی را هموار سازد. فناوری نانو با تأثیر بر تمام صنایع با بهبود محصولات موجود در مرحله اول و همچنین ایجاد محصولات جدید در مرحله دوم، حجم بازار بسیار بزرگی را پیش روی جهان قرار داده است. بازار فناوری نانو در ایران نیز در سالیان اخیر رشد پرشتاب و قابل توجهی داشته و همه حوزه‌های صنعتی را در بر گرفته است. یکی از الزامات پیشرفت فناوری نانو در کشور، پایش مداوم مسیر تجاری‌سازی فناوری‌های نانو در بستر بنگاه‌های اقتصادی است. در سال‌های اخیر این پایش به صورت دوره‌ای و به شکل پیمایش بازار محصولات فناوری نانو توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو صورت گرفته است. تحلیل اقتصادی شرکت‌های فناوری نانو و شناخت وضعیت بازار کالاها و خدمات فناوری نانو تولید داخل از مهمترین اهداف این پیمایش هستند. انتظار می‌رود نتایج این پیمایش، ضمن ترسیم وضعیت شاخص‌های اقتصادی پیشرفت فناوری نانو در کشور، پاسخگوی نیازهای مخاطبان زیر باشد:

برنامه‌ریزان توسعه فناوری و نوآوری

- ارزیابی اثربخشی سیاست‌ها و ابزارهای حمایتی توسعه و تجاری‌سازی فناوری
- شناسایی روندها برای تعیین حوزه‌های اولویت‌دار صنعتی و بازار

صنعتگران و سرمایه‌گذاران

- شناسایی روندهای تجاری‌سازی محصولات نانو و جهت‌گیری بازار کشور
- شناخت حوزه‌ها و صنایع دارای پتانسیل برای سرمایه‌گذاری

فناوران و شرکت‌های نوپا

- شناخت پتانسیل‌های صنایع موجود در جذب فناوری و ظرفیت تجاری‌سازی صنایع
- شناخت قابلیت تجاری‌سازی فناوری‌های مختلف نانو

پژوهشگران مطالعات توسعه فناوری و بازار

- در دسترس قرار دادن داده‌های لازم برای تحقیقات بازار
- تدقیق تحلیل‌های مبتنی بر زیست‌بوم فناوری و نوآوری

تعاریف واژگان کلیدی^۱

فناوری نانو

○ عبارتست از بکار گرفتن دانش‌های علمی در دستکاری و کنترل ماده، غالباً در مقیاس نانو (ترجیحاً ۱ تا ۱۰۰ نانومتر)، برای بهره‌برداری از پدیده‌ها و خواص وابسته به ساختار و اندازه. این خواص متمایز با خواص اتم‌ها و مولکول‌های منفرد و غیرقابل برون‌یابی از شکل توده همان ماده هستند.

کالای فناوری نانو

○ به هر نوع کالایی که کارکرد یا ویژگی آن مبتنی بر فناوری نانو است و یا با فناوری نانو بهبود یافته باشد، می‌گویند.

ابزار فناوری نانو

○ به ابزاری گفته می‌شود که برای سنجش مستقیم یا غیرمستقیم اندازه در محدوده نانومقیاس (ترجیحاً ۱ تا ۱۰۰ نانومتر) و یا سنجش مشخصه/ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی نانوشی، دستکاری، ساخت و یا تولید نانوماده استفاده می‌شوند.

خدمت فناوری نانو

○ به خدمتی گفته می‌شود که برای ارائه آن از علم نانو و یا فناوری نانو استفاده می‌شود.

محصول فناوری نانو

○ شامل کالای نانو و خدمات نانو می‌شود.

شرکت فناوری نانو

○ به شرکتی می‌گویند که حداقل در یکی از زمینه‌های تولید کالای فناوری نانو، ابزار نانو یا ارائه خدمت نانو فعالیت می‌کند.

بازار فناوری نانو

○ شامل بازار کالاها، ابزار و خدمات فناوری نانو می‌شود.

روش اجرای پیمایش

هدف

توسعه بازار فناوری نانو و افزایش رقابت‌پذیری صنایع داخلی با استفاده از فناوری نانو و صادرات پایدار جزء اهداف اصلی برنامه توسعه فناوری نانو ایران در سال ۱۴۱۲ است. لذا داشتن آمار و اطلاعات دقیق و تحلیلی درست از بازار و صادرات این محصولات، یکی از ملزومات سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای دستیابی به این اهداف است. به همین منظور ستاد فناوری نانو در ایران هر سال پیمایشی از شرکت‌های تولیدکننده محصولات و تجهیزات نانو در سطح ملی اجرا می‌کند. اهداف اصلی این پیمایش عبارتند از:

- تحلیل اقتصادی بازار محصولات و خدمات شرکت‌های نانو؛
- اندازه‌گیری شاخص‌های اقتصادی سند ده‌ساله دوم ستاد ویژه توسعه فناوری نانو؛
- کمک به تحلیل راهکار توسعه صنعتی در حوزه نانو و مقایسه‌های بین بخشی.

بدیهی است ارائه تصویر واقعی از اقتصاد نانو کشور به مدیران شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران، به‌عنوان بازیگران اصلی عرصه فناوری نانو، تأثیر به‌سزایی بر مسیر آتی توسعه این فناوری در کشور خواهد داشت.

جمع‌آوری داده‌ها

دعوت رسمی به مشارکت در سرشماری و تکمیل فرم طراحی شده براساس تعاریف موجود در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۱۴۵ برای شرکت‌های تولیدکننده و ارائه‌دهنده خدمات نانو، جمع‌آوری اطلاعات محصولات نانو و سپس راستی‌آزمایی و رفع نقایص آنها از طریق تعامل با شرکت‌ها یا کارشناسان مربوطه در ستاد نانو یا تخمین با استفاده از روش‌های تحقیقات بازار براساس یافته‌های موجود و معتبر.

بازه زمانی اجرای پیمایش

خرداد تا آبان ۱۴۰۲

بنگاه‌های هدف و ویژگی آن‌ها

شرکت‌های تولیدکننده محصولات و ارائه‌دهنده خدمات نانو که در سال هدف (۱۴۰۱) گواهی نانومقیاس معتبر از طرف واحد ارزیابی و نظارت ستاد فناوری نانو داشته‌اند.

روش و ابزار آمارگیری

نانو مراجعه نمی‌کنند، حجم فروش و صادرات حوزه مربوطه با استفاده از روش‌های تحقیقات بازار و براساس یافته‌های موجود و معتبر مانند مشخصات فنی و عملکرد حقیقی دستگاه یا تجهیزات تولید محصول نانو یا نانوماده اولیه مصرفی در تولید محصول نهایی که خود دارای گواهی نانومقیاس هستند، حتی مصاحبه و مشاوره با نهادهای مرجع آن حوزه مانند انجمن شیرآلات بهداشتی و ... تخمین زده می‌شوند.

○ **پیمایش:** ارسال و تکمیل فرم آمارگیری حاوی آمار فروش و صادرات محصولات، نیروی انسانی، مالیات و هزینه‌های تحقیق و توسعه.
○ **تحقیق در بازار:** در برخی از حوزه‌ها مانند شیرآلات بهداشتی، کاشی‌های تزئینی و نانوپولیش و یا نانوکاتالیزورها که نرخ مشارکت شرکت‌ها در طرح پایین است یا تعداد زیادی از شرکت‌های تولیدکننده به دلایل مختلف برای گرفتن گواهی نانومقیاس به ستاد

نرخ پاسخگویی

از ۳۵۰ شرکت هدف ۲۸۵ شرکت (۸۱ درصد) در طرح مشارکت کردند.

نحوه پیگیری

تماس تلفنی یا از طریق رابط حوزه صنعتی مرتبط با شرکت مورد نظر در ستاد نانو

منابع داده‌ها

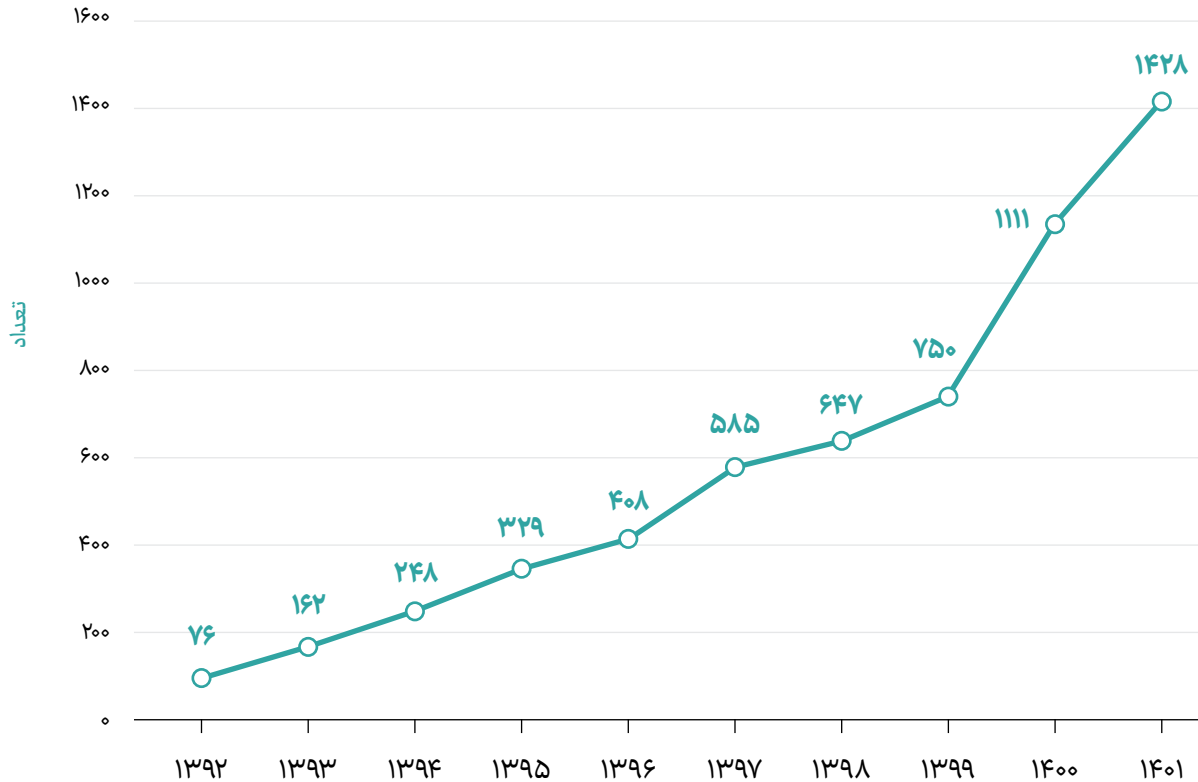
منابع داده‌ای مختلفی که ستاد برای جمع‌آوری اطلاعات فروش محصولات و یا تایید و اعتبارسنجی آن‌ها استفاده می‌کند عبارتند از:

- اسناد مالی شرکت‌ها (خوداظهاری)؛
- بانک اطلاعات شرکت‌های دانش‌بنیان؛
- انجمن‌ها و خبرگان صنعتی در حوزه‌های هدف
- بانک اطلاعات محصولات نانوی ایران
- گمرک جمهوری اسلامی (آمار صادرات شرکت‌های نانو)



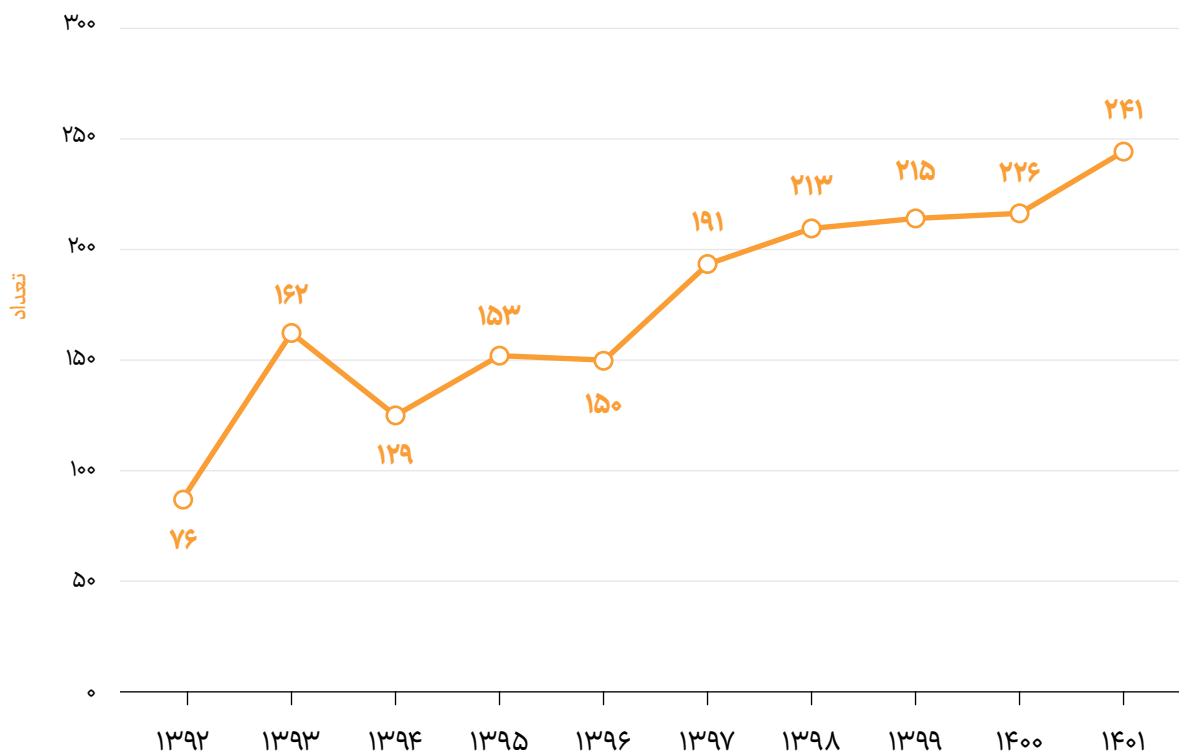
رشد صنعتی سازی و توسعه بازار فناوری نانو در ایران (۱۳۹۲-۱۴۰۱)

روند تعداد محصولات نانو دارای گواهی نانومقیاس



نمودار بالا شامل محصولات نانویی و تجهیزات یا ابزار نانو می‌شود. محصول نانویی به هر نوع محصول حاوی نانوماده که کارکرد یا خاصیت آن با فناوری نانو بهبود یافته و یا مبتنی بر فناوری نانو باشد گفته می‌شود که اثبات مقیاس نانویی آنها و خواص ناشی از این مقیاس توسط واحد ارزیابی و نظارت در ستاد نانو بررسی و تاییدیه نانومقیاس به آنها اعطا می‌شود. تعداد محصولات نانو موجود در بازار از سال ۱۳۹۹ تا پایان سال ۱۴۰۱ نزدیک به دو برابر شده و در زمان انتشار این گزارش (آبان ۱۴۰۲) به ۱۶۰۸ محصول رسیده است.

روند تعداد تجهیزات نانو ساخت ایران



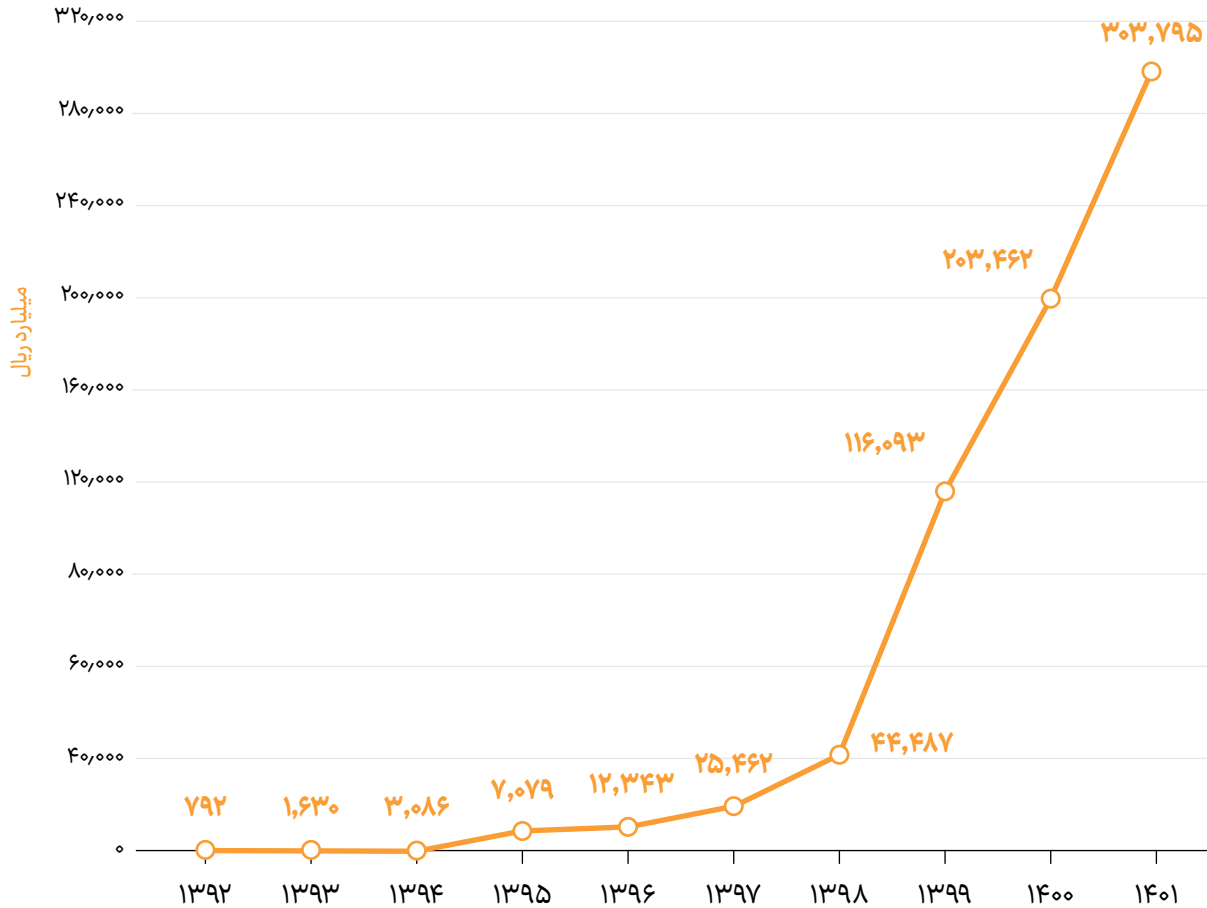
تجهیزات نانو شامل تجهیزات شناسایی و آنالیز نانو مواد و تجهیزات ساخت و تولید در مقیاس آزمایشگاهی، نیمه صنعتی و صنعتی می‌شوند که ارتباط آنها با فناوری نانو توسط واحد تجهیزات ستاد نانو بررسی و تایید می‌شود. تعداد تجهیزات نانو نیز در ده سال گذشته با شیب کمتر نسبت به کالاهای نانو، در حال رشد بوده است. تا پایان سال ۱۴۰۱ حدود ۱۷ درصد از کل محصولات نانو را تجهیزات نانو تشکیل می‌دهند.

تعداد شرکت‌های تولیدی نانو



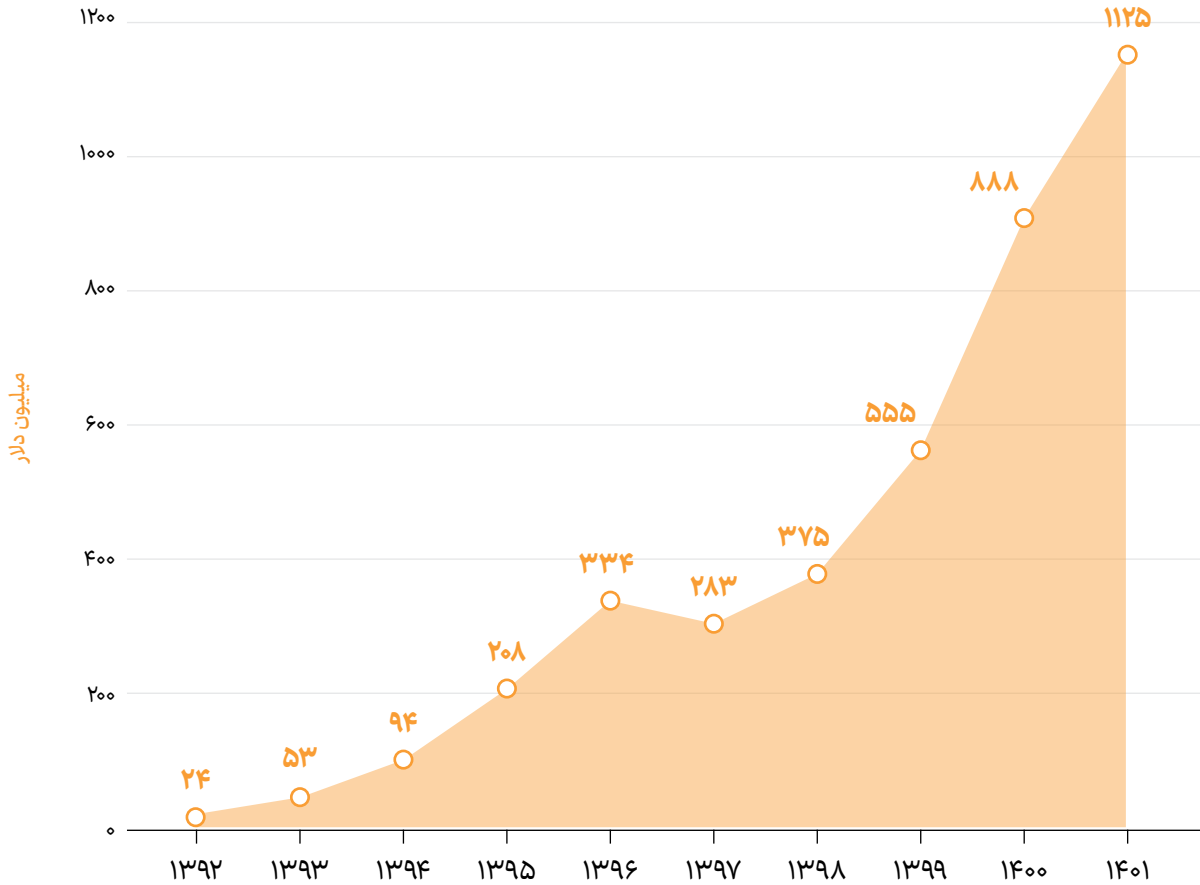
شرکت‌های تولیدی شامل دو دسته شرکت‌های تولیدکننده محصولات و سازنده تجهیزات نانو می‌شوند که در سال ۱۴۰۱، ۲۸۵ شرکت تولیدکننده محصول نانو و ۶۵ شرکت سازنده تجهیزات نانو در حال فعالیت بوده‌اند. تعداد شرکت‌های نانویی در هفت سال گذشته بیش از ۲۳۰ درصد رشد داشته است.

حجم فروش سالانه محصولات نانو ساخت ایران



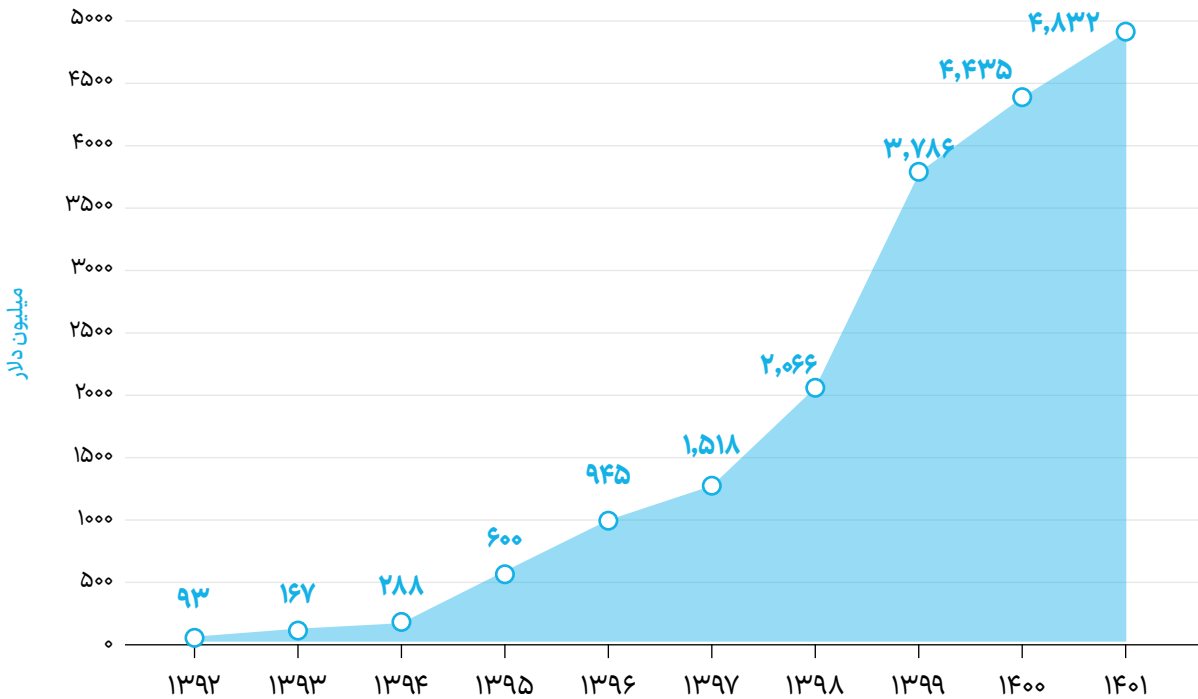
متوسط رشد سالانه بازار فناوری نانو ایران از سال ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۱ حدود ۹۶ درصد بوده است. یعنی هر سال حجم فروش بازار نانو تقریباً دو برابر شده است. بیشترین رشد مربوط به سال ۱۳۹۹ با ۱۶۰ درصد است. رشد سال ۱۴۰۱ نیز ۵۰ درصد بوده است.

ارزش دلاری حجم فروش محصولات نانو ساخت ایران



ارزش دلاری بازار محصولات نانو ایران در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال قبل حدود ۲۷ درصد رشد کرده است. مقدار ارزی حجم فروش، با استفاده از میانگین روزانه نرخ دلار در هر سال از سامانه www.sanarate.ir محاسبه شده است.

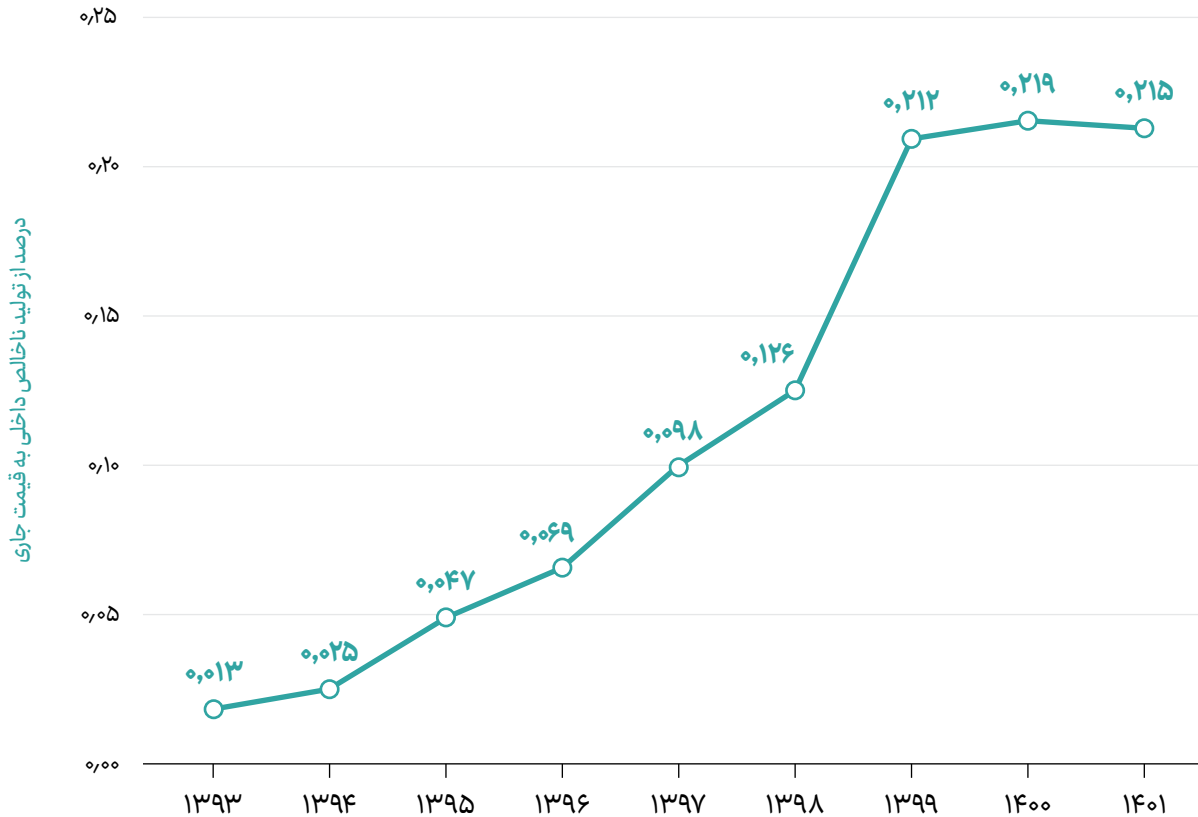
ارزش دلاری حجم فروش محصولات نانو ساخت ایران بر حسب برابری قدرت خرید (PPP)



برابری قدرت خرید یا PPP نوعی نرخ مبادله می‌باشد که برابر است با نسبت هزینه‌های دو سبد کالای یکسان در دو جامعه بر حسب ارزشهای ملی و در واقع نشان‌دهنده نسبت قدرت خرید دو ارز است. نرخ مبادله PPP می‌تواند نشان‌دهنده رقابت‌پذیری یک کشور باشد. اگر ارز داخلی ضعیف باشد ($PPP > \text{نرخ مبادله}$)، کشور مورد نظر حالت رقابت‌پذیری پیدا می‌کند. زیرا قیمت‌های داخلی نسبتاً ارزان‌تر شده و پول به ارزش خارجی کمتر از ارزش داخلی عرضه می‌شود. به عنوان مثال اگر قیمت کالای A در آمریکا ۲ دلار و در ایران همان کالا ۵۰۰۰۰ تومان باشد، با سرمایه ۱۰ دلاری در آمریکا قدرت خرید ۵ عدد کالای A را دارید ولی در ایران با همان پول (با فرض هر دلار ۳۵۰۰۰ تومان) قدرت خرید ۷ عدد از کالای A را دارید. این ضریب تبدیل برای هر کشور در هر سال توسط بانک جهانی محاسبه و اعلام می‌شود که برای ایران در سال ۲۰۲۲ (تاریخ بروزرسانی: ۱ مهر ۱۴۰۲) معادل ۶۲۸۷۰/۲۰ ریال به ازای هر دلار بوده است. برای مشاهده ضریب تبدیل PPP به آدرس زیر مراجعه کنید:

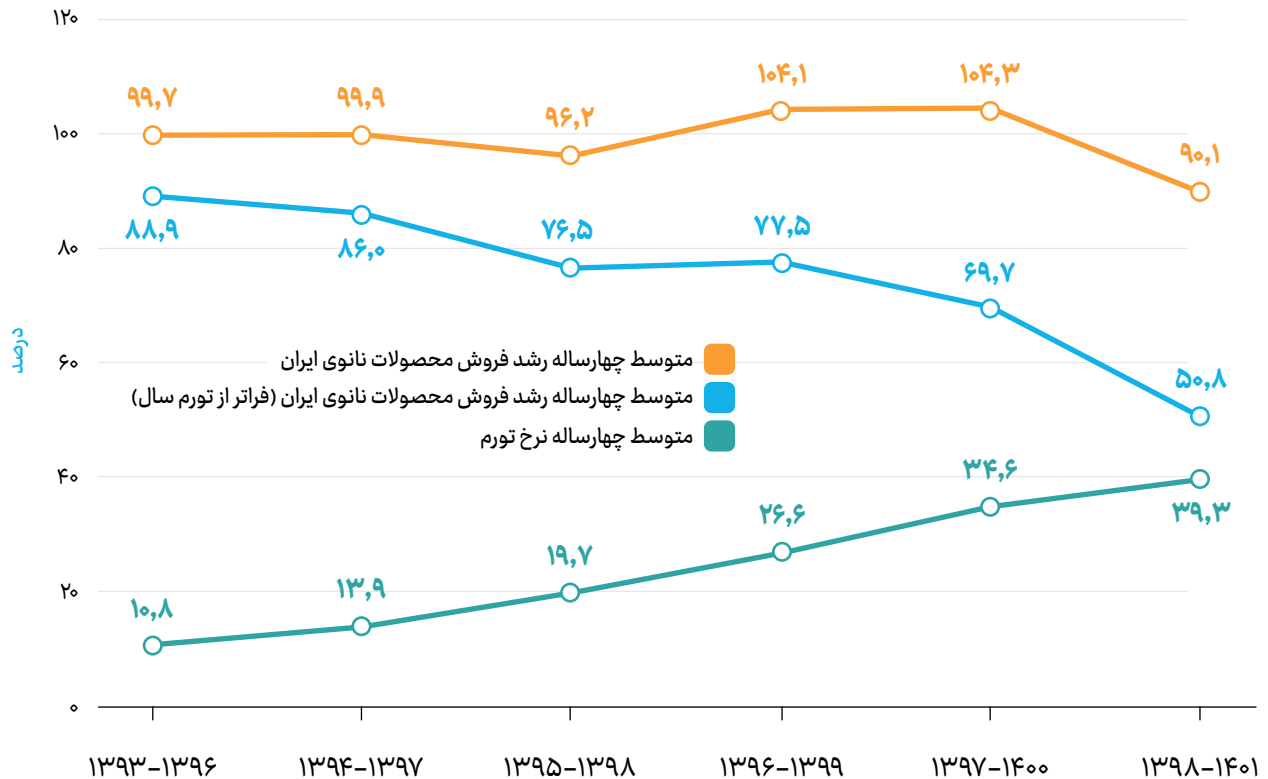
<https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP>

نسبت حجم فروش محصولات نانو ساخت ایران به تولید ناخالص داخلی به قیمت جاری



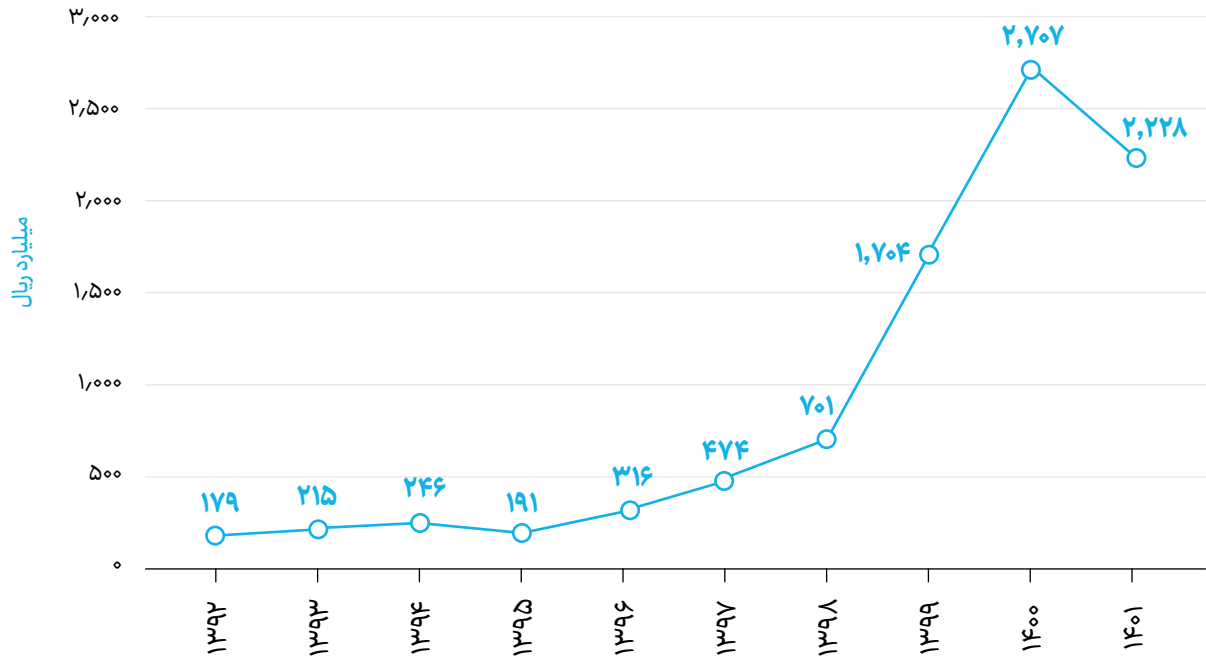
این شاخص تا سال ۱۳۹۹ صعودی بود ولی در دو سال اخیر تقریباً ثابت شده است که نشان‌دهنده همسان شدن رشد بازار فناوری نانو با رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت جاری است.

متوسط ۴ ساله رشد فروش محصولات نانوی ایران



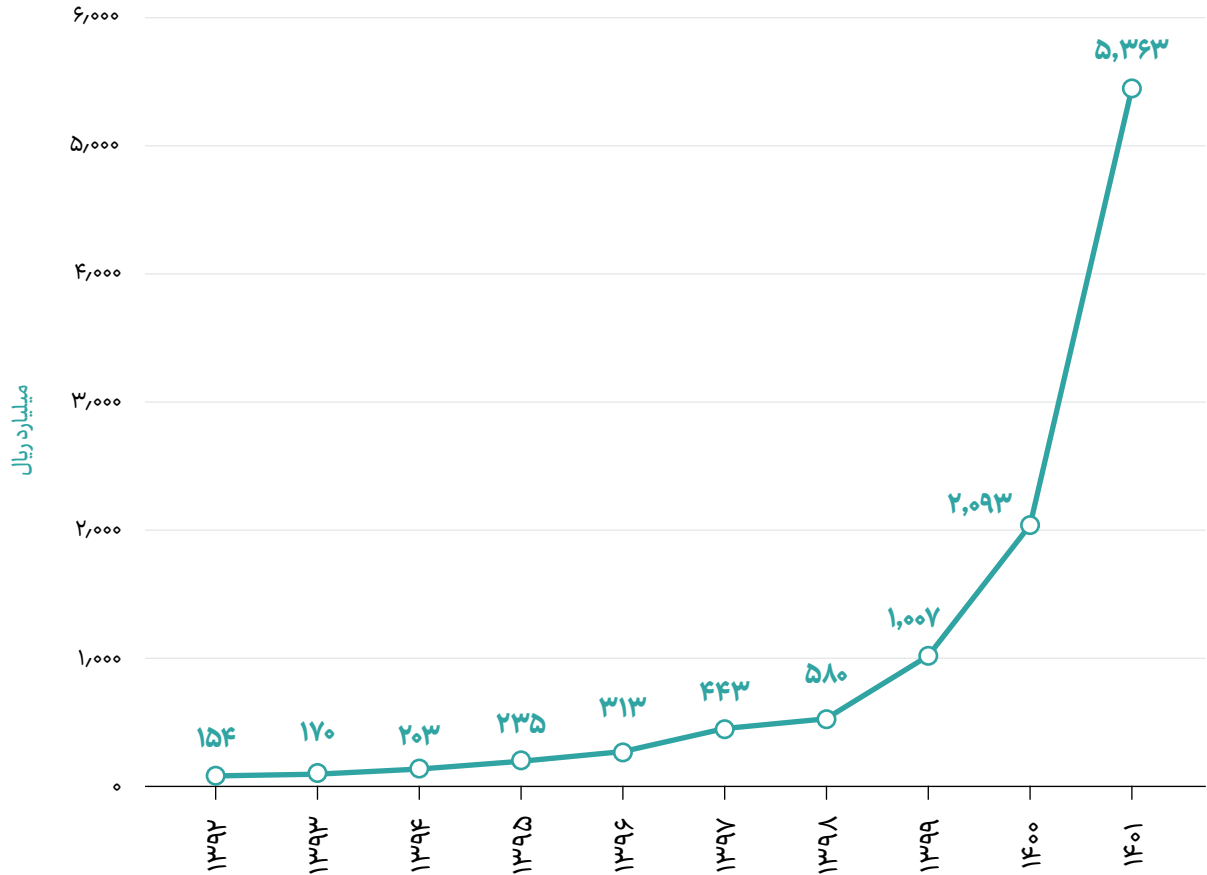
از سال ۱۳۹۶ با افزایش نرخ دلار و تورم سالانه، درصد رشد منهای تورم بازار نانوی ایران نیز کمتر شده ولی همچنان بالاتر از هدفگذاری انجام شده در این شاخص ۴۰ درصد برای سال ۱۴۰۱ است. لازم به ذکر است که نرخ تورم سالانه مطابق با آمار رسمی مرکز آمار است که در اینجا بصورت میانگین ۴ ساله گزارش شده است.

حجم فروش سالانه تجهیزات نانو ساخت ایران



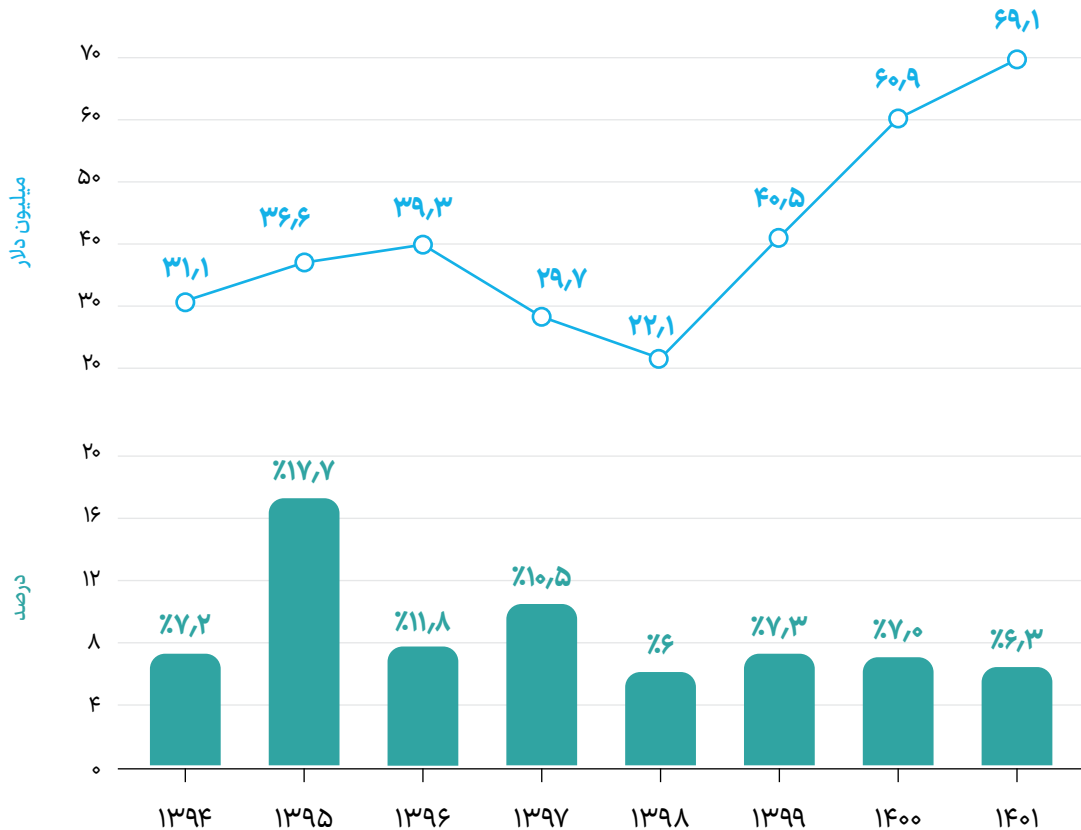
بازار تجهیزات در دو سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ با رشد خوبی همراه بود، ولی در سال ۱۴۰۱ حدود ۱۶ درصد افت نسبت به سال قبل نشان می‌دهد. در سال گذشته تجهیزات آنالیز آزمایشگاهی از قبیل طیف‌سنجی‌های تحرک یونی، رامان و UV-Vis، کروماتوگرافی گازی و برخی تجهیزات دستکاری نانومواد مانند خشک‌کن انجمادی و آسیاب‌های گلوله و میله‌ای با افت بازار مواجه شدند. دو مورد از این موارد جزء تجهیزات پرفروش سال قبل بودند. ۵ دستگاه پرفروش سال ۱۴۰۱ به ترتیب عبارتند از: سیستم پوشش‌دهی در خلاء (PVD) با فناوری قوس کاتدی، دستگاه لایه‌نشانی رومی‌زی اسپاترینگ، دستگاه الکتروریسی صنعتی، ژنراتور فرکانس رادیویی و ژنراتور نانوحباب.

حجم فروش سالانه خدمات نانو



رشد خدمات فناوری نانو در سال ۱۴۰۱ بیش از ۱۵۰ درصد بود که نسبت به حوزه‌های دیگر یعنی محصولات و تجهیزات بیشتر است. بیشترین مقدار رشد مربوط به خدمات فنی مخصوصاً در حوزه پوشش‌دهی است.

حجم و سهم صادرات محصولات نانو ساخت ایران



از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ میزان صادرات محصولات نانو بیش از سه برابر شده است، اما سهم صادرات از کل این بازار بین شش تا هفت درصد در نوسان بوده و این بدان معناست که شرکت‌های نانوایی همچنان در صادرات محصولات خود با موانعی مواجه هستند که مانع از افزایش رشد صادرات متناسب با رشد بازار داخل می‌شود.



تحليل بازار محصولات نانو در سال ۱۴۰۱

حجم کل بازار فناوری نانو تولید داخل در سال ۱۴۰۱

۹۳,۷ درصد

بازار داخلی
۲۸۴,۵۹۵
میلیارد ریال

کل بازار نانو
۳۰۳,۷۹۵
میلیارد ریال

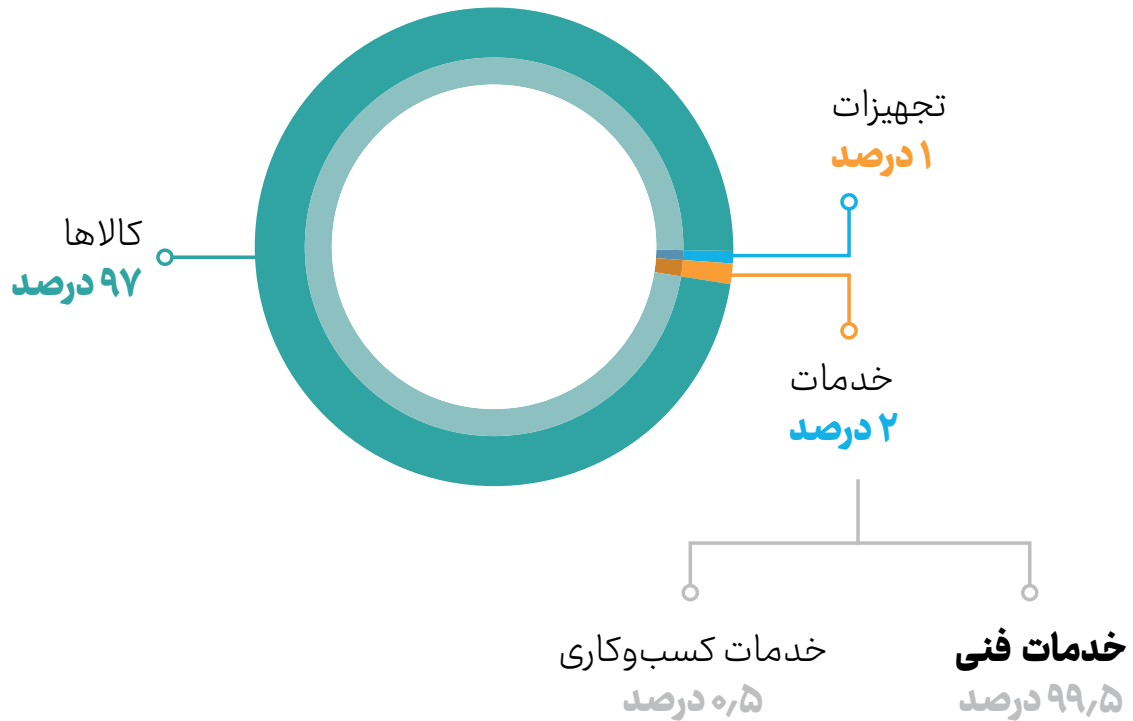
۶,۳ درصد

صادرات
۱۹,۲۰۰
میلیارد ریال

ارزش دلاری حجم فروش محصولات نانو ساخت ایران در سال ۱۴۰۱ معادل ۱۱۲۵ میلیون دلار بوده است. این میزان با احتساب نرخ برابری قدرت خرید (PPP) معادل ۴۸۳۲ میلیون دلار می‌شود.

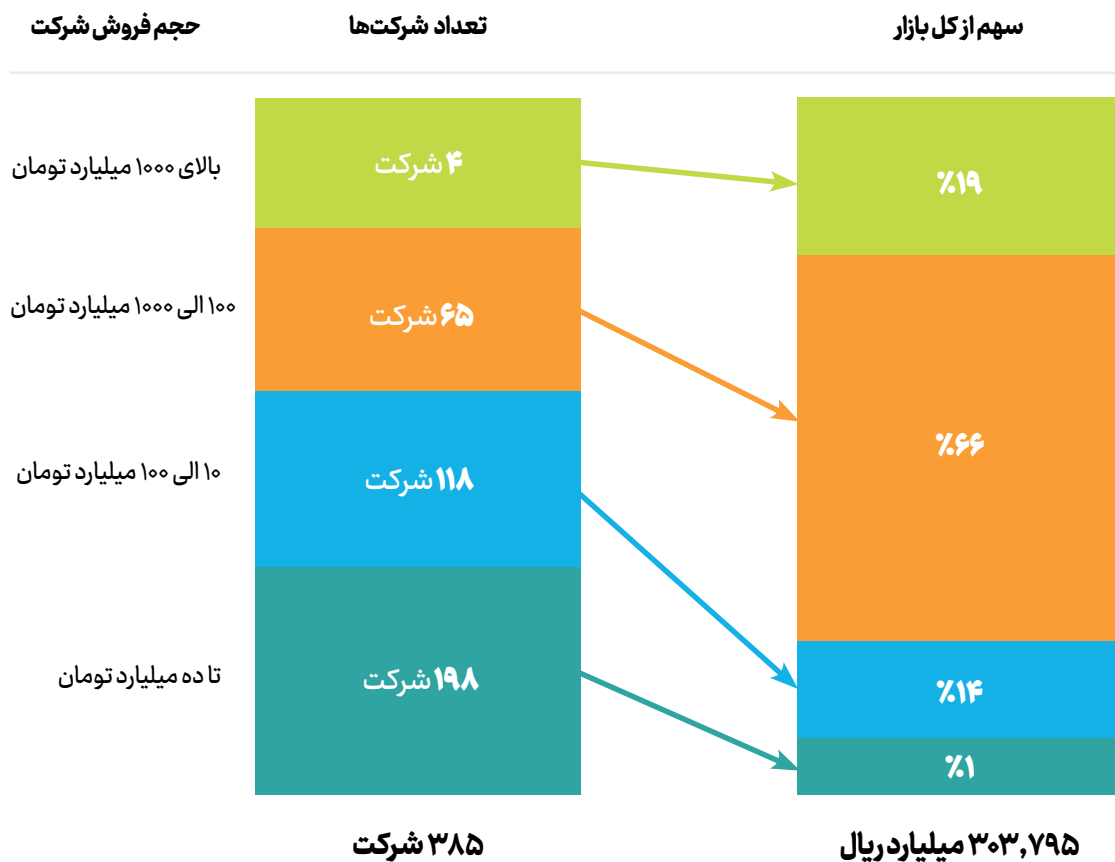


بازار محصولات نانو بر اساس نوع کالا، خدمات و تجهیزات



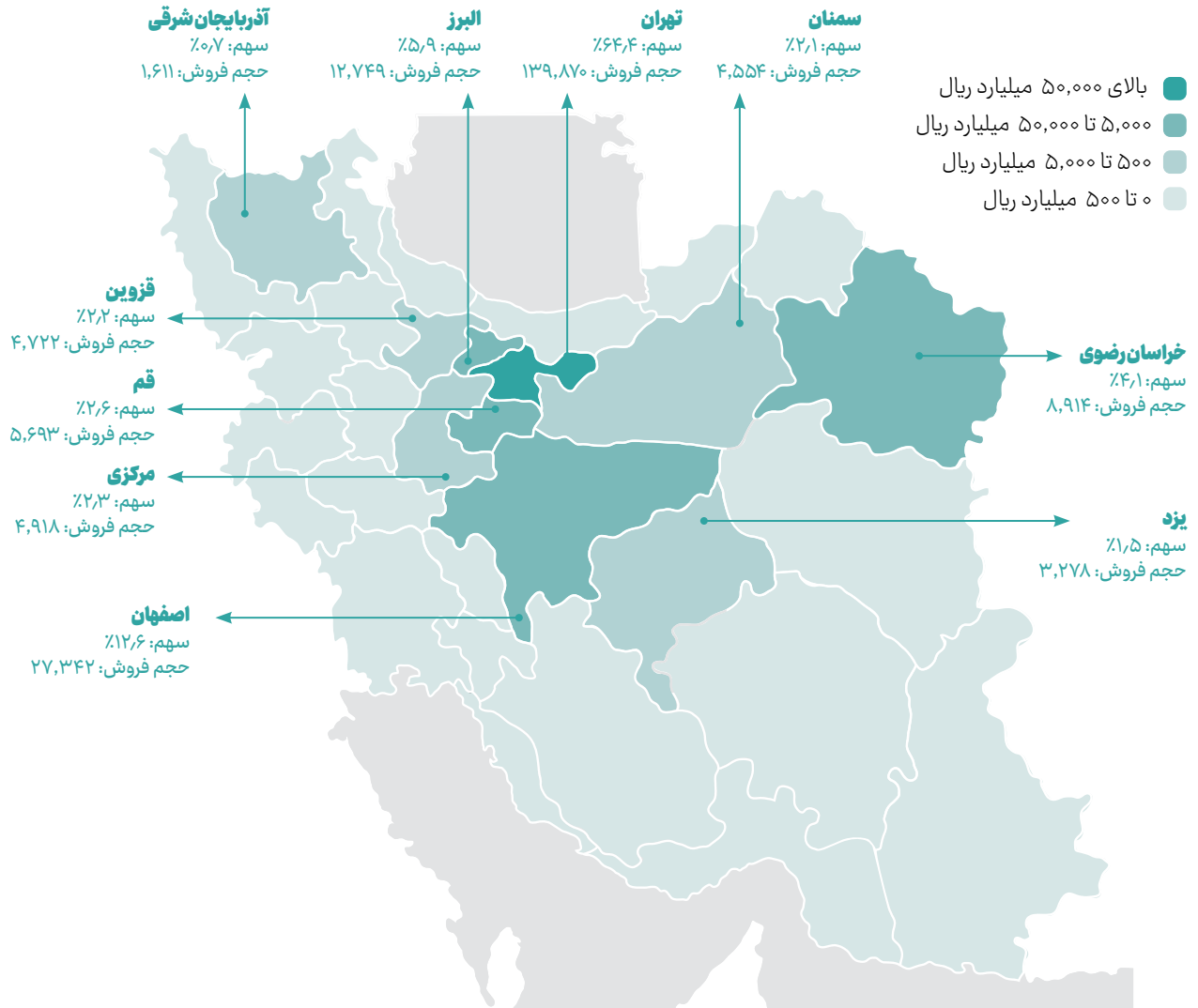
خدمات فنی شامل خدماتی هستند که شرکت‌های فنی از قبیل تجهیزات ساز یا تولیدی ارائه می‌دهند. بیشترین نوع خدمات در بازار ایران را خدمات پوشش‌دهی با دستگاه PVD تشکیل می‌دهد. خدمات کسب و کاری نیز شامل خدمات آموزشی، تجاری سازی و مالکیت فکری و ... می‌شوند که به بنگاه‌ها یا افراد حقیقی فعال در فناوری نانو ارائه می‌شوند. در این بخش، خدماتی مورد محاسبه قرار می‌گیرند که ارائه آن خدمت، علاوه بر دانش تخصصی آن حوزه به دانش نانو نیز نیاز داشته باشد. حجم کل بازار تجهیزات و خدمات نانو در سال ۱۴۰۱ به ترتیب ۲۲۸۲ و ۵۳۶۳ میلیارد ریال بوده است.

تعداد شرکت‌های فناوری نانو به تفکیک حجم فروش

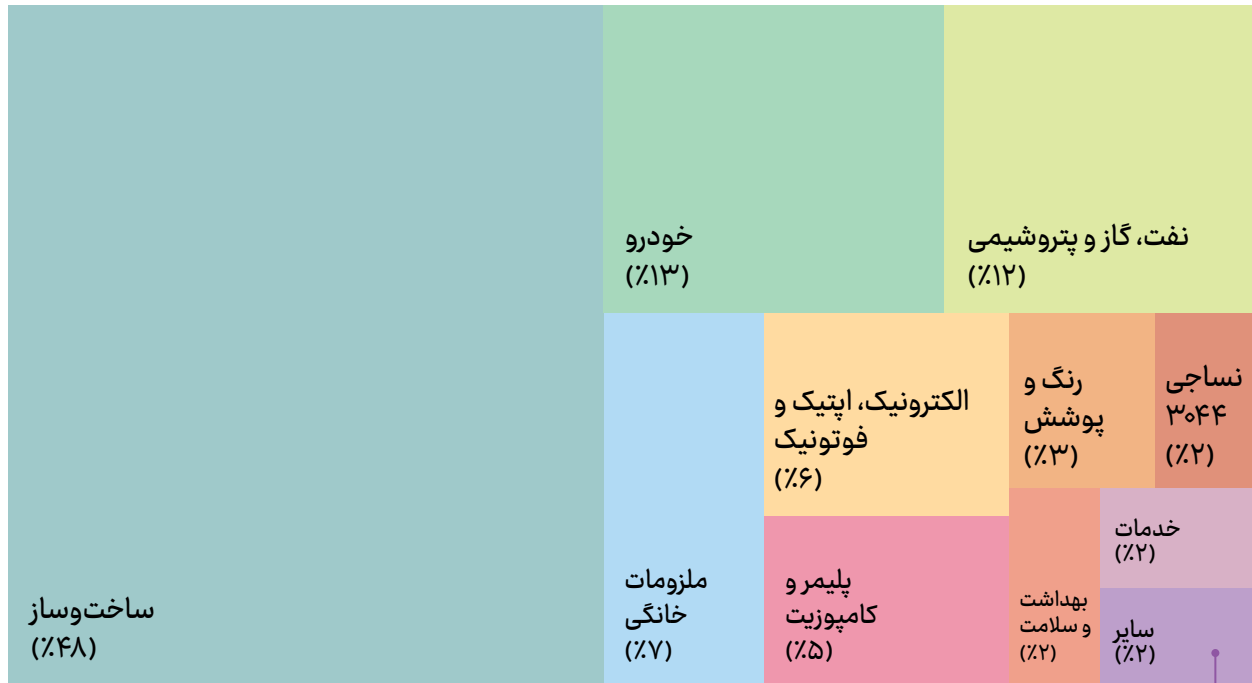


بیش از ۸۵ درصد از کل حجم بازار نانوفناوری ایران در سال ۱۴۰۱ در اختیار ۶۹ شرکت اول قرار دارد. حدود نیمی از شرکت‌های نانو در سال ۱۴۰۱ حجم فروش کمتر از ده میلیارد تومان داشتند.

فروش محصولات نانو به تفکیک استان‌های کشور



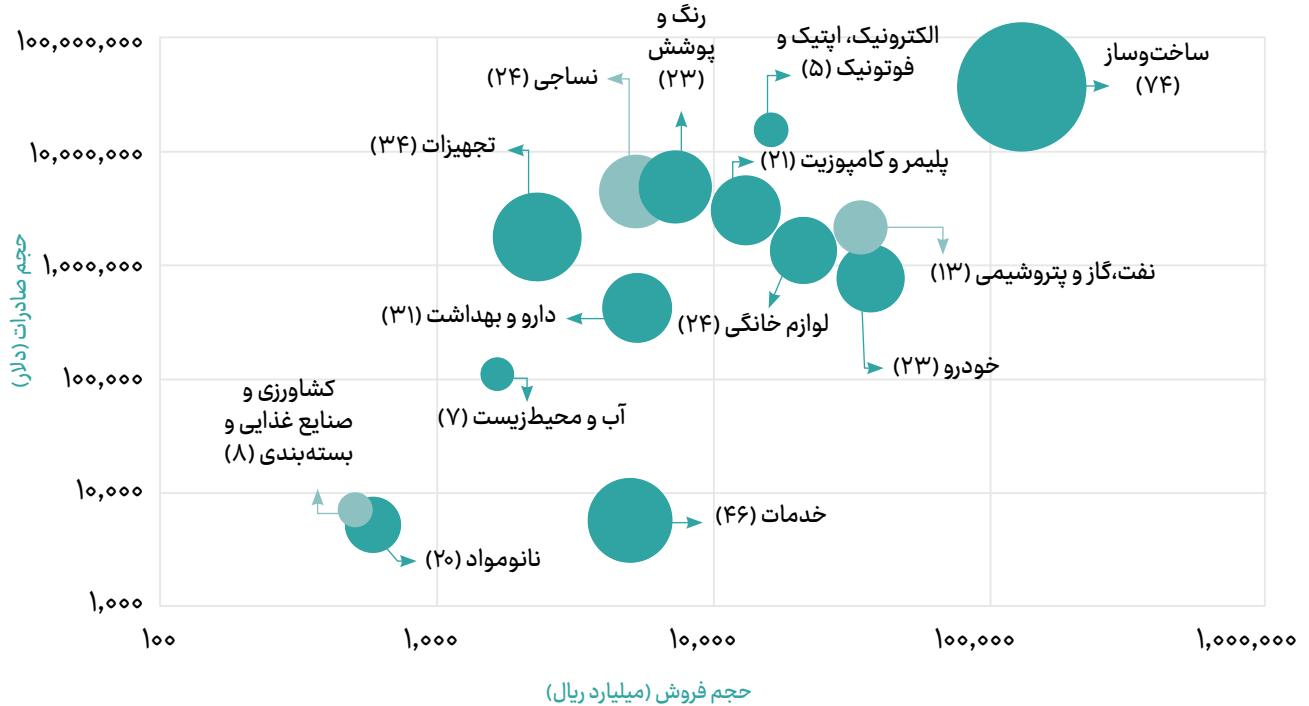
بازار محصولات نانو به تفکیک حوزه‌های صنعتی



- آب و محیط زیست: ۰٫۶٪
- تجهیزات: ۰٫۶٪
- نانو مواد: ۰٫۲٪
- کشاورزی، صنایع غذایی و بسته‌بندی: ۰٫۲٪
- نیرو و انرژی: ۰٫۳٪
- آموزش: ۰٫۰۱٪

صنعت ساخت و ساز نزدیک به نیمی از بازار محصولات فناوری نانو ایران در سال ۱۴۰۱ را در بر گرفته که رقمی در حدود ۱۴۷ هزار میلیارد ریال می‌شود. بیش از ۹۰ درصد این رقم مربوط به بازار شیرآلات بهداشتی، کاشی و شیشه رفلکس است. صنعت خودرو و حمل و نقل در جایگاه بعدی قرار دارد و حدود ۳۸ هزار میلیارد ریال حجم فروش محصولات نانو این حوزه است که ۶۵ درصد آن را کاتالیست‌های خودرو تشکیل می‌دهند. همچنین ۹۸ درصد از تمام سهم ۱۲٫۵ درصدی صنعت نفت و گاز را نیز نانو کاتالیست‌های این حوزه تشکیل می‌دهند. حوزه‌های نانو مواد، کشاورزی و آموزش کمترین سهم را دارند.

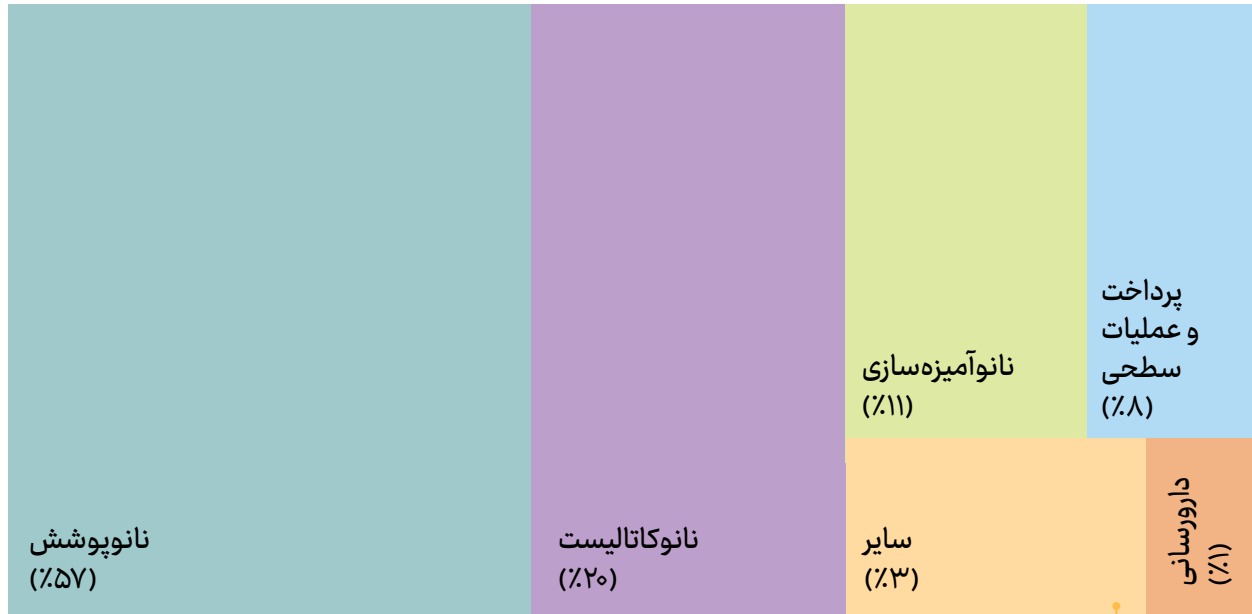
حجم فروش، صادرات و تعداد شرکت‌های حوزه‌های صنعتی مختلف



عدد داخل پرانتز نشان دهنده تعداد شرکت فعال در آن حوزه است.

در حوزه ساخت و ساز به دلیل وجود شرکت‌های بیشتر (۷۴ شرکت) حجم فروش و صادرات و همچنین رقابت بیشتر از سایر حوزه‌هاست. الکترونیک و اپتیک/فوتونیک هم سهم بالایی از بازار محصولات نانوای ایران را دارد ولی فقط ۵ شرکت در این حوزه فعال هستند. در صنعت خودرو و نفت و گاز با وجود حجم فروش بالا، میزان صادرات اندک است. دو حوزه رنگ و پوشش و نساجی جز حوزه‌های با حجم صادرات نسبتاً بالا هستند. کمترین شرکت‌ها در حوزه‌های الکترونیک/اپتیک، کشاورزی و آب و محیط زیست هستند. بیشترین تعداد شرکت‌ها هم پس از صنعت ساخت و ساز در حوزه خدمات، تجهیزات و دارو و سلامت فعالیت دارند. دو حوزه نیرو و انرژی‌های تجدیدپذیر و آموزش که صادرات نداشتند در نمودار نیامده‌اند.

بازار محصولات نانو به تفکیک پلتفرم/ فناوری‌های مورد استفاده



- نانوکلوئید: ۰٫۴٪
- نانوکویتاسیون و پلاسمای سرد: ۰٫۲٪
- کیت‌های تشخیص: ۰٫۱٪
- نانومواد: ۰٫۹٪
- آنالیز و شناسایی: ۰٫۸٪
- الکتروپرسی: ۰٫۶٪

منظور از آنالیز و شناسایی، فناوری بکار رفته در ساخت تجهیزات آنالیز و شناسایی نانومواد و محصولات نانویی هستند که انواع روش‌های نوری، طیف‌سنجی، جداسازی و ... در این دسته قرار می‌گیرند. نانوکلوئید شامل انواع محلول و اسپری حاوی نانوذرات در فرم کلوئیدی هستند از قبیل شوینده‌های نانو، محلول و اسپری ضد عفونی‌کننده یا آب‌گریزکننده سطوح، پوشش‌های شفاف پایه‌آب و ... منظور از کیت تشخیص هم فناوری‌های مورد استفاده برای تولید تست‌های تشخیص سریع انواع هورمون‌ها، مواد مخدر و نمونه‌های خونی و ادراری هستند. فناوری‌های با بازار بزرگ نظیر نانوپوشش و نانوکاتالیست‌ها در صفحات بعدی تشریح شده‌اند.

نانوپوشش به تفکیک فناوری و خواص/کاربرد

حجم بازار:
۱۷۲۹۲۳
میلیارد ریال

نانوپوشش

خواص/کاربرد	فناوری
تزیینی ۷۶,۴٪	رسوبدهی فیزیکی بخار (PVD) ۹۷,۳٪
بازتابنده ۱۸,۷٪	پوشش تبدیلی (غوطه وری) ۱,۰٪
مقاومت خوردگی ۲,۷٪	پوشش نانوذرات (اسپری محلول) ۰,۹٪
مقاومت ساییش ۱,۲٪	آندایزکردن ۰,۴٪
سایر ۱٪	سایر ۰,۴٪

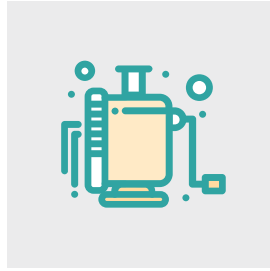
در حوزه نانوپوشش بیش از ۹۷ درصد بازار محصولات نانو در سال ۱۴۰۱ مربوط به فناوری رسوبدهی فیزیکی بخار (PVD) است و سایر فناوری‌های پوشش‌دهی در مجموع زیر ۳ درصد از بازار سهم دارند. همچنین بیش از ۷۶ درصد از بازار نانوپوشش را پوشش‌های با کاربرد تزیینی نظیر شیرآلات بهداشتی، کاشی، ظروف بلوری و مصنوعات فلزی تشکیل می‌دهند. پوشش‌های بازتابنده بخش دیگری از کاربردهای حوزه نانوپوشش هستند که شامل شیشه رفلکس، محصولات اپتیک و فوتونیک و رفلکتور چراغ خودرو و ... می‌شوند. پوشش‌های مقاوم به خوردگی و ساییش هم روی هم حدود ۴ درصد از بازار را دربر می‌گیرند.

بازار پنج سال اخیر پوشش دهی فیزیکی بخار (PVD) در کشور (۱۳۹۷-۱۴۰۱)



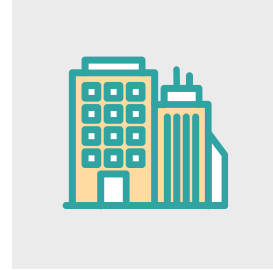
۳

خط تولید پیوسته



۹۴

دستگاه پوشش دهی



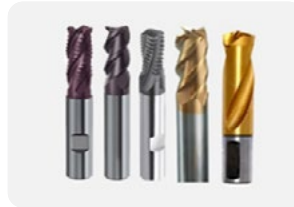
۸۶

شرکت تولیدی و خدماتی

حجم صادرات: ۱۵۵ میلیون دلار

معادل ارزی: ۱۷۷۰ میلیون دلار

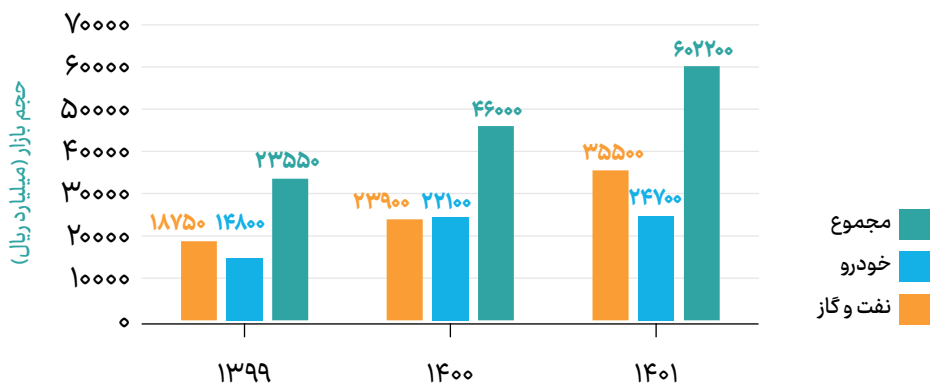
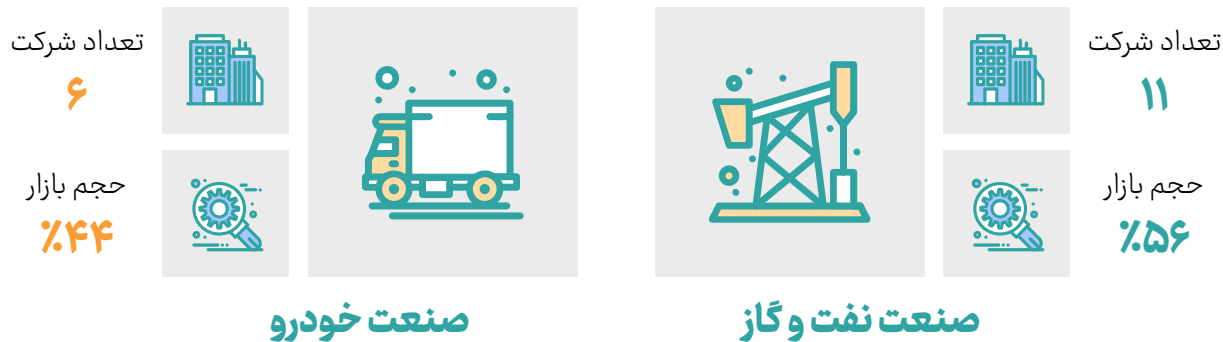
حجم فروش: ۳۷۵۰۰۰ میلیارد ریال



تا پایان سال ۱۴۰۱، ۸۶ شرکت تولیدی و خدماتی در کشور در حوزه پوشش دهی PVD در کشور فعال هستند که با استفاده از ۹۴ دستگاه PVD ساخت شرکت‌های ایرانی در حال تولید یا ارائه خدمات فنی پوشش دهی هستند. حجم فروش این محصولات در پنج سال گذشته بیش از ۳۷۰ هزار میلیارد ریال (۳۷ همت) است که معادل ارزی آن با احتساب نرخ متوسط دلار در سال‌های مذکور حدود ۱۷۷۰ میلیون دلار (۱/۸ میلیارد دلار) می‌شود. همچنین در این حوزه در سال‌های اخیر ۵ شرکت در تولید تجهیزات پوشش دهی صنعتی نانو فعال بوده‌اند که با تولید و فروش این تجهیزات بیش از ۱۰۰ برابر مجموع فروش این ۵ شرکت در این سال‌ها، بازار ثانویه محصولات نانوپوشش توسعه پیدا کرده است.

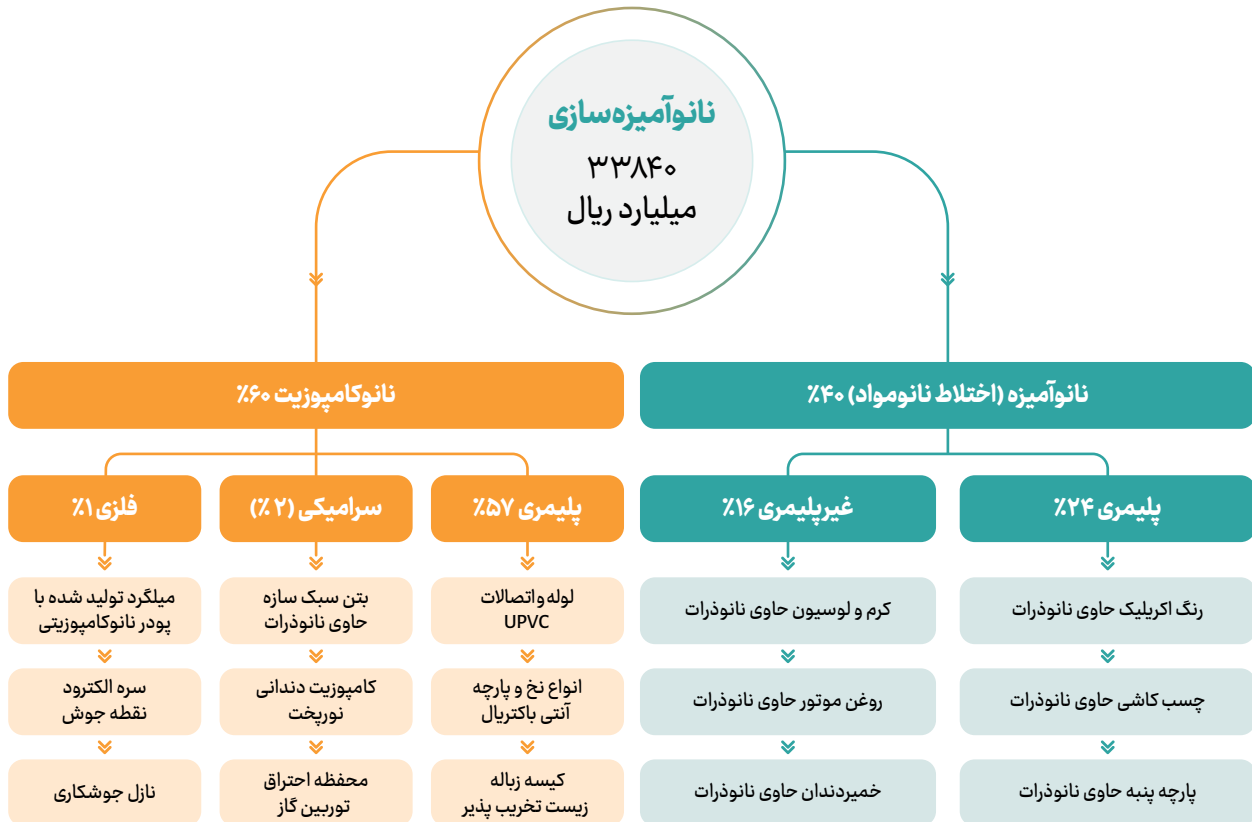
حجم بازار نانوکاتالیست‌ها به تفکیک حوزه کاربرد

حجم بازار: ۶۰۲۰۰ میلیارد ریال
تعداد شرکت‌ها: ۱۷



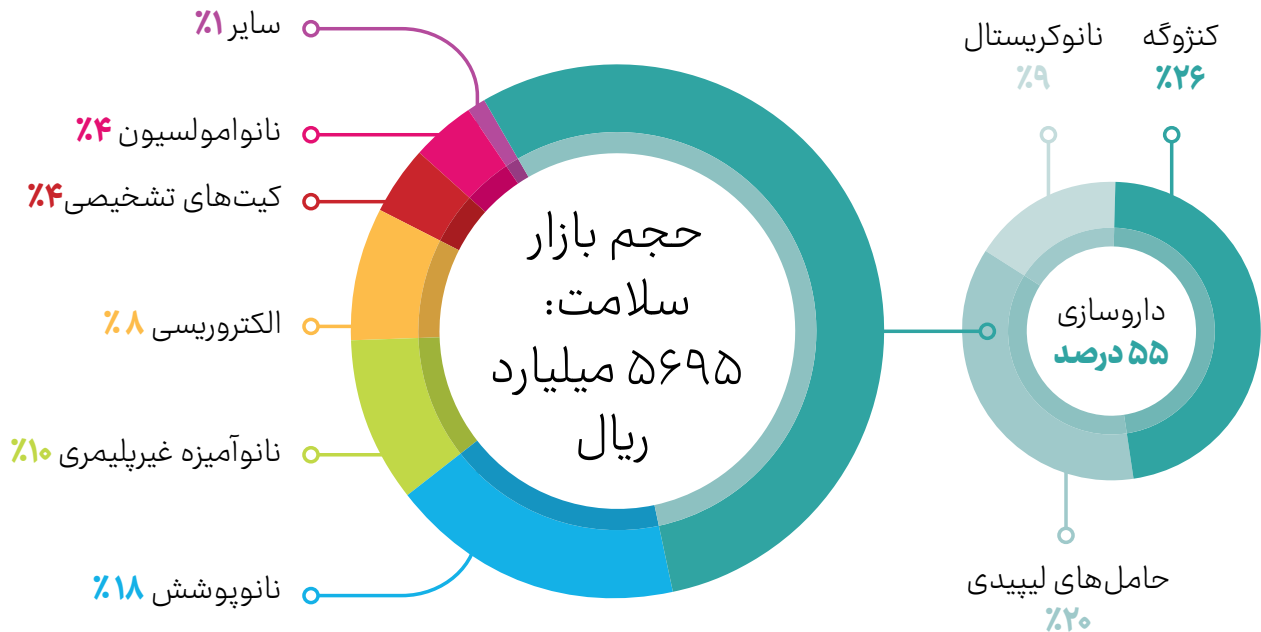
۵۶ درصد از حجم بیش از ۶۰ هزار میلیارد ریالی بازار نانوکاتالیست‌ها را انواع کاتالیست‌های حوزه نفت، گاز و پتروشیمی از قبیل نانوجاذب‌ها، پایه کاتالیست و کاتالیست‌های فرآیندهای اکسی‌کلرآسیون، انتقال آب-گاز، هیدروژناسیون، ایزومریزاسیون، آروماتیک‌سازی و ... تشکیل می‌دهند و ۴۴ درصد دیگر بازار این حوزه مربوط به کاتالیست‌های خودرو است.

حجم بازار حاصل از فناوری نانوآمیزه‌سازی



نانوآمیزه‌سازی شامل دو فرآیند عمده اختلاط ساده نانومواد در دو نوع پلیمری و غیرپلیمری و یا روش‌های کامپوزیت کردن مواد سرامیکی، پلیمری یا فلزی می‌شود که از هر مورد چند نمونه مثال در نمودار فوق ذکر شده است. در حوزه نانوکامپوزیت‌های پلیمری، مستربچ و کامپاندهای پلیمری بزرگ‌ترین بازار را دارند (۷۴۰۰ میلیارد ریال که حدود یک‌سوم از بازار نانوکامپوزیت‌های پلیمری می‌شود).

سهم دارورسانی از حجم بازار حوزه سلامت و بهداشت



تکنیک‌های دارورسانی سهمی حدود یک درصد از کل بازار محصولات نانوی ایران را دارند که حدود ۵۵ درصد از حجم بازار حوزه سلامت و بهداشت می‌شود و در دو نوع محصول نانوداروها (۴۶ درصد) و مکمل‌های غذایی (۵۴ درصد) بکار رفته‌اند. در بخش دارورسانی سه فناوری غالب مورد استفاده در محصولات به ترتیب شامل کنژوگه کردن (مانند داروی پادینکس)، حامل‌های لیپیدی (عمدتاً شامل لیپوزوم و مایسل) و مواد نانوکریستالی (مانند پودر هیدروکسی آپاتیت بکار رفته در قرص تراکم استخوان) می‌باشند. فناوری پوشش‌دهی به کمک PVD نیز سهمی حدود ۱۸ درصد از کل بازار حوزه سلامت را در بر گرفته که شامل ایمپلنت‌های زانو دارای پوشش تیتانیوم است که باعث زیست‌سازگاری و دوام بیشتر آن در بدن می‌شوند. محصولاتی نظیر انواع کرم و لوسیون‌های بهداشتی و یا خمیر دندان حاوی نانوذرات نیز از فناوری نانوآمیزه‌سازی بهره گرفته‌اند. محصولات الکتروریسی از قبیل انواع ماسک‌ها و فیلترهای بهداشتی نیز حدود ۸ درصد از بازار را شامل می‌شوند.

بازار نانوداروی ضدسرطان (۱۳۹۵-۱۴۰۱)

حجم صادرات: ۹ میلیون دلار

فروش بازار داخل: ۳۷۰۰ میلیارد ریال

حجم فروش کل: ۵۳۰۰ میلیارد ریال

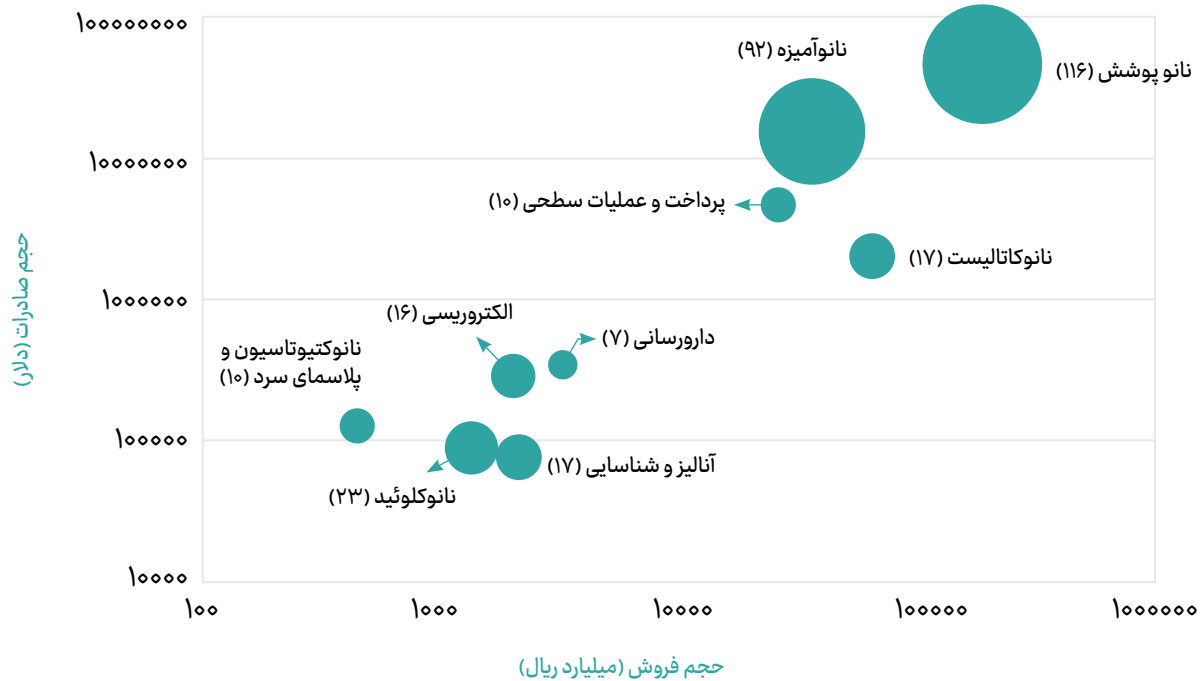
کاهش هزینه بیمه: ۷۰۰۰ میلیارد ریال

صرفه جویی ارزی: ۹۰ میلیون دلار



با تولید این سه قلم نانوداروی ضدسرطان در هفت سال گذشته معادل ۱۰ برابر صادرات این داروها از خروج ارز ناشی از واردات آنها (در صورت عدم تولید نمونه داخلی) جلوگیری شده است. همچنین علاوه بر اثرات مثبتی همچون تاثیر بیشتر نانودارو، کاهش عوارضی جانبی و قیمت کمتر دارو برای مصرف‌کننده، کاهش هزینه‌های شرکت‌های بیمه در این ۷ سال نزدیک به دو برابر فروش داخلی این داروها بوده است.

حجم فروش، صادرات و تعداد شرکت‌های حوزه‌های پلتفرم/ فناوری



اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده تعداد شرکت‌های تولیدی در آن فناوری است.

بیش از نیمی از شرکت‌های تولیدی نانویی در دو حوزه نانو پوشش و نانو آمیزه سازی فعال هستند. به همین دلیل حجم بازار و صادرات و همچنین رقابت در این دو پلتفرم بیشتر از سایر حوزه‌هاست. تقریباً تمام صادرات حوزه نانو پوشش مربوط به محصولات PVD و کاربردهای تزئینی و بازتابنده هستند. در محصولات فناوری نانو آمیزه سازی، برخلاف حجم فروش کل، سهم صادرات نانو آمیزه‌ها بیشتر از نانوکامپوزیت‌هاست. سهم نانو آمیزه‌های پلیمری، غیر پلیمری و نانوکامپوزیت‌ها به ترتیب ۳۳، ۴۲ و ۲۵ درصد از صادرات ۱۵ میلیون دلاری این حوزه است. نانوکاتالیست به رغم بازار بزرگ داخلی صادرات بالایی ندارد. کل صادرات این حوزه در سال گذشته حدود دو میلیون دلار بوده است. در حوزه پرداخت و عملیات سطحی نیز که بیشتر شامل کاشی و سرامیک‌های نانو پوشش ضد آب و لک می‌شوند نزدیک به ۵ میلیون دلار محصول نانو صادر شده است. در حامل‌های دارویی هم بیشترین محصولات صادر شده داروها و مکمل‌های غذایی مبتنی بر نانوذرات لیپیدی از قبیل لیپوزوم و مایسل هستند.

معرفی تجهیزات و دستگاه‌های پوشش دهی

محصولات نانوپوشش به دو دسته عمده تجهیزات و سیستم‌های پوشش‌دهی در محیط‌های مختلف و محصولات کاربردی که پوشش داده شده‌اند تقسیم می‌شوند. فهرست آن‌ها در دو بخش با ذکر تعریف و کارکرد آن‌ها آمده است:

○ دستگاه لایه نشانی تبخیر حرارتی (PVD)

لایه نشانی به روش تبخیر حرارتی فرآیندی است که در محیط خلا و به کمک اعمال جریان الکتریکی برای تبخیر ماده منبع صورت می‌گیرد و هدایت و انتقال ماده تبخیر شده به سمت زیرلایه بر اساس اختلاف فشار میان محلی که ماده منبع و زیرلایه قرار دارد، اتفاق می‌افتد. کاربردهای این روش عبارتند از ساخت لایه‌های نازک رسانای الکتریسیته، ساخت پوشش‌های چند لایه و لایه نشانی از فلزات، سرامیک‌ها و نیمه رساناها، پوشش‌های تزئینی روی کاشی و سرامیک و شیرآلات



○ دستگاه لایه نشانی به روش کندوپاش (Sputtering)

اسپاترینگ یک روش پوشش‌دهی تبخیری غیر حرارتی است که به صورت گسترده‌ای برای لایه‌نشانی پوشش‌های رسانا و غیر رسانا بر روی زیرلایه‌های مختلف استفاده می‌شود. کاربرد: لایه‌نشانی‌های هادی برای تصویربرداری‌های با رزولوشن بالا برای میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی و عبوری، پوشش‌های هادی بر روی نمونه‌های در مقیاس بزرگ، لایه‌های فلزی با استفاده از آلومینیم، کروم، کبالت و ... برای فرایندهای آزمایشگاهی و صنعتی، قابلیت لایه‌نشانی از فلزات، سرامیک‌ها و نیمه‌رساناها و قابلیت لایه‌نشانی به وسیله تبخیر حرارتی از بوته، پوشش‌های تزئینی روی کاشی و سرامیک و شیرآلات



○ دستگاه لایه‌نشانی با استفاده از پرتو الکترونی



تبخیر به کمک پرتو الکترونی یکی از روش‌های لایه‌نشانی فیزیکی بخار است که در آن ماده مورد استفاده برای پوشش در داخل یک محفظه تحت خلا بالا توسط یک پرتو الکترونی گسیل شده از یک فیلامان تنگستنی تبخیر می‌شود. در ادامه اتم‌ها یا مولکول‌های تبخیر شده بر روی زیرلایه رسوب کرده و لایه نازکی از ماده پوشش مورد نظر روی زیرلایه ایجاد می‌کنند. تبخیر به کمک پرتو الکترونی نسبت به روش‌های دیگر PVD از جمله کندوپاش، دارای مزیت‌های بارزی برای طیف وسیعی از کاربردها می‌باشد.

برای مثال از آنجایی که در این روش انرژی بطور مستقیم توسط پرتو الکترونی به سطح ماده هدف منتقل می‌شود، این فرآیند انتخابی ایده‌آل برای تبخیر مواد با نقطه ذوب بالا خواهد بود. این روش دارای نرخ رسوب‌دهی قابل ملاحظه بوده (۱/۰ تا ۱۰۰ نانومتر بر دقیقه) که می‌تواند پوشش‌های متراکم با قابلیت چسبندگی بالا به زیرلایه ایجاد کند.

○ دستگاه لایه‌نشانی شیمیایی بخار به کمک پلاسما



لایه‌نشانی شیمیایی بخار به کمک پلاسما فرایندی است که در آن لایه‌های نازکی از مواد گوناگون در دمای پایین روی سطح زیر لایه نشاندن می‌شوند. کاربردهای این دستگاه عبارت‌اند از: انواع پوشش‌های قطعات الکترونیک، تزئینی، اپتیکی و ضد بازتابی در صنایع الکترونیک و اپتیک، ایجاد پوشش‌های آب‌دوست و آب‌گریز در صنایع نساجی، انواع پوشش‌های حفاظتی در پزشکی، انواع پوشش‌های سنسوری و بهبود مقاومت به خوردگی قطعات در صنایع خودروسازی و هوافضا و رشد نانولوله‌های کربنی روی انواع سنسورها و قطعات الکترونیک و اپتیکی

○ دستگاه لایه‌نشانی قوس کاتدی صنعتی (Arc-PVD)



روش قوس کاتدی مبتنی بر تخلیه پلاسمایی جریان بالا و ولتاژ پایین است که در خلأ بین دو الکترود فلزی صورت می‌گیرد. کاربرد این سیستم در ایجاد پوشش‌های بسیار سخت نانوساختار (TiAlN, CrN, ZrN, AlCrTiN, TiN و TiAlSiN) و پوشش‌های مقاوم به خوردگی و سایش بر روی انواع ابزارآلات و متها است.

○ سیستم اسپری پیرولیز



استفاده از روش اسپری پیرولیز روشی بسیار متداول در ساخت لایه‌های نازک است. در این روش قطرات محلول با سرعت زیادی از گان اسپری به سمت سطح داغ پرتاب می‌شوند و با یکنواختی و پوشش پذیری خوب و ضخامت‌هایی حتی در حد ۱۰ نانومتر روی سطح می‌نشینند. کاربردهای این دستگاه عبارت‌اند از: لایه نشانی لایه‌ی نازک ترکیبات مختلف از قبیل اکسیدها و سولفیدها و ...، رشد لایه‌های اکسیدی روی ویفر سیلیکون، افزایش آب‌دوستی سطح و تمیز کردن زیرلایه‌ها

○ سیستم اسپری التراسونیک



دستگاه اسپری التراسونیک برای لایه نشانی‌های دقیق از فاز مایع با استفاده از انواع جوهر یا محلول‌های نانوکلوئیدی پایدار طراحی شده است. در روش اسپری التراسونیک قطرات بسیار ریز با توزیع اندازه باریک از طریق لرزش نوک نازل ایجاد می‌شوند و با سرعت نسبتاً کمی به سطح می‌رسند. اسپری التراسونیک قادر است لایه‌های بسیار یکنواخت ایجاد کند و به دلیل امکان مدیریت حرکت قطرات میزان تلفات ماده بسیار کمتر خواهد بود. کاربردهای این روش عبارتند از: ایجاد پوشش‌های نانومتری با ضخامت‌های متفاوت با استفاده از محلول‌های نانوکلوئیدی پایدار و امکان لایه‌نشانی بر روی سطوح مدور و استوانه‌ای

○ دستگاه لایه نشانی کربن رو میزی



لایه‌نشانی کربن یک نوعی روش لایه‌نشانی مبتنی بر تبخیر حرارتی در خلأ است که به صورت خاص و ویژه برای آماده‌سازی نمونه‌های میکروسکوپ الکترونی (نمونه‌های عایق میکروسکوپ الکترونی روبشی و عبوری) توسعه یافته و استفاده می‌شود. کاربرد: آماده‌سازی نمونه‌های میکروسکوپی الکترونی (SEM و TEM).

○ دستگاه لایه نشان لیزر پالسی و تبخیر حرارتی



لایه نشانی لیزر پالسی یکی از روش‌های لایه‌نشانی فیزیکی از فاز بخار (PVD) است که از تحریک گرمایی برای تبخیر، انتقال و نشست اتم‌های تارگت بر روی زیرلایه استفاده می‌کند. کاربردهای این سیستم عبارت‌اند از: صنایع الکترونیک (سنسورها، فیلم‌های لایه‌نازک ابرهادی‌ها، نیمه‌رساناها، ترانزیستورها و ساخت دیودها)، سیستم‌های میکروالکترومکانیکی (MEMS)، لایه‌نشانی PMMA پیش از لیتوگرافی، ساخت سنسورهای شیمیایی

محصولات کاربردی حاصل از فرایند پوشش دهی



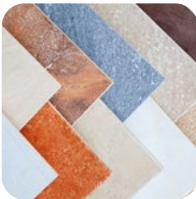
○ شیرآلات با پوشش نانوساختار تزئینی

هدف از استفاده از پوشش بر سطح شیرآلات، ایجاد مقاومت در برابر سایش و خوردگی و همچنین افزایش زیبایی است.
کاربرد: انواع شیرآلات بهداشتی ساختمان



○ کاشی لکه‌گریز نانوپولیش

نانو سیلیکای کلئیدی به‌عنوان یک متصل‌کننده، عامل صیقلی و پوشش دهی برای پر کردن حفرات ریز سطح کاشی‌های پسران عمل کرده و از لکه‌دار شدن و نفوذ آلودگی به سطح جلوگیری می‌کند.
کاربرد: این محصول به‌عنوان کاشی ضد لک در تمام ساختمان‌ها برای پوشش کف و دیوار به‌ویژه در بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها و غیره به کار برده می‌شود.



○ کاشی و سرامیک با پوشش نانوساختار تزئینی

یکی از روش‌های جدید طراحی کاشی‌ها استفاده از پوشش‌های بادوام نانوساختار به روش PVD می‌باشد. پوشش‌های ایجاد شده به این روش ماندگاری بسیاری خوبی داشته و از جلا و براقیت چشمگیری برخوردارند.
کاربرد: کاشی حمام، سرویس بهداشتی، دیوار و کف، دکوراسیون داخلی ساختمان



○ شیشه رفلکس سفید و رنگی

شیشه‌های رفلکس با استفاده از فناوری نانو و پوشش‌دهی مواد فلزی و اکسیدهای فلزی در ضخامت‌های نانومتری روی یک طرف شیشه معمولی تولید می‌شوند.
کاربرد: استفاده در نمای ساختمان‌ها و هتل‌ها، استفاده در دکوراسیون داخلی، استفاده در آزمایشگاه‌های شیمی و بیولوژی



○ شیشه کنترل‌کننده انرژی

شیشه‌های Low-E یا کنترل‌کننده انرژی با پوشش دادن لایه‌های بسیار نازک روی شیشه فلوت با تجهیزات بسیار پیشرفته تولید می‌شوند.

کاربرد: این شیشه‌ها در ساختمان‌های مسکونی و ساختمان‌های تجاری از جمله دفتر کار، هتل، مرکز خرید، فرودگاه و ... است.



○ ورق استیل با پوشش طلایی

کاربرد: این ورق‌ها در نمای داخلی و خارجی ساختمان، آسانسور و ظروف آشپزخانه هستند.



○ آینه آلومینیومی و کروم

این آینه‌ها با استفاده از فناوری نانو و لایه‌نشانی فلز آلومینیوم یا کروم بر روی شیشه تولید می‌شوند و در مقایسه با آینه نقره از قیمت پایین‌تری برخوردارند.

کاربرد: حمام، سالن‌های ورزشی، سالن‌های غذاخوری، هتل‌ها و اتاق‌های کنفرانس

○ دیسک فشرده قابل ضبط CD-R و چند منظوره ضبط شده (DVD)

به منظور افزایش ظرفیت ذخیره سازی اطلاعات روی CD از روشهای مختلفی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها اعمال پوشش نانومتری در سطح دیسک است که موجب بهبود خصوصیات همچون بازتابش نور و قابلیت خوانش می‌شود.

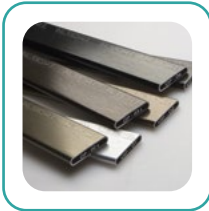
کاربرد: ذخیره اطلاعات.



○ پروفیل آلومینیوم با پوشش آنودایزینگ نانو ساختار

به منظور بهبود خواصی همچون مقاومت به خوردگی و سایش و افزایش زیبایی ظاهری پروفایل‌ها و قطعات آلومینیومی، از اعمال پوشش‌های اکسیدی با ضخامت، استحکام و چسبندگی بالا به روش آنودایزینگ استفاده می‌شود.

کاربرد: انواع سازه‌ها مانند دیوارهای محافظ و ستون‌ها، درب و پنجره ساختمان، صنایع اتومبیل و هواپیما، نرده و پل‌ها



○ پوشش‌های نانومتری ضد بازتاب



در محصولات اپتیکی نظیر دوربین، عینک و لنز از بین بردن تصاویر مجازی و افزایش کیفیت و بازده، نیاز به افزایش میزان نور عبوری و کاهش بازتاب نور از سطح است. برای پوشش‌های ضد بازتاب، ضریب شکست پوشش باید نزدیک به $1/2$ باشد. مواد طبیعی با چنین ضریب شکست پائینی کمیاب هستند و تبدیل آنها به لایه نازک هزینه بر است. در نتیجه استفاده از پوشش نانومتری از جنس TiO_2 یا MgF_2 حاوی تخلخل‌های با ابعاد مشخص می‌تواند ضریب شکست لازم را فراهم کند.

کاربرد: پوشش‌های ضد بازتاب کاربردهای زیادی دارند که شامل لیزرهای تابشی سطح، ذخیره سازی داده اپتیکی، لنزهای دوربین، عینکها و صفحات نمایش مسطح می‌شود.

○ آند با پوشش نانو ساختار مخلوط اکسیدهای فلزی



الکترودهای از جنس اکسیدهای فلزی مختلط معمولا نرخ سایش پایینی دارند و هندسه آنها تقریبا ثابت باقی می‌ماند. با توسعه الکترودهای جدید مبتنی بر نانوفناوری و جایگزینی آنها با الکترودهای سنتی حاوی عناصر فلزی گران قیمت مانند پلاتین و ایریدیوم هزینه فرایند الکترولیز کاهش یافته و بازده این فرایند افزایش می‌یابد.

کاربرد: این آندها در الکترولیز آب دریا است.

معرفی محصولات نانوکاتالیست حوزه نفت و گاز و پتروشیمی و کاربرد آنها

○ افزودنی کاهنده مصرف سوخت

افزودنی کاهش دهنده‌ی مصرف سوخت و آلاینده‌ها در موتورهای دیزلی

○ پایه کاتالیست

پایه کاتالیست مورد استفاده در صنایع پالایشگاهی، پتروشیمی و خودروسازی

○ پودر نانوساختار زئولیت

زئولیت یک ماده معدنی تشکیل شده از آلومینوسیلیکات‌های بلوری و هیدراته فلزات قلیایی و قلیایی خاکی است که ساختاری متخلخل داشته و در صنعت به عنوان جاذب سطحی به کار می‌رود از جمله: جاذب نفت و مشتقات آن، جداسازی گاز، جذب فلزات سنگین، جذب آلودگی‌های نفتی با کاربرد در تصفیه آب و فاضلاب و کشاورزی

○ پودر نانوساختار آلومینا

یکی از مواد مناسب برای کاربرد به عنوان کاتالیزور فرایند هیدروژناسیون، آلومینای گاما است. گاما آلومینا، فازی فعال بوده، درصد خلوص همچنین تخلخل و سطح ویژه بالایی دارد. این ماده می‌تواند به عنوان پایه کاتالیزورهای پلاتین و پالادیم استفاده شده و هزینه تولید کاتالیست فرایند هیدروژناسیون را کاهش دهد.

○ کاتالیست احیا

فرایند احیا مستقیم آهن در صنعت فولادسازی

○ کاتالیست اکسی کلراسیون

فرایند اکسی کلراسیون در صنعت پتروشیمی

○ کاتالیست بازیابی گوگرد (کاتالیست آلومینای فعال)

سولفید هیدروژن یک محصول جانبی غیردلخواه در پالایشگاه‌های نفت و گاز است که طی فرایندی تحت عنوان Claus process سولفید هیدروژن را به گوگرد عنصری تبدیل می‌کنند. در فرایند Claus مقاداری اکسیژن اضافی ایجاد می‌شود که می‌تواند کاتالیست آلومینایی را غیرفعال کند. کاتالیست آلومینای فعال اصلاح شده با آهن میزان اکسیژن اضافی در این فرایند را کاهش داده و مانع سمی شدن کاتالیست آلومینای فعال می‌شود.

○ کاتالیست بازیابی گوگرد (کاتالیست تیتانیا)

سولفید هیدروژن یک محصول جانبی غیردلخواه در پالایشگاه‌های نفت و گاز است که طی فرایندی تحت عنوان Claus process سولفید هیدروژن را به گوگرد عنصری تبدیل می‌کنند. کاتالیست تیتانیا برای تبدیل ترکیبات CoS و CS_2 به H_2S و به‌طور هم‌زمان با کاتالیست آلومینای فعال و آلومینای فعال شده با آهن در بازیابی گوگرد استفاده می‌شود.

○ کاتالیست خودروهای سواری

مبدل کاتالیستی حاوی نانوذرات پلاتین، رودیوم و پالادیوم است که بر روی یک زیرلایه کوردیریت لانه‌زنبوری ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) پوشش داده شده با یک لایه ضخیم و یکنواخت کوردیریت و $\text{Y-Al}_2\text{O}_3$ ساخته می‌شوند. این مبدل در مسیر آگزوز خودرو قرار می‌گیرد و ذرات آلاینده ناشی از احتراق درون موتور خودرو را تجزیه کرده و به مواد و عناصر کم‌خطرتر برای محیط زیست تبدیل می‌کند.

○ کاتالیست دما بالا انتقال آب-گاز

فرایند دما بالا انتقال آب-گاز در صنعت پالایشگاهی و پتروشیمی

○ کاتالیست دما پایین انتقال آب-گاز

کاتالیست انتقال آب-گاز-آب دما پایین یکی از کاتالیست‌های پرکاربرد است که درون راکتورهای انتقال آب-گاز-آب دما پایین جهت تبدیل مونوکسید کربن به هیدروژن مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کاتالیست‌ها در مجتمع‌های پتروشیمی تولید آمونیاک و شرکت‌های پالایش نفت به منظور خالص‌سازی هیدروژن کاربرد دارند.

○ کاتالیست ریفرمینگ گاز

فرایند ریفرمینگ گاز در صنعت پالایشگاهی و پتروشیمی

○ کاتالیست ریفرمینگ نفتا

تبدیل اجزای نفتا با عدد اکتان پایین به محصولات با عدد اکتان بالا جهت تولید بنزین و تولید ترکیبات با ارزش آروماتیک به عنوان ماده اولیه پلاستیک‌ها و رزین‌ها

○ کاتالیست سنتز متانول

کاتالیست $\text{CuO/ZnO/Al}_2\text{O}_3$ از جمله کاتالیست‌های تجاری سنتز متانول از گاز سنتز است که به روش رسوب‌گیری، در اثر واکنش کربنات‌ها با نیترات‌های این فلزات و به کمک فرایند هم‌رسوبی نمک‌های آن‌ها به دست می‌آید.

○ کاتالیست سولفورزدایی

حذف سولفید هیدروژن از گاز طبیعی توسط اکسیدهای فلزی مانند اکسید روی، اکسید کلسیم، اکسید آهن، اکسید مس و اکسید منگنز می‌تواند انجام شود. کاربرد: حذف گوگرد از گاز متان قبل از ورود به سیستم رفورمینگ و در نتیجه جلوگیری از تخریب کاتالیست‌های رفورمینگ در واحدهای تولید گاز سنتز

○ کاتالیست متاناسیون

فرایند متاناسیون در صنعت پالایشگاهی و پتروشیمی

○ کاتالیست ایزومریزاسیون

فرایند ایزومریزاسیون در صنعت پالایشگاهی

○ کاتالیست آروماتیک‌سازی

فرایند آروماتیک‌سازی در صنعت پالایشگاهی

○ کاتالیست تصفیه هیدروژنی

فرایند تصفیه هیدروژنی در صنعت پالایشگاهی و پتروشیمی

○ کاتالیست دهیدروژناسیون

فرایند دهیدروژناسیون در صنعت پتروشیمی

○ کاتالیست هیدروکراکینگ

فرایند هیدروکراکینگ در صنعت پالایشگاهی

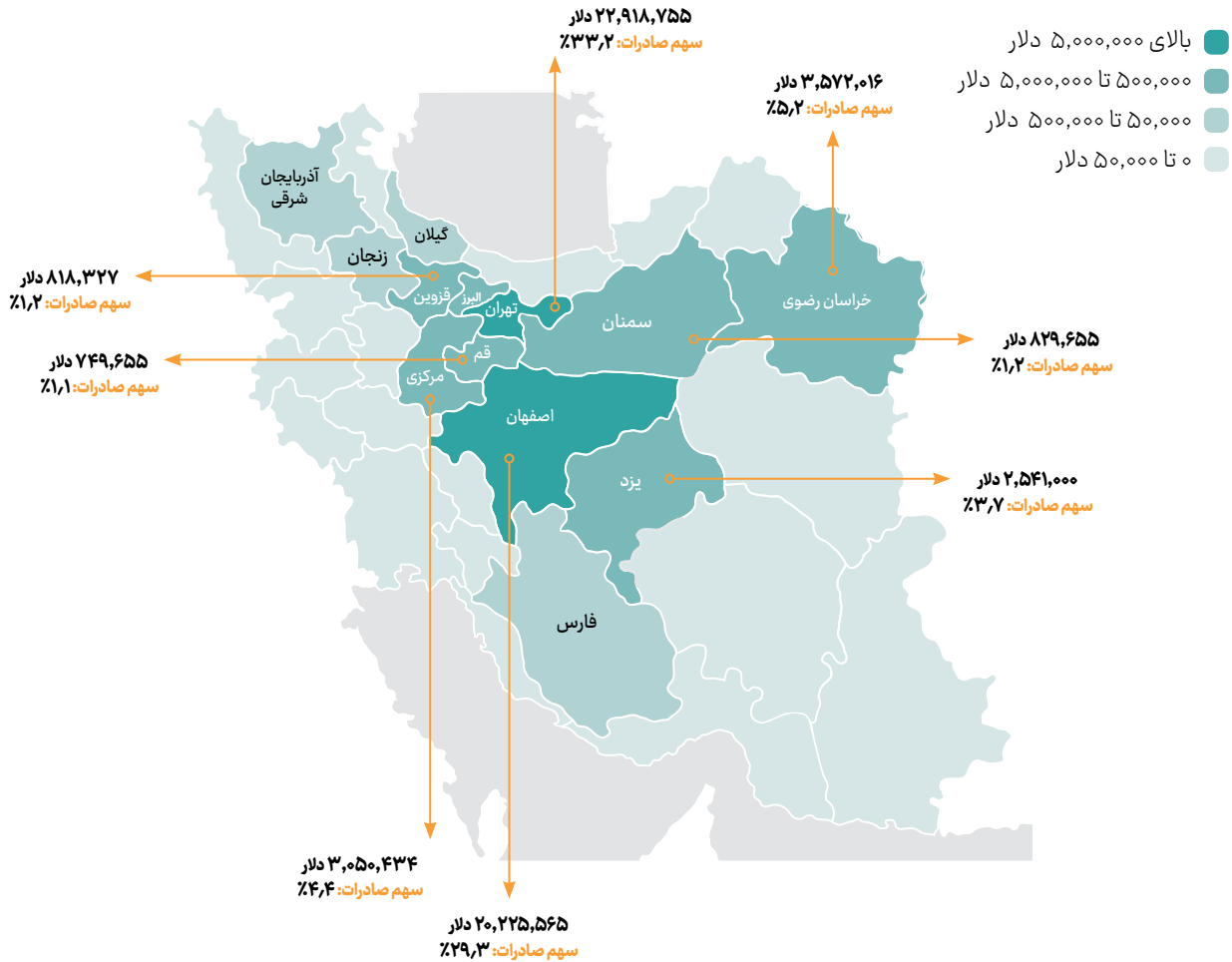
○ کاتالیست هیدروژناسیون

هیدروژناسیون یک واکنش شیمیایی بین هیدروژن مولکولی و یک ترکیب یا عنصر دیگر است که در صنایع شیمیایی و پتروشیمی کاربرد دارد. کاتالیست پایه گاما آلومینا پروموت شده و حاوی پالادیم برای این منظور به کار می‌ورد.

○ پودر نانو ساختار اکسید نیکل

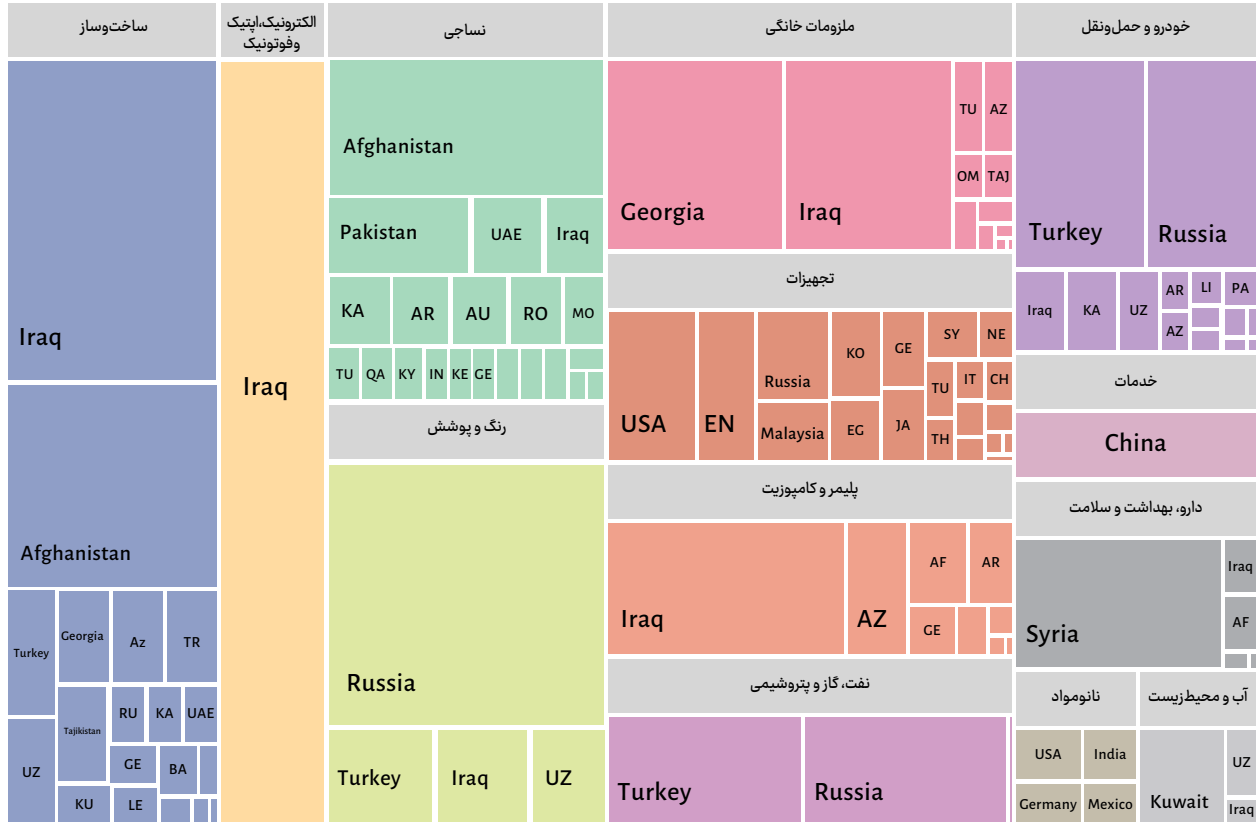
نانومواد مورد استفاده در کاتالیست‌های صنایع پالایشگاهی، پتروشیمی و خودروسازی

حجم و سهم صادرات محصولات نانو به تفکیک استان‌های کشور



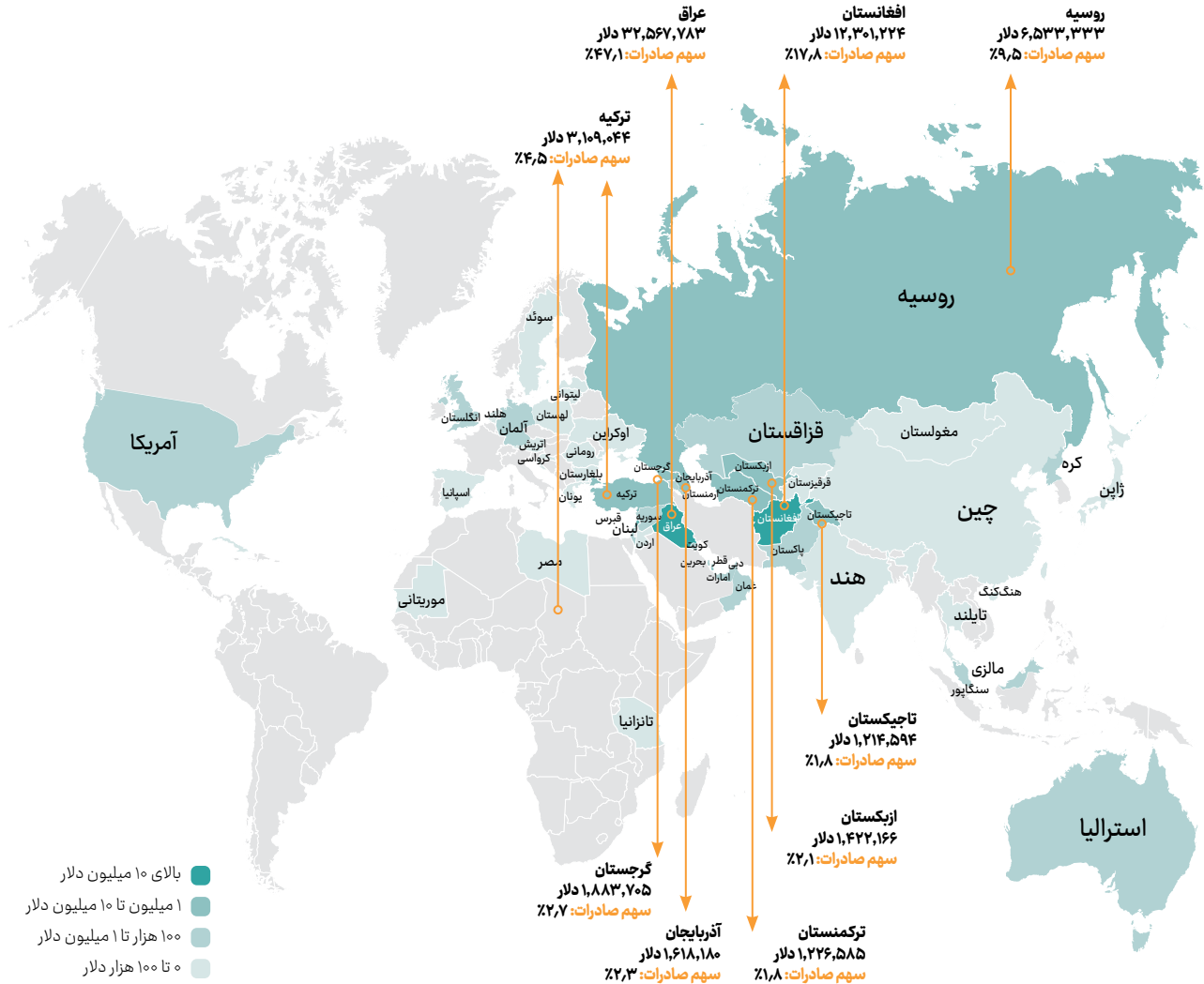
توسعه و رشد بازار نانو در ایران، نویددهنده فرصت‌های همکاری بیشتر در سراسر کشور است.

توزیع سهم صادرات محصولات نانو به تفکیک صنعت و کشور مقصد

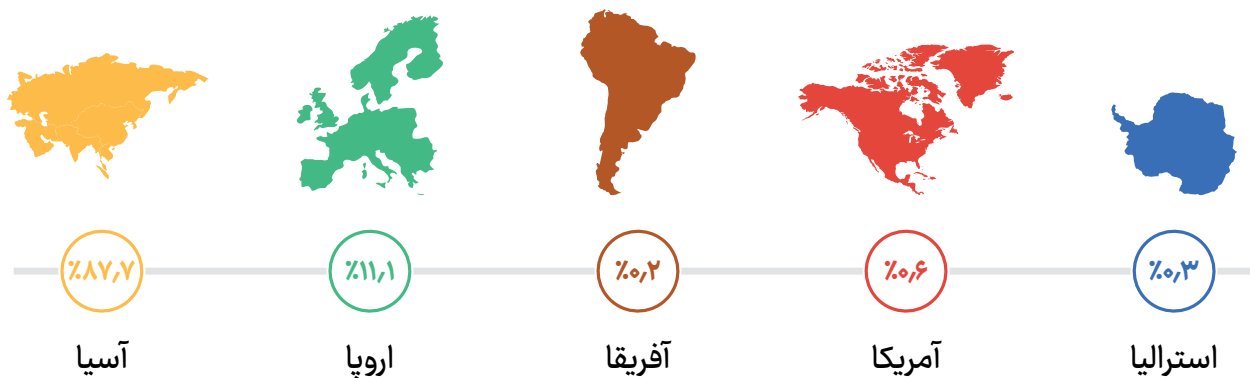


ساخت و ساز، الکترونیک و اپتیک، نساجی و رنگ و پوشش چهار حوزه صنعتی هستند که بیشترین صادرات محصولات نانوی ساخت ایران را شامل می‌شوند. نساجی با حجم بیش از چهار میلیون دلار بیشترین تنوع را از نظر کشورهای مقصد صادرات دارد و محصولات نانوی این حوزه به بیش از ۲۰ کشور صادر شده‌اند. پس از نساجی بیشترین تنوع در مقاصد صادراتی را در صنعت تجهیزات و ساخت و ساز داریم. عراق تقریباً در تمام حوزه‌های صنعتی به جز نفت و گاز مقصد صادراتی ثابت اکثر محصولات نانوی ساخت ایران است. روسیه هم در سال گذشته مقصد محصولات متنوعی از ایران بوده ولی بیشترین محصولات نانو صادر شده به روسیه در صنایع رنگ و پوشش و ساخت و ساز بوده است.

صادرات محصولات نانوای ایران بر حسب کشور مقصد



سهم صادرات محصولات نانو ایران به تفکیک قاره‌ها



سهم صادرات به کشورهای اروپایی از جمله روسیه در سال گذشته زیادتر شده است.



معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
سازمان توسعه فناوری های نانو و میکرو

بازار محصولات نانو ساخت ایران

گزارش سال ۱۴۰۱