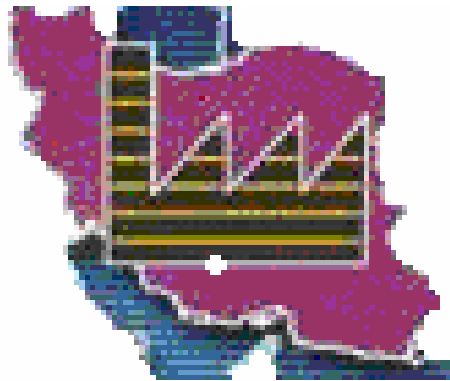




معاونت پژوهشی



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

**مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا**



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا



شرکت شهرک های صنعتی تهران

## خلاصه طرح

نام محصول	تولید نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای شهری یا کاری
موارد کاربرد	تصفیه آلودگی هوا
ظرفیت پیشنهادی طرح	100 (تن)
میزان مصرف سالیانه مواد اولیه	100 (تن)
سرمایه گذاری ثابت طرح	ارزی (دلار)
	200000
	ریالی (میلیون ریال)
سرمایه در گردش طرح	مجموع (میلیون ریال)
	2400
	4400
زمین مورد نیاز	ارزی (دلار)
	--
	ریالی (میلیون ریال)
زیربنا	مجموع (میلیون ریال)
	2400
	2400
مصرف سالیانه آب، برق و گاز	700 (متر مربع)
	450 تولیدی (متر مربع)
	100 انبار (متر مربع)
محل های پیشنهادی برای احداث واحد فناورانه	60 خدماتی (متر مربع)
	1500 آب (متر مکعب)
	540000 برق (کیلو وات)
	35000 گاز (متر مکعب)
پارک های علمی و فناوری پردیس، آذربایجان شرقی، اصفهان، تربیت مدرس، ارومیه، تهران، سمنان، خراسان، فارس، قزوین، کرمان، کرمانشاه، گیلان و مرکزی	



## فهرست مطالب

صفحه	عناوین
4	1- معرفی محصول .....
15	1-1- نام و کد آیسیک محصول .....
16	1-2- شماره تعرفه گمرکی .....
17	1-3- شرایط واردات و صادرات .....
17	1-4- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی) .....
19	1-5- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول .....
20	1-6- توضیح موارد مصرف و کاربرد .....
24	1-7- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول .....
24	1-8- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز .....
25	1-9- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول (حتی‌الامکان سهم تولید یا مصرف ذکر شود) .....
38	2- وضعیت عرضه و تقاضا .....
38	2-1- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول .....



صفحه	عناوین
40	2-2- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز) .....
40	2-3- بررسی روند واردات محصول طی پنج سال گذشته (چقدر از کجا) .....
40	2-4- بررسی روند مصرف طی پنج سال گذشته .....
41	2-5- بررسی روند صادرات محصول طی پنج سال گذشته و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است) .....
41	2-6- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم .....
42	3- بررسی تکنولوژی و روشهای تولید-عرضه محصول در کشور و مقایسه با دیگر کشورها
44	4- نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم در فرآیند تولید محصول .....
45	5- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO، اینترنت، بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌ها تکنولوژی و تجهیزات و ...)
47	6- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی-ریالی و بررسی تحولات اساسی تأمین اقلام مورد نیاز گذشته و آینده
47	7- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح .....
48	8- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال .....



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

صفحه	عناوین
52	9- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب طرح
53	10- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی .....
53	- حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی .....
53	- حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذار...
54	11- تجزیه، تحلیل، ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی احداث واحدهای جدید .....
55	12- منابع و مآخذ .....



## 1- معرفی محصول

### مقدمه

پوشش‌های شفاف و خودآرا که موجب ایجاد مزیت‌های کاربردی برای سطوح می‌شوند، کاربردهای گسترده‌ای دارند. پوشش‌های نانومقیاس با داشتن خواصی نظیر هدایت الکتریکی زیاد، ضد الکتریسیته ساکن، کنترل حرارت، مقاومت زیاد در برابر خش، کنترل آلودگی میکروبی، یا سایر خواص کنترلی، در بازارهای مختلفی مانند صنایع اپتیک، چشم پزشکی، خودرو، وسایل خانگی، نمایشگر و تصویربرداری، فوتونیک، و نیز صنایع بسته‌بندی کاربرد خواهند داشت.

سطوح، در واقع اجزایی هستند که از نظر شیمیایی فعال بوده و به منظور تقویت ویژگی‌های سطحی خاص می‌توان به وسیله سایر عوامل مانند عوامل شیمیایی و پلیمرهای طراحی شده آنها را بهبود بخشید. روش‌های بهبوددهی می‌تواند سطوح بی‌اثر را به آسانی از نظر شیمیایی فعال نماید و این در واقع هنر فناوری نانو می‌باشد. برخی نانوروش‌ها نیز ویژگی‌های خاصی مانند خود-بهبودی و مقاومت در برابر خوردگی و خش را دارا خواهند بود.

اکثر پوشش‌هایی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند، اصطلاحاً «خاموش» هستند، یعنی تنها قابلیت اعمال خاصیت اولیه خود را دارند بدون اینکه توانایی سازگاری با محیط و اصلاح خواص در اثر تغییر شرایط محیط را داشته و یا بتوانند عیبه‌ها و نقایص بالقوه مانند مشکلات خوردگی را به کاربر اطلاع

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 5	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



دهند. پوشش‌های مبتنی بر فناوری نانو، امکان دسترسی به قابلیت‌های چند منظوره را فراهم می‌نمایند؛ بدین معنی که می‌توانند حداقل دو ویژگی همزمان مانند مقاومت بالا در برابر خوردگی و آب‌گریزی یا ابرآب‌گریزی (درزویای تماس 100 تا 170) را داشته باشند.

در حال حاضر سیستم‌های پوشش‌دهی یک راهه<sup>1</sup> مبتنی بر نانومواد استفاده می‌شود؛ مانند پوشش‌های ضدآتش، یا پوشش‌های رسانا و یا پوشش‌هایی که قابلیت حس کردن خوردگی بالقوه را دارند. اما سیستم‌های دو راهه<sup>2</sup> مانند موادی با حافظه هندسی<sup>3</sup> و پوشش‌هایی با قابلیت تغییر خاصیت آب‌گریزی - آب دوستی و پوشش‌های حاوی ذرات ترموکرومیک، چالش برانگیزتر هستند.

توانایی کنترل پوشش‌های سطح در مقیاس نانو، از عوامل مهم توسعه صنعتی فناوری نانو به شمار می‌رود. در حال حاضر روش‌های فیزیکی و شیمیایی زیادی برای تولید لایه‌ها و پوشش‌ها در ابعاد نانو و کنترل نانومتری ساختار و گروه‌های عاملی، وجود دارد. با این وجود، افزایش مقیاس برای این روش‌ها همچنان یک چالش جدی است.

## نانو دی اکسید تیتانیوم

دی اکسید تیتانیوم که با نام‌های اکسید تیتانیوم IV یا تیتانیا شناخته می‌شود دارای فرمول شیمیایی  $TiO_2$  است که زمانیکه به عنوان رنگدانه مورد استفاده قرار می‌گیرد نام‌های تیتانیوم سفید، رنگدانه

1- One way  
2- Two way  
3- Shape – memory

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 6	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

سفید 6 و CI77891 به خود می‌گیرد. تمام خصوصیات دی اکسید تیتانیوم نیز در نانو دی اکسید تیتانیوم وجود دارد با این تفاوت که اندازه ذرات آن بسیار کوچکتر است و از این رو قابلیت اثرکنندگی بیشتری دارد چرا که به واسطه کوچک بودن اندازه ذرات، سطح تماس بیشتر می‌شود و کارایی افزایش می‌یابد. دی‌اکسید تیتانیوم از اکسیدهای فلزی است که در زندگی روزمره کاربرد فراوانی دارد. پودر این ماده به عنوان رنگدانه سفید در صنعت استفاده می‌شود. گاف انرژی (Band Gap) این ماده نوع آناتیس حدود  $3/2$  الکترون ولت است) که می‌تواند نور فرابنفش را جذب کند. دو خاصیت مهم این ماده که آن را در زندگی بسیار کارا و مفید می‌سازد، خواص فوتوکاتالیستی و فوق آب دوستی آن است. از این دو خاصیت برای تصفیه آب و فاضلاب‌ها، حذف آلودگی هوا و ساختمان‌ها، تسریع واکنش‌های فتوشیمیایی مانند تولید هیدروژن، ساخت سطوح و لایه‌های ضد مه و شیشه‌های خود تمیزشونده استفاده می‌شود.

#### خاصیت فوتوکاتالیستی

در این حالت، ماده در برخورد با مولکول‌های آلوده‌کننده آب، هوا و خاک که عموماً مولکول‌های آلی کربنی هستند، آنها را تجزیه کرده و به مواد غیرآلی  $CO_2$  و آب و آنیون‌های معدنی بی‌ضرر تبدیل می‌کند. یکی از کاربردهای این مواد، سطوح خود تمیز شونده اعم از شیشه، کاشی و سطوح دیوار است که در برخورد نور ماورا بنفش فعال شده و با تجزیه مواد آلی یا ایجاد باندهای ضعیف بین سطح و مواد آلاینده به راحتی تمیز می‌شوند. همچنین فوتوکاتالیست‌ها می‌توانند در تصفیه آب، هوا و

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 7	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

یا پساب‌های شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر این، فوتوکاتالیست‌ها در معرض نور ماورا بنفش می‌توانند باکتری‌ها و ویروس‌ها را از بین ببرند. خواص خود تمیزشوندگی، ضد باکتری و تجزیه آلاینده‌ها محدوده وسیعی از کاربردها را برای این مواد ایجاد کرده است که شرکت‌های مختلف در حال توسعه آنها و بازارسازی برای آنها هستند. آلودگی‌های محیط، یعنی آلودگی‌های آب، هوا، خاک، بزرگترین معضل جامعه امروزی اند. از سال 1970 گزارش‌ها متعددی درباره استفاده از فوتوکاتالیست  $TiO_2$  برای حذف آلودگی‌ها ارائه شده است. امروزه موفقیت‌هایی در ساخت سیستم‌های پاک‌سازی کاربردی برای فاضلاب کشاورزی و خاک‌های آلوده شده به وسیله ترکیبات آلی فرار (VOCs)، به دست آمده است. این سیستم‌ها بر پایه فوتوکاتالیست‌های  $TiO_2$  و فقط استفاده از نور خورشید بنا شده‌اند.

کلمه فوتوکاتالیست یک فرآیند ترکیبی است که از دو بخش "فتو" و "کاتالیست" تشکیل شده است که فتو معرف نوردهی و کاتالیست بیانگر فرآیندی است که سرعت واکنش انتقال شیمیایی را برای مواد شرکت کننده، بدون توقف واکنش افزایش می‌دهد. در سالهای اخیر دانشمندان و صنعتگران شدیداً به استفاده از نیمه‌رساناها به عنوان فوتوکاتالیست برای تخریب آلودگی‌های آلی علاقه‌مند شده‌اند. به علت ویژگی‌های نوری و الکتریکی، قیمت پایین، فعالیت فوتوکاتالیستی بالا، ثبات شیمیایی، غیر سمی بودن، فراوانی و در دسترس بودن و عدم فرسایش و خوردگی در مقابل نور از تیتانیا به عنوان فوتوکاتالیست رایج استفاده می‌شود [1 و 2]. زمانی که کاتالیست  $TiO_2$  تحت تابش با فتون با انرژی مساوی و یا بالاتر از باند شکاف (3.2 eV) قرار گیرد حفره الکترونی که محرک گروه‌های واکنشی

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 8	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

اکسیژنی از قبیل رادیکال هیدروکسیل و رادیکال سوپر اکسید است، تولید می‌شود. این رادیکال‌ها مستقیماً در گیر فرآیند اکسید کردن به منظور تجزیه آلودگی‌ها و باکتری‌ها هستند [3]. بعضی از ویژگی‌های ذرات که در فعالیت فتوکاتالیستی موثر هستند، عبارتند از ابعاد ذرات، ساختمان کریستال، سطح هیدروکسیل شونده، بلورینگی مطلق، شدت تابش نوری، جذب سطحی آلودگی، pH محلول و روش آماده‌سازی. در زمینه فتوکاتالیستی، اغلب کاربردها مربوط به پاکسازی هوا و آب یا ویژگی خود تمیز شونده مواد مختلف می‌شوند [4 و 5 و 6]. زمانی که اندازه ذرات  $TiO_2$  به مقیاس نانو کاهش می‌یابد فعالیت فتوکاتالیستی افزایش می‌یابد به دو علت، اول عریض شدن نوار شکاف نوری به سبب مقیاس کوانتومی و دوم افزایش مساحت سطح مؤثر [7].

### خاصیت فوق آب‌دوستی

خاصیت دیگری که این ماده از خود نشان می‌دهد خاصیت فوق آب‌دوستی آن است. این خاصیت که با خاصیت فوتوکاتالیستی رابطه تنگاتنگی دارد باعث پدیده خودتمیز شونده می‌شود. به همین دلیل لایه‌ای نازک از این ماده را روی سطح شیشه، کاشی و بعضی ظروف می‌نشانند تا مانع از کثیف شدن آنها شوند.

### روش‌های تولید صنعتی

روش‌های متفاوتی برای تهیه پودر دی اکسید تیتانیوم وجود دارد از جمله: روش سولفات، روش کلرید، مایع کردن گاز خنثی، سنتز با شعله اکسید  $TiCl_4$ ، روش سل-ژل، تولید به وسیله تیتانیوم

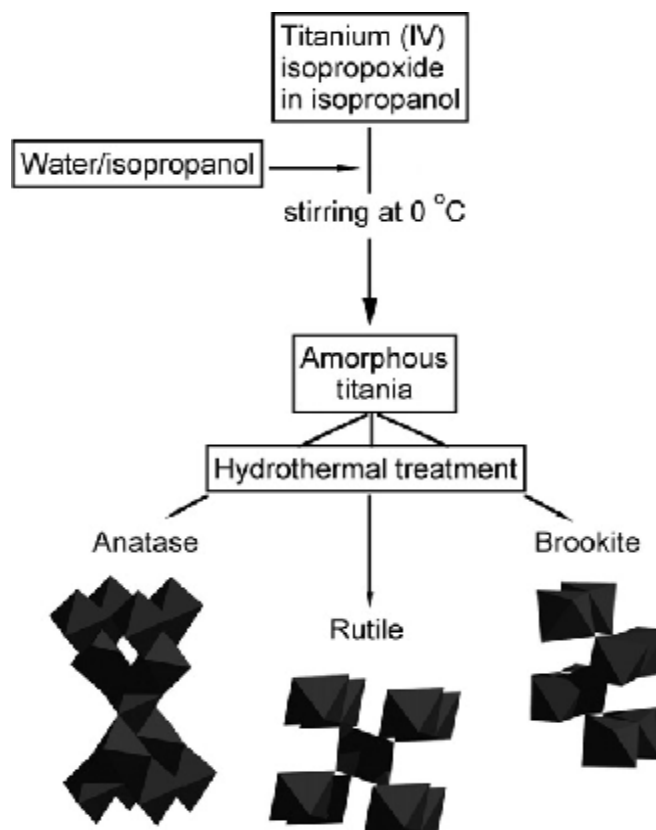
زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 9	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



تترا ایزو پروپوکساید در دمای 200 درجه سانتی گراد به همراه همزدن در اتوکلاو را می‌توان نام برد [8]. نانو دی اکسید تیتانیوم صنعتی با دو فرآیند پایه تولید می‌شود. در هر دو روش از  $FeTiO_3$  بعنوان ماده خام استفاده می‌شود.

### تکنولوژی سولفات

ابتدا ماده خام سولفات می‌شود و به وسیله اسید سولفوریک شسته و  $TiOSO_4$  به دست می‌آید که با تجزیه حرارتی به  $TiO_2$  تبدیل می‌شود.



سنتز هیدرو ترمال سه فاز کریستالی نانو دی اکسید تیتانیوم

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 10	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



### تکنولوژی کلریده

ماده خام کلریده می‌شود و  $TiCl_4$  به دست می‌آید و سپس خالص‌سازی اکسیداسیون با اکسیژن انجام می‌گیرد. شرکت Degussa از این روش برای تهیه P25 استفاده می‌کند. هر یک از این روش‌ها تیتانیایی با درصد فاز متفاوت ایجاد می‌کند. برای مثال در فناوری کلریده تیتانیا با 80% فاز آناتاس و 20% فاز روتایل تولید می‌شود [9].

### نکات مهم در تجاری سازی فناوری نانو - نانو دی اکسید تیتانیوم

برای درک منطقی کاربردهای تجاری فناوری نانو، باید ابتدا از قید سه باور غلط در مورد فناوری نانو رها شد.

باور عمومی غیردقیق 1: «صنعتی به نام فناوری نانو وجود دارد». بسیاری از فعالان حوزه کسب و کار فناوری نانو بر این باورند که یک صنعت یا بخش نوظهور به نام فناوری نانو وجود دارد که از «شرکت‌های فناوری نانو» هم‌فکر با پیش‌ران‌های و چالش‌های تجاری مشابه تشکیل شده است و همگی «محصولات فناوری نانو» را به فروش می‌رسانند. این مفاهیم هم غیردقیق و هم نامفید می‌باشند، چرا که فناوری نانو در بخش‌های مختلفی گسترده شده است. بیایید نگاهی به یک مشابه تاریخی از یک فناوری دیگر با افق مشابه و کاربردهای وسیع بیاندازیم: الکترونیسته، یا همان دستکاری هدفمند الکترون‌ها. الکترونیسته موجب ایجاد کاربردهای بسیار متنوعی از جمله روشنایی، تلفن، و صنعت نیمه‌هادی‌ها شد، اما تمام این کاربردها چنان وسیع و گسترده می‌باشند که به غیر از استفاده از

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 11	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



فناوری‌های بنیادی مشترک، هیچ وجه اشتراک دیگری باهم ندارند. این امر در مورد فناوری نانو نیز صدق می‌کند. شرکت نوپای C Sixty با شرکت بزرگ مواد دارویی Merck برای ساخت داروهای محافظت‌کننده اعصاب<sup>1</sup> (با استفاده از خاصیت آنتی‌اکسیدانی فولرین) همکاری می‌کند؛ از سوی دیگر، شرکت American Bowling Services از فولرین‌ها برای ساخت توپ‌های بولینگ با ساختار سطحی نانو (که مسیر مورد نظر را بهتر طی می‌کند) بهره می‌برد. این دو شرکت به هیچ طبقه‌بندی صنعتی یکسانی تعلق نداشته و نخواهد داشت.

باور عمومی غیردقیق 2: «اگر نانو هست، پس جدید است». خوشبختانه بحث قبلی ما درباره مواد با ساختار نانو که به صورت هدفمند طراحی نشده‌اند، پایانی بر این نقطه‌نظر می‌باشد. آنچه به طور روشن در فناوری نانو جدید می‌باشد، مهندسی هدفمند برای به دست آوردن ویژگی‌های وابسته به اندازه می‌باشد.

باور عمومی غیردقیق 3: «اگر نانو است، پس قابلیت سودآوری بالایی دارد». کاربردهای فناوری نانو از قبل در محصولات متنوعی وارد شده است. بسیاری از این محصولات کالاهایی هستند که بر مبنای قیمت و دسترسی و با حاشیه سود پایین (که به نظر می‌رسد همیشه پایین بماند) به فروش می‌رسند. این حاشیه سود پایین به دلیل ویژگی‌های مشتریان و محصولات می‌باشد که تغییر نخواهد کرد (بدون توجه به این که در محصول مورد نظر فناوری نانو به کار رفته است یا نه). با وجودی که خریداران در ابتدا

<sup>1</sup> Neuroprotectant drugs

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 12	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

مقدار کمی هزینه اضافی بابت ویژگی‌های متفاوت محصول فناوری نانو پرداخت می‌کنند، اما این امر زمان زیادی دوام نخواهد داشت. زمانی که رقبا بتوانند به پیشرفت‌های مشابهی دست پیدا کنند، رقابت موجب خواهد شد که این سود بالایی که پیش‌تازان از آن بهره‌مند شده‌اند، از بین رفته و حاشیه سود به سمت میانگین‌های آن صنعت رانده شود. در دراز مدت، این امر به معنای آن است که حاشیه سود محصولاتی که در آنها از فناوری نانو استفاده شده است، به سمت میانگین سود آن محصول در صنعت مربوطه میل خواهد کرد. شکل زیر مقایسه باورهای موجود با واقعیت تجاری آنها را بطور خلاصه نشان داده است.

واقعیت تجاری	باور موجود
چیزی به نام «بازار فناوری نانو» وجود ندارد؛ آنچه موجود است زنجیره ارزش فناوری نانو است.	یک بازار «فناوری نانو» در حال ظهور می‌باشد که متشکل از «شرکت‌های فناوری نانو» است که «محصولات فناوری نانو» را می‌فروشند.
تمام فناوری نانو جدید نیست. فناوری توپ‌ظهور نانو بر روی زمینه‌ای از فناوری‌های جاافتاده قدیمی در حال توسعه می‌باشند.	تمام «محصولات فناوری نانو» جدید می‌باشند.
بسیاری از محصولاتی که از فناوری نانو بهره می‌برند حاشیه سود پایینی خواهند داشت.	هر چیز نانویی پتانسیل ایجاد سود بالایی را داراست.

مقایسه باورهای غیردقیق موجود با واقعیت تجاری در مورد فناوری نانو در شکل نشان داده شده است. هر سرمایه‌گذار در حوزه فناوری نانو باید به دقت از باورهای غیردقیق پرهیز نماید.

## زنجیره ارزش رکن مهم تجاری سازی فناوری نانو

یک ساختار زنجیره ارزش برای به ثمر رسانی کاربردهای فناوری نانو از مواد خام اولیه تا محصول

نهایی ضروری است. بخش‌های اصلی زنجیره ارزش عبارتند از:

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 13	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

نانومواد: نانومواد ساختارهای مهندسی شده هدفمندی از مواد می‌باشند که حداقل یکی از ابعاد آنها زیر 100 نانومتر بوده و خصوصیات وابسته به اندازه‌ای را از خود نشان می‌دهند که در حداقل مقدار فرآوری شده‌اند. نانومواد خصوصیات منحصر به فردی از خود نشان می‌دهند که می‌توان این خصوصیات را به اندازه آنها نسبت داد. این مواد به خودی خود مفید نمی‌باشند؛ در عوض، این مواد در محصولاتی در رده‌های پایین‌تر زنجیره ارزش وارد شده و باعث ایجاد خصوصیات مطلوب می‌گردند.

حدواسط‌های نانومقیاس: حدواسط‌های نانومقیاس محصولات میانی (نه اولین مرحله و نه آخرین مرحله از زنجیره ارزش) می‌باشند که یا از نانومواد استفاده نموده و یا از مواد دیگری بهره می‌برند تا ساختارهای نانومقیاس تولید کنند.

محصولات توانمند شده توسط نانو: محصولات توانمند شده توسط نانو کالاهایی هستند که در انتهای زنجیره ارزش فناوری نانو قرار گرفته‌اند و در ساختار خود از نانومواد یا حدواسط‌های نانومقیاس بهره برده‌اند.

نانوابزارها: سه مرحله قبلی زنجیره ارزش ذکر شده در طول هم قرار می‌گیرند. نانومواد در حدواسط‌های نانو مورد استفاده قرار می‌گیرند و این حدواسط‌ها در ساخت محصولات توانمند شده توسط نانو به کار گرفته می‌شوند. محققان و تولیدکنندگان در فعالیتهای تحقیقاتی و توسعه‌ای و تولیدی خود، از بخش چهارم این زنجیره ارزش، بخش نانوابزارها که شامل تجهیزات و نرم‌افزارهای می‌باشد که در تصویربرداری، دستکاری، و مدلسازی مواد در مقیاس نانو است، استفاده می‌کنند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 14	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای

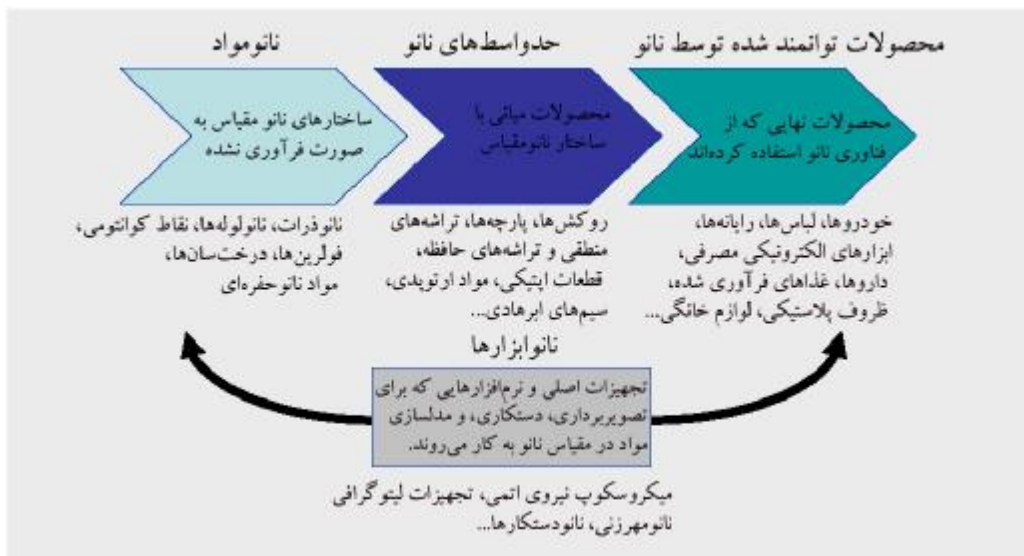


معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

شکل زیر توصیف زنجیره ارزش را نشان داده است. با توجه به نکات مهم ذکر شده روشن است که هر گونه ورود به سرمایه‌گذاری در حوزه فناوری‌های پیشرفته به ویژه فناوری نانو تفاوت‌های ظریفی با دیگر حوزه‌ها دارد. از این رو هرگونه مطالعات امکان‌سنجی و طرح‌های تجاری در این حوزه میبایست به نکات فوق‌الذکر اهتمام کافی داشته باشد. این مهم است که سرمایه‌گذار در کجای زنجیره ارزش می‌خواهد سرمایه‌گذاری نماید. بدیهی است امکان‌سنجی یک بخش از این زنجیره به تنهایی نمیتواند اطلاعات کافی برای سرمایه‌گذار را فراهم نماید. برای سرمایه‌گذاری دقیق و کامل بررسی زنجیره ارزش در هر بخش لازم و ضروری است.



زنجیره ارزش رکن مهم تجاری سازی فناوری نانو است. هر کارآفرین برای ایجاد ثروت در حوزه فناوری نانو لازم است اینکه در کجای این زنجیره قرار خواهد گرفت را شفاف نماید. اگر سرمایه‌گذاری در یک بخش بدون در نظر گرفتن دیگر بخشهای زنجیره ارزش انجام شود، به احتمال زیاد آن سرمایه‌گذاری ناموفق خواهد شد. این بخش یکی از تفاوت‌های مهم حوزه فناوری‌های پیشرفته با فناوری‌های در سطح پایین می‌باشد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 15	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





## 1-1- نام و کد آیسیک محصول

متداول‌ترین طبقه‌بندی و دسته‌بندی در فعالیت‌های اقتصادی همان تقسیم‌بندی آیسیک است. تقسیم‌بندی آیسیک طبق تعریف عبارت است از: طبقه‌بندی و دسته‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی. این دسته‌بندی با توجه به نوع صنعت و محصول تولید شده به هر یک کدهایی دو، چهار و هشت رقمی اختصاص داده می‌شود. کد آیسیک مشخصی برای نانو دی اکسید تیتانیوم هنوز تعیین نشده است. کدهای آیسیک مرتبط به شرح زیر است:

جدول کدهای آیسیک مرتبط با تیتانیوم. همانطور که ملاحظه می‌شود کد آیسیک مشخصی برای نانو دی اکسید تیتانیوم هنوز تعیین نشده است.

واحد سنجش	نام کالا	کد آیسیک	ردیف
تن	نانودی اکسید تیتانیوم	24111541	1
تن	اکسید تیتانیوم	24112931	2

اطلاعات فوق از وبگاه وزارت صنایع و معادن، بخش سامانه ثبت مجوزهای صادره صنعتی، به آدرس زیر در اسفند ماه 1389 استخراج گردید.

<http://webims.mim.gov.ir/GuestPage/GSearchISIC.aspx>

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 16	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 2-1- شماره تعرفه گمرکی

در داد و ستدهای بین‌المللی جهت کدبندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه‌بندی استفاده می‌شود که عبارت است از طبقه‌بندی و نامگذاری براساس بروکسل و طبقه‌بندی مرکز استاندارد و تجارت بین‌المللی بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه‌بندی بروکسل جهت طبقه‌بندی کالاها استفاده می‌شود. بررسی مقررات صادرات و واردات کشور سال 1389 نشان می‌دهد تاکنون برای نانو دی اکسید تیتانیوم و یا سطوح لایه نشانی شده با آن و یا سطوح آغشته شده با آن تعرفه‌ای در نظر گرفته نشده است. برای اطلاعات بیشتر به سایت سازمان توسعه تجارت ایران، بخش مقررات صادرات و واردات کشور سال 1389 به آدرس زیر مراجعه شود:

<http://www.tpo.ir/tlaw/tariff.aspx>

تعرفه های مرتبط با تیتانیوم. شماره تعرفه ای برای نانو دی اکسید تیتانیوم هنوز تعیین نشده است.

ردیف	شماره تعرفه	نام کالا	حقوق ورودی	SQL
1	26140000	سنگ تیتان <sup>1</sup>	4	Kg
2	28230000	اکسیدهای تیتان	4	Kg
3	81082000	تیتان به صورت کار نشده؛ پودر	4	Kg

<sup>1</sup> تیتان همان دی اکسید تیتانیوم است.



### 3-1- شرایط واردات

از آنجا که این محصول جدید بوده و چندان توسط متصدیان گمرک کشور شناخته شده نیست، لذا شرایطی در مورد واردات این محصول وجود ندارد. همانطور که اشاره شد بعضی از شرکتها که اقدام به واردات آن کرده اند، نانو دی اکسید تیتانیوم را به عنوان پودر مخلوط تیتان صنعتی معرفی کرده اند. آزمایشگاه استاندارد نیز آن را بررسی و ادعای وارد کننده ها را تایید کرده و سرانجام با تعرفه 4% نانو دی اکسید تیتانیوم وارد کشور شده است. به عبارت دیگر فعلا شرایط خاصی برای واردات نانو دی اکسید تیتانیوم وجود ندارد و تعرفه آن نیز مانند سایر مواد معمولا 4% در نظر گرفته میشود. طبق اظهار نظر بعضی از وارد کنندگان، قوانین گمرک ایران حساسیت چندانی به اندازه و ابعاد ذرات نداشته و بیشتر نوع ماده و کاربرد تجاری آن مطرح است، از این رو فضای شفافی در مورد این ماده وجود ندارد. با توجه به واردات بسیار محدود این ماده تاکنون در فرآیند های واردات این کالا مانند ثبت سفارش، ترخیص کالا و غیره تغییر خاصی ایجاد نشده است.

### 4-1- بررسی و ارائه استاندارد (ملی یا بین‌المللی)

با مراجعه به مستندات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مشخص شد که استاندارد ملی مشخصی برای استفاده از نانو دی اکسید تیتانیوم در کشور تدوین نشده است. برای کسب اطلاعات بیشتر میتوان به وبگاه مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در پیوند زیر مراجعه کرد:

<http://www.isiri.org/UserStd/StdSearch.aspx>

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 18	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



در دنیا نیز این موضوع هنوز در حال بحث و بررسی است. بررسی استانداردهای منتشر شده ملی کشورها در حوزه فناوری نانو و همچنین استانداردهای منتشر شده بین‌المللی کشورها در حوزه فناوری نانو نشان می‌دهد که کشور چین استاندارد با کد GB/T 19591-2004 برای نانو دی اکسید تیتانیوم وضع کرده است. کشور ژاپن برای روش تست برای اجرای خالص سازی هوا با کمک مواد فتوکاتالیستی - حذف نیتريت اكسيد استاندارد به کد JIS R 170-1:2004 را دارا می باشد. همچنین ژاپن در سال 2008 روش تست کارایی خالص سازی هوا در مواد فتوکاتالیستی برای حذف به ترتیب استالدهید، تولوئن، فرمالدهید و متیل مرکاپتان را با کدهای JIS R 170-2:2004، JIS R 170-3:2004، JIS R 170-4:2004 و JIS R 170-5:2004 را استاندارد کرد. کشور تایوان نیز چهار استاندارد مرتبط با فتوکاتالیست های ضد آلودگی دارد. این استانداردها شامل استاندارد V&V کاشی های سرامیکی فتوکاتالیست ضد لک به کد TN-004-2006 و استاندارد روش تست کارایی خالص سازی هوا در مواد فتوکاتالیستی برای حذف نیتريد اكسيد به کد CNS 15094-2007 و استاندارد V&V لوله های نوری فتوکاتالیستی پاک کننده هوا به کد TN-009-2006 و استاندارد V&V فیلترهای فتوکاتالیست خالص کننده هوا به کد TN-010-2007 است. برای آشنایی با استانداردهای منتشر شده ملی کشورها در حوزه فناوری نانو میتوان به وبگاه زیر

<http://www.nano.ir/standard/country.pdf>

مراجعه کرد:

برای آشنایی با استانداردهای منتشر شده بین‌المللی کشورها در حوزه فناوری نانو میتوان به وبگاه زیر

<http://www.nano.ir/standard/international.pdf>

مراجعه کرد:

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 19	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 5-1- بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

قیمت نانو دی اکسید تیتانیوم بسته به مشخصات نانو دی اکسید تیتانیوم، توزیع ذرات، فاز آنها، مورفولوژی آنها و حتی روش تولید متفاوت است. از این رو مقایسه قیمت‌های شرکت‌های تولیدی مختلف با یکدیگر بسته به هر کدام از عوامل فوق داشته و لذا به سادگی محصولات معمولی نیست. در محصولات با فناوری پایین مقایسه دو نوع محصول تولیدی دو شرکت ساده و با پارامترهای مشخص مانند کیفیت و استاندارد و مانند آن است اما در حوزه فناوری‌های پیشرفته به این سادگی نیست و بسیار پیچیده تر می‌باشد.

هنوز هیچ شرکت ایرانی نانو دی اکسید تیتانیوم را تولید نکرده است. فقط شرکت نانو پاک پرشیا موضوعاتی را در این زمینه کار کرده است. اما به عنوان تولید کننده مطرح نیست. بعضی از شرکت‌های مرکز رشدی نیز در این زمینه ادعاهایی را مطرح کرده اند که بهترین آنها نیز اغلب در ابعاد آزمایشگاهی موفق به سنتز آن شده اند. یکی از موفق ترین این مجموعه ها، آقای دکتر تقوی نیا و همکارانشان در دانشگاه صنعتی شریف هستند که موفق شده اند نانو دی اکسید تیتانیوم را در ابعاد آزمایشگاهی تولید کنند. طرح هایی نیز هم اکنون وجود دارد که این توانمندی را به سطح بالاتر و سپس به سطح نیمه صنعتی ارتقاء دهند. در هر صورت هنوز هیچ شرکت ایرانی نانو دی اکسید تیتانیوم را در مقیاس صنعتی تولید نکرده است. از این رو قیمت محصول تولیدی داخلی وجود ندارد. قیمت نانو دی اکسید تیتانیوم خارجی قیمت‌های متفاوتی دارد. برای مثال شرکت نانوساو

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 20	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



محلول آن با مورفولوژی کریستالی آاناتاز، دوکی شکل، محلول در آب با غلظت 1% وزنی و با اندازه ذرات 15 تا 35 نانومتر به همراه 30% بایندر  $SiO_2$  هر لیتر 90000 تومان می‌دهد. اما با مورفولوژی کریستالی آاناتاز، به صورت خمیری با غلظت 20% وزنی با اندازه ذرات 10 تا 20 نانومتر قیمت 180000 تومان است. 100 گرم پودر با سطح خاص نانو ذرات بین 35 تا 65 متر مربع بر گرم با متوسط اندازه نانو ذرات 21 نانومتر با خلوص 99.5% ساخت المان یل ژاپن به مبلغ 187000 تومان است. اطلاعات قیمت‌ها محصولات نانو را در سایت نانو ساو ([www.nanosav.com](http://www.nanosav.com)) یا نانوشاپ ([www.nanoshop.ir](http://www.nanoshop.ir)) میتوان ملاحظه کرد.

این بررسی فقط در مورد خود نانو دی اکسید تیتانیوم است اما در هنگام استفاده در روی سطوح پارامترهای دیگری نیز اضافه میشود که مهمترین آنها نوع و کیفیت بایندر<sup>۱</sup> یا متصل کننده های نانو نانو دی اکسید تیتانیوم به سطح می باشد. همچنین چگونگی آغشته سازی سطح به نانو نانو دی اکسید تیتانیوم نیز در میزان پایداری و به عبارت دیگر در قیمت آن موثر است. در مورد قیمت جهانی این محصول میتوان به سایت [www.nanoshop.com](http://www.nanoshop.com) مراجعه کرد.

## 1-6- توضیح موارد مصرف و کاربرد نانو دی اکسید تیتانیوم

در سال‌های اخیر به علت ویژگی‌های جالب فتوکاتالیستی کریستال‌های دی اکسید تیتانیوم فعالیتهای زیادی انجام شده است. ذرات با ابعاد نانو به علت مساحت سطح بزرگتر در واحد جرم و انتشار الکترون

<sup>1</sup> Binder

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 21	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

و حفره، قبل از ترکیب آنها با هم، خاصیت فتوکاتالیستی بالایی از خود نشان می‌دهد. استفاده تجاری از نانو  $TiO_2$  بعنوان فتوکاتالیست در زمینه‌هایی چون الف) تصفیه آب ب) پاکسازی هوا ج) استرلیزه کردن / ضد عفونی کردن در دنیا فراگیر شده است. در بسیاری از کارهای انجام شده، رسوب دادن  $TiO_2$  بر روی سطوحی با مقاومت گرمایی بالا چون شیشه و سلیکا با روش سل-ژل گزارش شده است. از  $TiO_2$  برای از بین بردن آلودگی‌های آلی چون پلی کلرو بی‌فنیل، تولوئن، سورفکتانت‌ها، حشره کش‌ها و ترکیبات فنلی، اسیدهای کربوکسیلی، سولفیدهای آروماتیک، هیدروکربن‌ها و رنگ‌های آلی استفاده می‌شود [10]. تخریب فتوکاتالیستی  $TiO_2$  مواد زیادی چون 4-کلرو-2-متیل فنل، الکل‌های گازی، فرمالدهید، 3-آمینو-2-دی کلرو پیریدین، فنل، 4-کلرو فنل، 2 و 5-دی کلرو فنل، 2 و 4 و 5-تری کلرو فنل، 1 و 3 و 5-تری هیدرو کسی بنزن، 2 و 3-هیدروکسی فتالین و متیلن بلو در شرایط تابش مختلف مورد مطالعه قرار گرفته و ویژگی ممتاز این ماده تأیید شده است. که این مشوق بررسی روش‌های جدید برای ساخت منسوجات با ویژگی‌های خود تمیز شوندگی است [11].

هر دو فاز آناتاس و روتایل دارای باند شکاف هستند و فعالیت نوری دارند. فاز آناتاس قابلیت جذب UV را دارد و از آن برای کرم ضد آفتاب استفاده می‌شود. منظور از فعالیت نوری، تولید گروه‌های رادیکالی در سطح، تحت تابش نور خورشید است. با به کار بردن نانو  $TiO_2$  بر روی سلولز یا پنبه پدیده خود تمیز شوندگی گزارش شده است [12]. همچنین از  $TiO_2$  جهت خود تمیز شوندگی سطحی استفاده شده و محصولات تجاری چون سرامیک‌های حمام و آشپزخانه‌ها، پارچه‌ها، فیلترهای هوای خانگی و پنجره‌های شیشه‌ای با این ویژگی تولید می‌شود [13].

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 22	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



حذف آلودگی‌های صنایع پتروشیمی و پساب‌های صنعتی یکی دیگر از معضلات جامعه امروزی است. این معضل را می‌توان با ساخت پلات‌های بزرگ و دارای روکش  $TiO_2$  و تنها با استفاده از نور خورشید به آسانی به آب و دی اکسید کربن تبدیل کرد.

از دیگر کاربردهای آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فیلتراسیون آب و هوا
- رنگ‌های آنتی باکتریال و آنتی قارچ
- سرامیک‌های آنتی باکتریال
- لوازم خانگی آنتی باکتریال و آنتی قارچ
- مورد استفاده برای جلوگیری از شیوع بیماری‌های اپیدمی

پدیده‌های فوتوالقایی (فوتوکاتالیستی، فوق آب دوستی و فوتولتائیک) همه از گاف انرژی نیمه‌رسانا سرچشمه می‌گیرند. وقتی فوتونی با انرژی بیشتر از گاف انرژی بر نیمه‌رسانا فرود می‌آید، به وسیله آن جذب می‌شود و یک زوج الکترون - حفره تولید می‌شود که الکترون به باند رسانش برانگیخته شده و حفره در باند ظرفیت باقی می‌ماند. این الکترون برانگیخته شده می‌تواند مستقیماً در تولید الکتروسیته در سلول‌های خورشیدی فوتولتائیک یا در فرایندهای فوتوکاتالیستی و فوق آب دوستی استفاده شود.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 23	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





یک فوتوکاتالیست نیمه‌رسانای ایده‌ال باید از نظر بیولوژیکی و شیمیایی خنثی باشد؛ پایداری فوتوکاتالیستی داشته باشد؛ به سادگی تولید و مورد استفاده قرار گیرد؛ به‌طور مؤثری به‌وسیله‌ی نور خورشید فعال شود؛ به‌طور مؤثر واکنش‌ها را کاتالیز نماید، ارزان باشد و هیچ خطری برای انسان و محیط زیست نداشته باشد. دی‌اکسید تیتانیوم به فوتوکاتالیست ایده‌آل نزدیک است و تقریباً همه‌ی خواص بالا را نشان می‌دهد. تنها استثناء در مورد آن این است که نور مرئی را جذب نمی‌کند.

بیشترین استفاده فوتوکاتالیست  $TiO_2$ ، تجزیه فوتونی ترکیبات آلی است. از  $TiO_2$  به عنوان فوتوکاتالیست در رفع آلودگی‌های (ضد عفونی) محیطی گوناگونی مانند مواد آلی، ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و سلول‌های سرطانی استفاده می‌شود و می‌تواند آنها را به‌طور کامل تجزیه کرده و تبدیل به مواد غیرآلی  $CO_2$  و آب و آنیون‌های غیرآلی بی‌ضرر نماید. این کارایی به اکسیداسیون بالای حفره‌ها و رادیکال‌های هیدروکسیل ( $HO\cdot$ ) که به عنوان عوامل اکسیدکننده قوی شناخته می‌شوند، نسبت داده می‌شود. پتانسیل اکسیداسیون این رادیکال  $2.8\text{ eV}$  است که تنها فلوئور از آن بالاتر است.

با توجه به اهمیت خواص فوتوکاتالیستی در حذف آلودگی‌ها، نزدیک به نیمی از متخصصین کشور در این حوزه فعالیت کرده‌اند و بیش از نیمی از پایان‌نامه‌های مرتبط با دی‌اکسید تیتانیوم بعد از سنتز محصولات مختلف، به بررسی خواص فوتوکاتالیستی  $TiO_2$  پرداخته‌اند.

#### خواص آب دوستی

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 24	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



با تابش UV به سطح  $TiO_2$ ، می‌توان آمیزه‌ای از خاصیت فوق‌آب‌دوستی را در سرتاسر سطح ایجاد کرد و باعث پهن شدن آب شد. این فوق‌آب‌دوستی فوتوالقایی به همراه فعالیت فوتوکاتالیستی، دو پدیده‌ای هستند که پایه مشترک دارند؛ یعنی اینکه آلاینده‌های سطح به وسیله نور تجزیه شده و به وسیله آب شسته خواهند شد. یک کاربرد مناسب از این خاصیت در شیشه‌های خودتمیزشونده است. امروزه از زاویه تماس آب برای اندازه‌گیری خاصیت آب‌دوستی استفاده می‌شود (یک زاویه تماس نزدیک به صفر به معنی این است که آب به‌طور کامل در سرتاسر سطح پهن شده‌است).

## 7-1- بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

امروزه با پیشرفت تکنولوژی می‌توان جایگزین مختلفی برای تصفیه آلودگی هوا روی سطوح شهری استفاده کرد. غیر از جایگزین‌های دیگر، امکان استفاده از فتوکاتالیزورهای دیگر غیر  $TiO_2$  نیز وجود دارد. برای مثال می‌توان از موادی مانند  $ZnO$ ،  $WO_3$ ،  $CdS$  استفاده کرد. اما نکته مهم این است که مواد جایگزین در مجموع با در نظر گرفتن همه عوامل مزیت‌های مختلف استفاده از  $TiO_2$  را ندارند. پایداری شیمیایی نسبتاً بالا، سمیت پایین و ارزان بودن از مزایای  $TiO_2$  است که بقیه کمتر واجد آنها هستند.

## 8-1- اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

محصول مورد بررسی با توجه به کاربردهای آن و مزیت‌های مختلف آن بسیار محصول ارزشمندی است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 25	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



با توجه به نیاز جامعه به ویژه آلودگی بیش از حد محیط زیست و هوا در شهرهای بزرگ ایران، یک راهکار برای ارتقاء بهداشت و سلامت مردم بوده و لذا از محصولات ضروری محسوب می‌گردد اما به عنوان یک محصول استراتژیک به حساب نمی‌آید.

### 9-1- کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

در خصوص تولید این محصول نمی‌توان از کشوری به عنوان تولیدکننده و یا مصرف کننده نام برد. زیرا توزیع جغرافیایی شرکتهای تولیدی این ماده نشان می‌دهد بیش از چند کشور جهان می‌توانند این ماده را تولید کنند. هم اکنون در ژاپن، ایالات متحده، چین، کره، تایوان و ... تجاری‌سازی فوتوکاتالیست  $TiO_2$  در زمینه‌های مختلف آغاز شده‌است.

در اروپا، گرچه توان دانشگاهی گسترده‌ای در زمینه نانومواد وجود دارد و فوتوکاتالیست‌های زیادی در دست بررسی هستند، ولی هنوز توان بالقوه تجاری مواد فوتوکاتالیستی به خوبی شناخته نشده‌است. هم اکنون کاربردهای تجاری اصلی فوتوکاتالیست‌ها در ژاپن، در ساختارهای کششی معماری با گردش مالی 50 درصد می‌باشند. شیشه و سرامیک هم در رده‌های بعدی قرار دارند. در چین رنگ‌های دیواری شامل رنگ‌های سیلیکونی با نانوذرات پراکنده  $TiO_2$  مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ادامه اطلاعات بعضی از شرکتهای تولیدی نانو دی اکسید تیتانیوم در ادامه ذکر شده است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 26	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## شرکتهای فعال بین‌المللی دارای فناوری در زمینه تولید نانو دی‌اکسید تیتانیوم

همانطور که ذکر شد تقریباً شرکت ایرانی وجود ندارد که نانو دی‌اکسید تیتانیوم با گرید تصفیه‌کننده آلودگی تولید کند. از این رو در این بخش که شرکتهای خارجی بررسی شده‌اند تلاش گردیده که اطلاعات شرکتهای خارجی ارایه شود.

در بین نانومواد فوتوکاتالیستی مختلف که در 30 سال اخیر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، امروزه بیشتر تحقیقات روی دی‌اکسید تیتانیوم متمرکز شده‌است. این تحقیقات زمینه‌های متفاوت و گسترده‌ای را در برمی‌گیرند که تصفیه آب و هوا و یا شیشه‌های خود تمیزشونده از این دست می‌باشند. تاکنون مقالات بی‌شماری در مورد سیستم‌های اکسید تیتانیوم خالص و مکانیزم اکسایش و ابرآبدوستی با جزییات زیاد به چاپ رسیده‌است.

تاکنون بیش از 3000 پتنت عمده‌تاً در مورد شکل فعال‌شونده نوری آناتاز که یکی از شکل‌های ممکن  $TiO_2$  است، به چاپ رسیده‌اند. گردش سرمایه کل در زمینه فروش آناتاز در سال‌های اخیر بسیار چشمگیر بوده‌است و برآورد می‌شود این مقدار در سال 2006 یک میلیارد یورو بوده باشد.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 27	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



شرکت‌های تجاری‌سازی پوشش‌دهی فوتوکاتالیستی با نانوذرات (منبع: Nanoposts.com, 2007).	
شرکت	محصول/کاربرد
Atom Support Co., Ltd	یک اسپری پوششی فعال فوتوکاتالیستی را که جزیی از یک مجموعه محصولات است به همراه یک رنگ فوتوکاتالیست و بتون ه لازم تحت نام «مایع تیتانیوم اتم» در بازار توزیع کرده‌است. در تبلیغات، از این محصول برای حذف بوی دود دخانیات در اتومبیل‌ها، قطارها و اتاق‌ها، برای جلوگیری از عفونت‌های بیمارستانی و حذف کپک‌ها در بیمارستان و همچنین برای پوشش‌دهی دیوارهای بیرونی استفاده شده‌است.
CVD Technologies Ltd	پوشش‌های فوتوکاتالیست برای فعالیت‌های ضد خاکی و ضد میکروبی، پوشش‌های رسانا با کنترل خورشیدی بر روی شیشه، اکسیدهای رسانای شفاف، پوشش‌دهی نوری، پوشش‌دهی بر روی فلزات و پلاستیک‌ها، گروه‌های II-VI, III-V نمایش‌دهی و آشکارسازی در درون محیط زنده، کنترل فرآیند، CVD گرمایی، احتراقی و CVD پلاسمایی در فشار محیط.
Daiken Chemical Co., Ltd	فوتوکاتالیست اکسید تیتانیومی با نام Nano Pure تولید کرده‌است.
Degussa	محصول «Degussa P25 AEROXIDE® TiO <sub>2</sub> » را با شرکت Aerosil Silane Division تولید کرده‌است.
Fushimi, Inc	پوشش فوتوکاتالیستی این شرکت به نام «Titernal» یکی از ابزارهای لازم برای پوشش سطوح داخلی است.
Green Millennium, Inc	این شرکت نوع جدیدی از پوشش با پایه آبی عرضه کرده‌است. این روش آسان‌تر از روش‌های مشابه‌است و بنا به ادعای شرکت سازنده، فعالیت فوتوکاتالیستی بهتری نسبت به «Degussa» و یا سایر محصولات موجود در بازار دارد.
Kawasaki Steel Group	این شرکت یک سری از محصولات با نام «SELCLEAR» که بر پایه فناوری فوتوکاتالیستی شرکت TOTO می‌باشند را تولید کرده‌است. در این راستا یک ماده SELFCLEAR پنج لایه برای به کارگیری در دیوارهای شفاف عایق صدا عرضه شده‌است. این ماده شامل یک لایه پلی کربنات است که بین دو لایه از یک بتونه معدنی (غیر آلی) و پس از آن بین دو لایه از یک پوشش فوتوکاتالیستی قرار گرفته‌است. برای دیوارهای عایق صدای غیر شفاف و یا برای ریل‌های محافظ، نوع دیگری از محصول با ساختار سه لایه (آلومینیوم - پوشش بتونه‌ای معدنی - پوشش فوتوکاتالیستی) عرضه شده‌است. گزارش شده‌است که محصولات SELFCLEAR ضدزنگ بوده و در اکسید کردن NO <sub>x</sub> و SO <sub>x</sub> موثر می‌باشند.



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید



## نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای

معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

شرکت‌های تجاری‌سازی پوشش‌دهی فوتوکاتالیستی با نانوذرات (منبع: Nanoposts.com, 2007)	
محصول/کاربرد	شرکت
این شرکت طیف گسترده‌ای از نانوذرات $TiO_2$ و سل‌های پایدار را می‌سازد. از جمله محصولات این شرکت «Millennium PC 500» است.	Millennium Chemicals
این شرکت سازنده پوشش‌های نانویی فوتوکاتالیستی شفاف برای کاربردهای خارجی است.	NANO-X GmbH
این شرکت سازنده «Hombikat UV100» می‌باشد.	Sachtleben Chemie GmbH
این شرکت که در شانگهای واقع است، پودرهای $TiO_2$ نانو ساختار می‌سازد. روش آن برای تولید نانوذرات $TiO_2$ ، تبخیر سرد نامیده می‌شود در حالیکه برای تولید $TiO_2$ معمولی از روش سولفات یا کلرید استفاده می‌شود.	Shenzhen Chengyin Technology Co., Ltd
این شرکت با اضافه کردن یک اتصال دهنده جدید به سل تیتانیا، یک عامل پوشش‌دهی جدید با نام «TC-S» عرضه کرده است. می‌توان از TC-S برای پوشش‌دهی موادی مانند شیشه، سرامیک، فلزات و سایر زیرلایه‌ها استفاده کرد. مطالعاتی که بر روی تغییرات فوتوکاتالیستی استالدهید به وسیله TC-S انجام شد، نشان داد این عامل پوشش‌دهی جدید، دو برابر فعال‌تر از $TiO_2$ تجاری است. همچنین مطالعات انجام شده نشان داد که در غیاب نور فرابنفش، فعالیت فوتوکاتالیستی عامل جدید قابل قبول است، در حالی که تیتانیای تجاری فاقد این خاصیت است.	Sumitomo Chemicals Co., Ltd
هم اکنون این شرکت بزرگترین بازیگر در عرصه محصولات فوتوکاتالیستی در ژاپن است. چندین هزار ساختمان در ژاپن به شیشه‌های دارای پوشش فوتوکاتالیستی و یا کاشی‌های هیدروتکت (Hydrotect) این شرکت تجهیز شده‌اند.	Toto Ltd

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 29	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



### شرکتهای فعال در حوزه روکش‌های فتوولتائیک

نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم کاربردهایی در سطوح فعال فتوولتائیکی برای خودتمیزشوندگی و گندزدایی پیدا کرده‌اند. مثال‌هایی از این کاربردها عبارتند از پنجره‌های خودتمیزشونده و روکش‌های خودتمیزشونده روی سرامیک‌ها. در این کاربردها بخش ماورای بنفش نور توسط دی‌اکسید تیتانیوم جذب می‌شود.

### شرکتهای فعال در زمینه روکشهای فتوولتائیک

CVD Technologies Ltd	نام شرکت
روکش‌های فتوکاتالیتیکی با فعالیت ضدکثیفی و ضدباکتریایی	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آلمان	کشور
Cockcroft Building University of Salford Salford M5 4WT	آدرس
Professor David Sheel	فرد مسئول
0044 1612953711	تلفن
<a href="http://www.cvdtechnologies.com">www.cvdtechnologies.com</a>	سایت اینترنتی
<a href="mailto:D.W.Sheel@cvdtechnologies.com">D.W.Sheel@cvdtechnologies.com</a>	ایمیل

n- tec GmbH	نام شرکت
سطوح خودتمیزکننده	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آلمان	کشور
Siemensstraße 3 D - 84051 Altheim	آدرس
0049 0870398 97 64	تلفن
<a href="http://www.n-tec.de">www.n-tec.de</a>	سایت اینترنتی



معاونت پژوهشی

**مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا**



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

Nanolake	نام شرکت
روکش‌های سطح فتوکاتالیستی مبتنی بر نانوتیتانیا	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آمریکا	کشور
John Lassen	فرد مسئول
<a href="mailto:corporate@nanolaketech.com">corporate@nanolaketech.com</a>	ایمیل

MCH Nano Solutions	نام شرکت
روکش‌های فتوکاتالیستی برای بخش‌های بیرونی ساختمان	زمینه فعالیت
کانادا	کشور
181 University Ave, Suite 2200, Toronto, ON	آدرس
Miroslaw Chrzaniecki	فرد مسئول
001 4167320564	تلفن
<a href="http://www.mchnanosolutions.com">www.mchnanosolutions.com</a>	سایت اینترنتی
<a href="mailto:mchnano@hotmail.com">mchnano@hotmail.com</a>	ایمیل

Nanopac Persia	نام شرکت
روکش‌های نانوفتوکاتالیستی برای کاربردهای داخل و بیرون خانه	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
ایران	کشور
No. 401 Mojtaba Gasre Noor Sheikhbahai Avenue Esfahan	آدرس
<a href="http://www.nanopac.ir">www.nanopac.ir</a>	سایت اینترنتی

**شرکت‌های فعال در زمینه روکش‌های ضدباکتری، ضدکثیفی، و دافع لک**

Nano S Biotechnologie GmbH	نام شرکت
نانوروکش‌های ضدکثیفی	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 31	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

کشور	آلمان
آدرس	Gregor Mendelstrasse 33 1180 Vienna
فرد مسئول	Alexander Matis
تلفن	0043 1476542219
ایمیل	<a href="mailto:a.matis@nano-s.com">a.matis@nano-s.com</a>
نام شرکت	ItN Nanovation GmbH
زمینه فعالیت	نانوذرات ضد میکروب
نوع مرکز	شرکت
کشور	آلمان
آدرس	Untertürkheimer Straße 25 66117 Saarbrücken
فرد مسئول	Dr. Dirk Busse
ایمیل	<a href="mailto:info@itn-nanovation.com">info@itn-nanovation.com</a>

نام شرکت	De Cie GmbH
زمینه فعالیت	درزگیرهای سطحی برای محافظت از شیشه
نوع مرکز	شرکت
کشور	آلمان
آدرس	Homburger Landstrasse 148 A D- 60435 Frankfurt
فرد مسئول	Ms. Maja Prehn
تلفن	0049 69954302- 0
ایمیل	<a href="mailto:info@decie.de">info@decie.de</a>

نام شرکت	Möller Medical GmbH & Co. KG
زمینه فعالیت	روکش‌های آبگریز تمیزشونده آسان
نوع مرکز	شرکت
کشور	آلمان
آدرس	Wasserkuppenstraße 29- 31 D- 36043 Fulda

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی	زمستان 1389
مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی	صفحه 32



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

0049 66194195	تلفن
<a href="mailto:info@moeller-medical.com">info@moeller-medical.com</a>	ایمیل
LaamScience	نام شرکت
ضدمیکروب‌های فعال شونده با نور	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آمریکا	کشور
2 Hanes Drive Research Triangle Park North Carolina	آدرس
Tom Roberg	فرد مسئول
001 9198725601	تلفن
<a href="http://www.laamscience.com">www.laamscience.com</a>	سایت اینترنتی
<a href="mailto:tom.roberg@LAAMscience.com">tom.roberg@LAAMscience.com</a>	ایمیل

Duraban LLC	نام شرکت
فناوری‌های ضدمیکروبی، ضدباکتریایی، و گندزدا	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آمریکا	کشور
230 Capital Dr. NE Suite 300 Buffalo MN 55313	آدرس
001 7634930080	تلفن
<a href="mailto:bwilson@durabanintl.com">bwilson@durabanintl.com</a>	ایمیل

AREVA T& D Technology Centre	نام شرکت
دفع کننده های لک	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
انگلیس	کشور
PO Box 30 Lichfield Road Stafford ST17 4LN	آدرس
Dr Andrew Hyde	فرد مسئول
0044 1785274665	تلفن

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 33	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

**مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا**



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

andrew.hyde@areva-td.com	ایمیل
<b>MNT Innovations Pty Ltd</b>	<b>نام شرکت</b>
روکشهای ضد میکروب و ضد باکتری تولید شده با استفاده از فیلم‌های نازک نانوساختار	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
استرالیا	کشور
Damian Lismore	فرد مسئول
<a href="mailto:damian.l@microtechnologycrc.com">damian.l@microtechnologycrc.com</a>	ایمیل

surfactis technologies	نام شرکت
نانوروکش‌هایی برای عامل دار کردن سطحی	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
فرانسه	کشور
22, rue Roger Amsler F- 49100 Angers	آدرس
Stephane Bejanin	فرد مسئول
0033 241349503	تلفن
<a href="mailto:stephane.bejanin@surfactis.com">stephane.bejanin@surfactis.com</a>	ایمیل

School of Materials Science & Engineering University of New South Wales	نام شرکت
روکش‌های نانوتیتانیا	زمینه فعالیت
مرکز تحقیقاتی	نوع مرکز
استرالیا	کشور
Sri Bandyopadhyay	فرد مسئول
0061 293854509	تلفن
<a href="mailto:S.Bandyopadhyay@unsw.edu.au">S.Bandyopadhyay@unsw.edu.au</a>	ایمیل
<b>Centre of Excellence- Manufacturing University of Portsmouth</b>	<b>نام شرکت</b>
روکش‌های ضد میکروبی هوشمند	زمینه فعالیت
دانشگاه	نوع مرکز

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 34	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

**مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا**



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

انگلیس	کشور
Anglesea Building Anglesea Road Portsmouth Hants PO1 3DJ	آدرس
Professor Mel Richardson	فرد مسئول
<a href="mailto:mel.richardson@port.ac.uk">mel.richardson@port.ac.uk</a>	ایمیل

Materials Systems Engineering Group Department of Advanced Materials Science Faculty of Engineering Kagawa University	نام شرکت
روشی برای تشکیل یک فیلم دافع آب و روغن، و ضد لک که به صورت شیمیایی روی سطح جذب می‌شود.	زمینه فعالیت
دانشگاه	نوع مرکز
ژاپن	کشور
2217- 20 Hayashi- cho Takamatsu Kagawa 761- 0396 Japan	آدرس
Kazufumi Ogawa	فرد مسئول
0081 878642395	تلفن
<a href="mailto:kaogawa@eng.kagawa-u.ac.jp">kaogawa@eng.kagawa-u.ac.jp</a>	ایمیل

**شرکتهای فعال در زمینه روکشهای خودپاک‌کننده**

Nanovere Technologies, Inc.	نام شرکت
روکش‌های خودپاک‌کن	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آمریکا	کشور
4023 S. Old US 23 Suite 101 Brighton MI 48114	آدرس
-	تلفن
<a href="http://www.nanovere.com">www.nanovere.com</a>	سایت اینترنتی

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 35	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

**مطالعات امکان سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا**



شرکت شهرک های صنعتی تهران

Seashell Technology, LLC	نام شرکت
مواد نانو کامپوزیتی آبرآبگریز و متامواد جدید	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آمریکا	کشور
3252 Holiday Court # 115 La Jolla California 92037	آدرس
18586380316	تلفن
<a href="mailto:info@seashelltech.com">info@seashelltech.com</a>	ایمیل

DFI- Diamon- Fusion International, Inc.	نام شرکت
روکش اسپری کن /پاک کن برای روکش های آبرگریز	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
آمریکا	کشور
1046 Calle Recodo Suite F San Clemente California 92673	آدرس
Adam Zax	فرد مسئول
001 9493888000	تلفن
<a href="mailto:Adam@diamonfusion.com">Adam@diamonfusion.com</a>	ایمیل

Shenkar Technologies Ltd. and Shenkar College of Engineering and Design	نام شرکت
سطوح آبرآبگریز برای خودپاک کنندگی	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز
انگلیس	کشور
1 Portland Place	آدرس
Richard Schiffer CEO	فرد مسئول
0044 2076364422	تلفن

ABR Innova Oy	نام شرکت
روکش های خودتمیزشونده برای کاشی ها، شیشه و فولاد	زمینه فعالیت
شرکت	نوع مرکز

زمستان 1389	مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی
صفحه 36	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

**مطالعات امکان سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا**



شرکت شهرک های صنعتی تهران

کشور	فنلاند
آدرس	Linnanraketajantie 6- 8 FIN- 00880 Helsinki
فرد مسئول	Juha Ahlfors
تلفن	00358 97599530
ایمیل	juha.ahlfors@abr.fi

نام شرکت	Dept. of Chem. Engineering Vanderbilt University
زمینه فعالیت	کامپوزیتهای نانولوله ای کربنی تنظیم شده شیمیایی/الکتریکی برای روکش های خود تمیز شونده
نوع مرکز	مرکز تحقیقاتی
کشور	آمریکا
آدرس	Box 1604, Station B Nashville TN 37235
فرد مسئول	Prof. Paul E. Laibinis
تلفن	001 6159368431
سایت اینترنتی	-
ایمیل	paul.e.laibinis@vanderbilt.edu

**شرکت های داخلی عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول**

در ایران علیرغم فعالیت های متعددی که در زمینه فناوری نانو انجام شده، هنوز شرکتی عملاً نتوانسته به فناوری تولید نانو دی اکسید تیتانیوم دست پیدا کند. اگر چه شاید تعدادی از محققین دانشگاهی در این حوزه تحقیق و بررسی های مختلف انجام داده اند و توانسته اند در آزمایشگاه خود این ماده را سنتز کنند. در هر صورت مجموعه های فعال در این زمینه شامل سه شرکت زیر می باشند:

- شرکت پوشش های نانو ساختار

مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح های صنعتی	زمستان 1389
مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی	صفحه 37



• شرکت شیمی لوتوس پارس

• شرکت نانو پاک پرشیا

از این سه شرکت فقط شرکت یعنی شرکت پوشش‌های نانو ساختار توانسته است موفقیت‌هایی در زمینه سنتز نانو اکسید تیتانیوم داشته باشد. این شرکت بر این باور است که در صورت حمایت می‌تواند سطوح خود پاک‌شونده را برای کاشی‌ها و سرامیک‌ها تولید کند. فناوری مورد نظر این شرکت مبتنی بر عملیات حرارتی است و باید سطح آغشته با نانو اکسید تیتانیوم در کوره تحت عملیات حرارتی قرار گیرد. نمونه‌های آزمایشگاهی این فناوری نیز نسبتاً موفق بوده است اما هنوز تست صنعتی نشده است. همچنین برای سطوحی مانند دیوارهای شهری که امکان قراردادی آنها در عملیات حرارتی نیست، این فناوری نمی‌تواند چندان سودمند واقع شود. مرکز تحقیقات مسکن نیز در این حوزه فعالیت‌های را انجام داده و اختراعی نیز در این زمینه با عنوان فرآیند ساخت نانو سوسپانسیون پایدار  $TiO_2$  با استفاده از عامل فعال‌کننده سطح و سازگار با بتن یا ملا پایه سیمانی در کشور در تاریخ 89/9/2 ثبت کرده است. اما آن نیز هنوز عملیاتی نشده است.

همانطور که دیده می‌شود علیرغم اهمیت بالای این حوزه عملاً مجموعه حقوقی تولیدکننده‌ای در ایران در بخش اول زنجیره ارزش فعال نیست. در بقیه زنجیره ارزش نیز شرایط تقریباً به همین صورت است. مدت کوتاهی شرکت مواد مهندسی مکرر اسپری‌هایی را تولید می‌کرد که خاصیت ضد لک را روی شیشه داشتند اما آن نیز چندان موفق نشد و دیگر در بازار وجود ندارد. شرکت‌های مانند نیلی فام

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 38	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



هم اکنون بعضی محصولات مشابه را ارایه میکنند اما بنظر می‌رسد آنها نیز فاقد توان بومی فناوری هستند. روشن است که مصرف کنندگان کالای نانو اکسید تیتانیوم طیف وسیعی از صنایع را شامل می‌شوند. اما با توجه به اینکه در ایران شرکت‌های واسط فعال نیستند عملاً تاکنون مصرف کنندگان محصول نتوانسته اند از این محصول به نحو احسن استفاده کنند. در میان صنعت و فعالان در حوزه سطوح این محصول چندان شناخته شده نیست.

## 10-1- شرایط صادرات

با توجه به اینکه عملاً صادر کننده ای در کشور وجود ندارد لذا صادرات انجام نشده است.

## 2- وضعیت عرضه و تقاضا

هنوز بازار معناداری در این حوزه شکل نگرفته است. ساز و کارهای بازار، شبکه های توزیع، افراد بانفوذ در بازار، همگی از ساختارهای سنتی پیروی کرده و از این رو چالشهای متعددی پیش روی محصولات جدید با کاربری نوین قرار دارد. از طرف دیگر اکثر شرکت‌های فعال معمولاً کوچک و در حد شرکت‌های مرکز رشدی هستند و فاقد تجارب کسب و کاری ضروری برای رشد و توسعه میباشند.

1-2- بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید طی پنج سال گذشته تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 39	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





## عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول

با توجه به توضیحاتی که داده شد عملاً در کشور هنوز نانو دی اکسید تیتانیوم با خاصیت فوتوکاتالیستی تولید نشده است. مشکل اصلی به فناوری مورد نیاز برمی‌گردد. اکسید تیتانیوم دارای محدودیت‌هایی است که مانع از به کارگیری گسترده این فوتوکاتالیست در کاربردهای تجاری می‌شود. مهم‌ترین مشکل، عدم پاسخ  $TiO_2$  به نور مرئی است. همچنین مشکلات فنی در مورد پایداری پوشش‌های فوتوکاتالیستی و مقاومت چسبندگی پایین برخی از این نوع لایه‌ها، عدم فعال شدن از طریق نور به دلیل وجود ترکیبات معدنی در زیرلایهٔ مربوطه و کاهش نامطلوب اثر فوتوکاتالیستی اجزای آلی رنگ‌ها یا مواد حاوی پلاستیک نیز وجود دارد. بنابراین، ساخت فوتوکاتالیست‌ها یا اصلاح مواد فوتوکاتالیستی موجود با هدف فعال شدن با نور مرئی و ارتقای ویژگی‌های سطحی مانند افزایش کارایی و رسیدن به پایداری شیمیایی و فیزیکی بالا، از مقدمات کاربرد وسیع سیستم‌های فوتوکاتالیستی در کاربردهای تجاری است. این مواد جدید به همراه توسعهٔ فنی سیستم‌های قابل پوشش‌دهی فوتوکاتالیستی که با اغلب زیرلایه‌ها (پلیمرها، شیشه، سرامیک و فلزات) سازگار باشند، گامی بنیادی در راستای بهبود این حوزه به ویژه از نظر اقتصادی به شمار می‌رود. در این شرایط که هنوز فناوری مورد نیاز چندان در دسترس نیست، بحث در مورد ماشین‌آلات بسیار زود است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 40	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

**2-2- بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)**

مراجعه به مرکز اطلاعات و آمار وزارت صنایع، آمار و اطلاعاتی در این حوزه وجود ندارد. در لایه اول زنجیره ارزش تعدادی از شرکتهای مرکز رشدی در این حوزه فعال بوده که آنها بسیار کوچک بوده و در مرحله تولید نیستند. پیشرفت فناوری در این حوزه در کشور در شروع آن است.

### **2-3- بررسی روند واردات محصول در طی 5 سال گذشته (چقدر از کجا)**

همانطور که اشاره شد هنوز بازار بزرگی برای نانو اکسید تیتانیوم در ایران شکل نگرفته است. بیشتر مصرف به صورت تحقیقاتی بوده و مقدار محدودی مصرف صنعتی میگردد. از طرف دیگر ورود نانو اکسید تیتانیوم نیز معمولاً تحت عناوین دیگر صورت گرفته و یا مقدار آن بسیار محدود بوده است. از این رو در عمل اطلاعات دقیقی از میزان واردات این محصول در دسترس نمی‌باشد. طبق بررسی‌های انجام شده در یک مطالعه میدانی و با پرسش از شرکتهای فعال، بیشتر واردات محصول نانو اکسید تیتانیوم به ترتیب از کشورهای اروپایی به ویژه آلمان و سپس چین و ژاپن صورت گرفته است.

### **2-4- بررسی روند مصرف در طی 5 سال گذشته**

هنوز بازار بزرگی برای نانو اکسید تیتانیوم در ایران شکل نگرفته است. بیشتر مصرف تحقیقاتی است.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 41	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



مصرف تحقیقاتی نیز معمولاً از شرکتهای معتبر آلمانی تهیه میشود که گرید بالایی دارند. مصارف صنعتی نیز که به تازگی بیشتر شده است از کشورهای آسیای شرقی تامین میشود. روند مصرف نانو اکسید تیتانیوم سعودی بوده است اما جامعه ایرانی هنوز این محصول را نشناخته و نتوانسته از مزایای آن بهره مند گردد.

## 5-2- بررسی روند صادرات محصول طی 5 سال گذشته و امکان توسعه آن (چقدر به کجا صادر شده است)

همانطور که اشاره شد با توجه به عدم تولید این محصول در کشور، صادرات آن نیز اتفاق نیفتاده است.

## 6-2- بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

بازار بالقوه بزرگی در انتظار این محصول است. میزان مصرف کشور بسته به قیمت تمام شده و شناخت مردم از محصول (بازار سازی) متفاوت خواهد بود. اما از آنجا که بازار فناوری های پیشرفته ایران در حال رشد و توسعه روز به روز می باشد و شناخت نسبی مشتریان نیز در حال افزایش است می توان روند رو به رشد بازار مصرف این محصول را پیش بینی نمود. با توجه به این نکات تخمین صحیحی از نیاز آتی کشور به این محصول نمیتوان داشت اما واضح است که میتوان انتظار خارق العاده ای داشت. در نبود اطلاعات دقیق در ایران و با استناد به داده های بین المللی در این زمینه، معلوم میشود که همه روندها نشان دهنده رشد بالای بازار مصرف این ماده هستند. بدیهی است با توجه به مزایای این محصول ایران نیز رشدی سعودی مشابه رشد بین المللی خواهد داشت. شکل زیر روند رو به رشد

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 42	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای

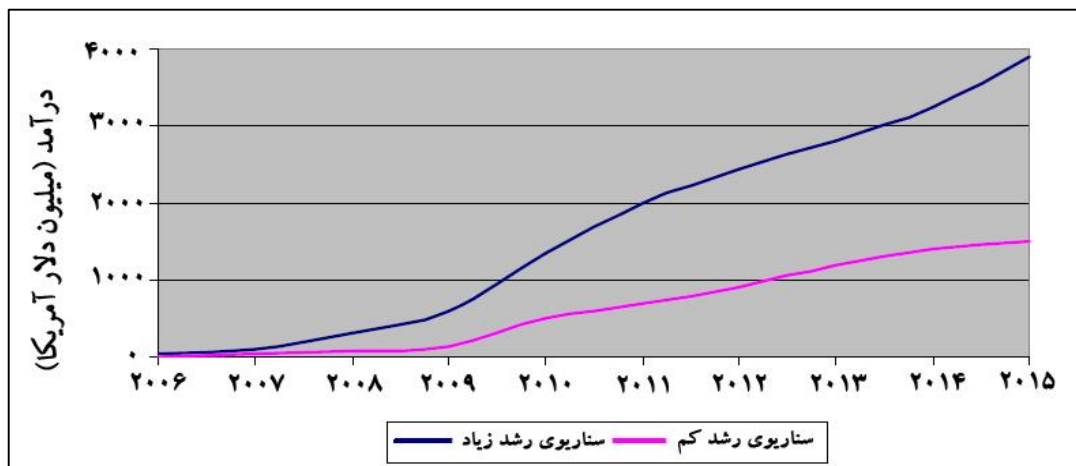


معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

درآمد این حوزه را بر مبنای دو سناریو رشد زیاد و کم نشان می‌دهد. نکته مهم این است که باید در فرآیند بازارسازی این محصول و مزیت‌های آن به مردم معرفی شده تا شناخت عمومی نسبت به آنها صورت بگیرد و سپس با حمایت‌های اولیه وارد بازار شوند. مدلی که قبلاً دولت توانست در حوزه بهینه سازی مصرف سوخت استفاده کرد و موفق شد. اما قبل از همه این فرایندها باید فناوری بومی را ایجاد کرد.



فرصت‌های تجاری نانوروش‌دهی فوتوکاتالیستی در صنعت ساختمان‌سازی با دو

سناریوی سطح رشد زیاد و کم

(منبع: Nanoposts.com, 2007).

### 3- بررسی اجمالی تکنولوژی و روش‌های تولید و عرضه محصول در کشور

و مقایسه آن با دیگر کشورها

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 43	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



همانطور که اشاره شد فناوری تولید این ماده در بخش اول زنجیره ارزش هنوز در کشور وجود ندارد و در بقیه بخش‌های زنجیره ارزش نیز فعالیت مشخصی انجام نشده است. اما روش‌های ساخت این محصول به شرح زیر است:

### روش قوس الکتریکی:

در این روش از فلز  $Ti$  خالص استفاده می‌شود که به عنوان یک الکتروود عمل کرده و فرآیند در محیط مایع انجام می‌شود. شکل فرایند به گونه‌ای است که الکتروود  $Ti$  در آب قرار گرفته و الکتروود آند توسط یک عامل بیرونی به صورت متناوب به آن نزدیک و سپس دور می‌شود (زنگ اخبار). با انتقال جریان بین دو الکتروود نانو ذرات  $TiO_2$  حاصل می‌شود. از مواد سورفکتانت استفاده می‌شود تا ذرات حاصله تجمع نکند و آگلومره (agglomeration) انجام نشود. اندازه ذرات وابسته به شدت جریان و فرکانس نوسان و همچنین به درجه خلوص فلز اولیه بستگی دارد.

### روش MOCVD (رسوب دهی شیمیایی بخار آب فلزی)

روش CVD یک روش رایج بوده و تقسیم‌بندی‌های مختلفی دارد که یکی از آن‌ها روش MOCVD است. در این روش مواد اولیه ترکیبات آلی فلزی بوده که بعد از واکنش شیمیایی نانو ذرات اکسیدی حاصل می‌شوند. برای تهیه نانو ذرات  $TiO_2$  از ترکیبات  $Ti$  استفاده می‌شود که بعد از واکنش اکسیداسیون تبدیل ترکیبات آلی به  $CO_2$  و ... محصول نانو ذرات  $TiO_2$  هست که بر

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 44	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



روی سطح سردی رسوب می‌کند. نانو ذراتی که از این روش به دست می‌آیند ابعادی بالاتر از 10 nm دارند.

### روش سنتز احتراق شعل‌های (combustion flame synthesis)

در این روش نیز از مواد اولیه آلی فلز استفاده می‌شود و با استفاده از شعله، فرآیند احتراق انجام شده و نانو ذرات  $TiO_2$  بدست می‌آید که اندازه آن‌ها در حدود 10nm می‌باشد. البته با بهینه کردن فرآیند می‌توان به 2 nm نیز دست یافت.

### آنالیز $TiO_2$ :

روش‌هایی که برای آنالیز  $TiO_2$  استفاده می‌شود عبارتند از: XRD و XPS و AES و TEM و SEM و AED.

## 4- تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در

### فرآیند تولید محصول

با توجه به توضیحاتی که قبلاً داده شد مشکل اصلی فناوری تولید نانو اکسید تیتانیوم محدودیت‌هایی است که مانع از به کارگیری گسترده این فوتوکاتالیست در کاربردهای تجاری می‌شود که مهم‌ترین آنها عدم پاسخ  $TiO_2$  به نور مرئی و مشکلات فنی در مورد پایداری پوشش‌های فوتوکاتالیستی و مقاومت چسبندگی پایین برخی از این نوع لایه‌ها است. رفع چالش‌ها و تولید و توسعه فنی سیستم‌های

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 45	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



قابل پوشش‌دهی فوتوکاتالیستی که با اغلب زیرلایه‌ها (پلیمرها، شیشه، سرامیک و فلزات) سازگار باشند، گامی بنیادی در راستای بهبود این حوزه به ویژه از نظر اقتصادی به شمار می‌رود.

## 5- بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ...)

با توجه به اینکه این حوزه موضوعات فناورانه مختلفی را دارد، از این رو قبل از ایجاد و احداث یک واحد صنعتی تولید نانو اکسید تیتانیوم باید به فناوری مورد نظر دستیابی پیدا کرد. همانطور که اشاره شد بسته به اینکه کجای زنجیره ارزش قرار گرفته باشیم شرایط اقتصادی متفاوت خواهد بود. برآورد هزینه‌های ثابت و در گردش مورد نیاز واحد، نقطه سر به سر، سرانه سرمایه‌گذاری و ... برای تولید نانو اکسید تیتانیوم، تولید فرمولاسیون کاربست نانو اکسید تیتانیوم با روش‌های مختلف متفاوت است.

در بخش اول زنجیره ارزش تولید نانو اکسید تیتانیوم با ویژگی‌های فنی مورد نظر است. این فناوری هنوز در ایران وجود ندارد و مشکلات عمده‌ای برای دسترسی به محصول مورد نظر در عمل وجود دارد. با توجه به تعدد فعالیت‌های علمی انجام شده در این حوزه، بنظر می‌رسد از نظر کلی این توانمندی بالقوه در کشور موجود است اما موجودیت آن بیشتر در آزمایشگاه و بعد تحقیقاتی و علمی است. برای

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 46	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

تبدیل آن به حوزه صنعتی فرایند توسعه ای باید صورت گیرد. هزینه این فرایند توسعه ای حداکثر حدود 140 تا 150 میلیون تومان خواهد شد. این هزینه تخمینی بوده و از ارزیابی نقطه نظرات متخصصین می‌باشد. بدیهی است این رقم شامل ریسک فنی نیز می باشد.

تخمین هزینه های توسعه بخش اول زنجیره ارزش نانو اکسید تیتانیوم برای سطوح دیوارهای شهری و کاری برای تصفیه آلودگی هوا

موضوع	هزینه (میلیون ریال)
نیروی انسانی متخصص	700 تا 800
مواد شیمیایی و وسایل مصرفی	300
آزمایشها، تستها و خدمات تخصصی	300
سایر هزینه ها	100
جمع کل	1400 تا 1500

تا زمانی که این هزینه انجام نشود امکان دستیابی به اطلاعات دیگر برای توسعه این صنعت وجود ندارد. از این رو بقیه داده ها نمی تواند چندان گره گشا باشد. بعد از این فاز است که روش ساخت، تجهیزات، دانش فنی و نیروی انسانی و مانند آن مشخص میگردد. از این رو در شرایط فعلی کشور امکان ارایه اطلاعات بیشتر در مورد راه اندازی واحد تولید نانو اکسید تیتانیوم برای امکان‌سنجی منوط با انجام فاز اول است. بعد از فاز نخست مرحله حد واسط در بخش حد واسط باید تمرکز کرد. برای این منظور بسته به هر حوزه صنعتی باید یک حوزه توسعه ای مشخص تعریف شود و مبتنی بر آن به تولید نانو واسط اقدام شود. برای مثال برای تصفیه آلودگی هوا سطوح باید پایدار کننده های مناسبی انتخاب

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 47	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





کرد. هزینه تقریبی هر حد واسط در هر حوزه صنعتی طبق محاسبات انجام شده در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بسته به هر صنعت متفاوت می‌باشد. هزینه‌های محاسبه شده توسط ستاد نشان می‌دهد که متوسط منابع لازم برای صنعتی سازی و تولید حد واسط نانو بین 340 میلیون تومان تا 720 میلیون تومان است. این اعداد از محاسبه هزینه‌های انجام شده صنعتی سازی و تولید حد واسط‌های انجام شده در حوزه فناوری نانو می‌باشد. امکان دارد در مورد این مورد خاص تغییر داشته باشد. بعد از این هزینه‌هاست که بازارهای چند ده میلیارد تومانی در انتظار این فناوری خواهد بود.

## **6- میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده**

همانطور که اشاره شد فرایند تولید نانوذرات نقره تا سطوح آنتی باکتریال از سه بخش تشکیل شده است. هر بخش شرایط خاص خودش را داراست. بخش زیادی از مواد اولیه بخش اول زنجیره ارزش از داخل کشور تامین می‌گردد و مشکلی در این زمینه وجود ندارد. بخش‌های دیگر نیز از محصولات این بخش استفاده می‌کنند.

## **7- پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح**

شرکتهای فناور معمولاً در مناطقی تحت عنوان پارک‌های علم و فناوری یا مراکز رشد مستقر میشوند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 48	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید

### نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای



معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

در مکان یابی یک طرح معمولی توجه به محل تامین مواد اولیه، بازارهای فروش محصولات، احتیاجات و نیازمندی‌های دیگر طرح، امکانات زیربنایی طرح، حمایت‌های خاص دولت و مانند آن مطرح است. اما در حوزه فناوری‌های جدید نکته مهم در دسترس بودن نیروی انسانی متخصص است. زیرا نیروی‌های متخصص دانشگاهی معمولاً در اطراف مراکز دانشگاهی هستند و در مناطق دور افتاده نخواهند آمد. محصولات فناوری پیشرفته معمولاً در صنایع پیشرفته و بازارهای بالغتر مشتریان بیشتری دارند لذا تهران با تمام مشکلات از مکان‌های دیگر بهتر است. بعد از تهران مراکز بزرگ شهری مانند اصفهان و شیراز مناسب میباشند. اما تاکید میشود که پارک‌های علم و فناوری برای این شرکتها مناسبتر است. برای تامین نیازهایی زیربنایی مانند شبکه برق سراسری، راههای ارتباطی و شبکه آبرسانی و فاضلاب و غیره، در سطح نیاز این طرح هیچ یک از استان‌های کشور دارای محدودیت خاصی نمی‌باشند. شرکتهای صنعتی که بخش سوم زنجیره ارزش هستند که در کشور در جغرافیای متفاوت قرار دارند و نیازهای آنها کاملاً صنعتی است و آنها فقط به عنوان یک مصرف کننده محصولات نانو در بخش صنعتی مطرحند.

## 8- وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

وضعیت متخصصین ایرانی در حوزه فناوری نانو در زمینه دی اکسید تیتانیوم مناسب است. این نکته یکی از مزیت‌های اصلی کشور در این زمینه است. برای کسب اطلاعات دقیق از وضعیت نیروی انسانی متخصص از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با دی اکسید تیتانیوم در بانک اطلاعاتی

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 49	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



ستاد تا بهار 1389 استفاده شد. تعداد کل پایان‌نامه‌های مرتبط با دی‌اکسید تیتانیوم 222 مورد است. از این تعداد 40 مورد مربوط به مقطع دکتری و 182 مورد مربوط به مقطع کارشناسی ارشد است. همچنین 96 مورد پایان‌نامه‌ها دفاع شده که 17 مورد آن مربوط به مقطع دکتری و 79 مورد مربوط به مقطع کارشناسی ارشد است. از میان 126 مورد دیگر که در حال انجام است (پروپوزال)، تعداد 23 مورد مربوط به مقطع دکتری و 103 مورد مربوط به مقطع کارشناسی ارشد است.

همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود تعداد پایان‌نامه‌ها در طی سال‌های گذشته رشد خوبی داشتند. این نشان می‌دهد که محققان به این ماده و کاربردهای آن علاقه زیادی نشان می‌دهند. همچنین تعداد بالای پایان‌نامه‌های در حال انجام در مقاطع دکتری و کارشناسی ارشد نشان می‌دهد که در سال‌های آتی نیز شاهد رشد استفاده از این ماده در حوزه‌های مختلف خواهیم بود. این پایان‌نامه‌ها به ترتیب در رشته‌های مهندسی مواد، شیمی و فیزیک تعریف شده است. 45 مرکز و 100 دانشکده در سطح کشور در این زمینه فعال هستند. دانشگاه‌های آزاد اسلامی، دانشگاه شریف، دانشگاه علم و صنعت و دانشگاه تربیت مدرس بیشترین تعداد پایان‌نامه مرتبط را تعریف نموده‌اند.

با بررسی پایان‌نامه‌ها مشخص گردید بجز یک مورد پایان‌نامه نظری، مابقی پایان‌نامه‌ها تجربی هستند. پایان‌نامه‌های تجربی به سه زیرگروه 1- سنتز و مشخصه‌یابی، 2- بررسی اثرات و 3- کاربردی تقسیم شده است. 199 پایان‌نامه به سنتز و مشخصه‌یابی  $TiO_2$  اختصاص داشتند (90 درصد کل پایان‌نامه‌ها).

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 50	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

روند رشد تعریف پایان‌نامه‌های مرتبط با دی‌اکسید تیتانیوم در سال‌های مختلف.

رشته‌های دانشگاهی فعال مقطع دکتری

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 51	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

17.8 درصد (17 مورد) پایان‌نامه‌ها به بررسی اثرات  $TiO_2$  اختصاص داشته که همگی در مقطع کارشناسی ارشد بوده است. در بررسی کاربردهای  $TiO_2$  با توجه به نوع آلودگی و نوع خواص بررسی شده در پایان‌نامه‌ها، می‌توان گفت که اکثر پایان‌نامه‌ها در زمینه‌های زیر کاربرد دارند:

- نساجی (کالای پنبه‌ای، پشمی، اصلاح چروک)
- حذف آلودگی‌های آب و پساب
- تولید هیدروژن
- خطوط انتقال برق
- سلول‌های فتوالکتروشیمیایی
- فوتوراکتور لوله‌ای
- کرم دست و صورت

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 52	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



- کشاورزی
- محیط زیست
- نانوفیلتر

نتایج نشان می‌دهد که نیروی متخصص در حوزه کاربرد محدودتر و کم‌تر از حوزه سنتز است و این نیز نشان از چالش کلان کشور در حوزه آموزش دارد. در حوزه کاربرد نیز در بخش سطوح تصفیه کننده آلودگی های هوا چندان مودر استقبال قرار نگرفته است. این نکته نیز پیچیده بودن موضوع را بیشتر به تصویر می کشاند. ولی در هر حال نیروی انسانی دارای تخصص‌های مورد نیاز در حوزه فناوری نانو در کشور توسط سیاست‌های توسعه نیروی انسانی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به صورت نسبی ایجاد شده است و لذا مشکلی در مورد تخصیص نیروی انسانی وجود ندارد. همچنین ستاد نانو حمایت‌های ویژه ای از اشتغال نیروی های متخصص نانو به عمل می‌آورد. برای مثال 50% حقوق نیروی های متخصص نانو توسط ستاد پرداخت میشود. همچنین اطلاعات دقیق در مورد تخصص افراد نانویی کشور در دسترس است. برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه میتوانید به سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به آدرس زیر مراجعه نمایید:

<http://talent.nano.ir>

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 53	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## 9- بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه - راه آهن - فرودگاه - بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح

تمامی امکانات مورد نظر در شهرهای بزرگ ایران مانند تهران وجود دارد و مشکلی از این منظر نیست. حوزه های فناوری پیشرفته معمولاً فناوری مناسب است و امکانات خاصی از نظر برق و آب که ویژه باشد معمولاً نیاز ندارند. طیف زیادی از این شرکتها در کنار شهرها و در دل دانشگاه‌های و پارک‌های علم و فناوری تشکیل می‌شوند و نیازهای صنعتی ویژه ندارند. شرکتهای حد واسط فناوری نیز از این دسته اند. شرکتهای صنعتی نیز در بخش سوم زنجیره ارزش قرار دارند که در مراکز صنعتی مستقرند.

## 10- وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

### - حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی

حقوق ورودی ماشین‌آلات خارجی مورد نیاز طرح همانند اکثر ماشین‌آلات صنعتی تعرفه پایینی است و به سرمایه‌گذاران هزینه بالایی را تحمیل نمی‌کند.

### - حمایت‌های مالی (واحد‌های موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذار

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 54	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



## مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید



## نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای

معاونت پژوهشی

شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا

شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

یکی از مهمترین چالش‌های شرکت‌های فناور در بخش جذب سرمایه است. در ایران ساختارهای سرمایه‌گذاری خطرپذیر هنوز شکل نگرفته است و با توجه به ذات فناوری‌های جدید که ریسک‌های مختلفی دارند و خطرپذیری بالایی می‌طلبد، بانک‌ها و شرکت‌های سرمایه‌گذار معمولی علاقه‌ای به سرمایه‌گذاری از خود نشان نمی‌دهند. برای مثال دارایی‌های این شرکت‌ها معمولاً از جنس دارایی فکری بوده و قابل مشاهده و حصر توسط نهاد سرمایه‌گذار نیست. بانک‌ها معمولاً زمین و تجهیزات و مانند آن را دارایی لحاظ می‌کنند نه دارایی‌های فکری و دانش فنی را. از این منظر بانک نمی‌تواند این شرکت‌ها را تامین مالی نماید. نهادهای خطرپذیری در حوزه‌های فناوری‌های جدید حضور دارند که البته خدمات آنها محدود می‌باشد. برای مثال می‌توان از موسسه توسعه فناوری نخبگان نام برد که این موسسه با حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو تاکنون در چند طرح نانو به صورت خطرپذیر سرمایه‌گذاری کرده است. همچنین صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران و صندوق توسعه فناوری نانو (در شرف تاسیس) از این نوع فعالیت‌ها حمایت می‌کنند.

طبق قانون جدید حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان مقرر شده است این شرکت‌ها از معافیت‌های مالیاتی طولانی مدت بهره‌مند شوند. البته هنوز قوانین حقوقی مشخص در این زمینه ایجاد نشده است اما بعضی از شرکت‌ها با استناد به این قانون و با مکاتبه با وزارت دارایی بخش خود توانسته‌اند فعلاً به صورت مقطعی از پرداخت مالیات معاف شوند.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 55	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی





## 11- تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث

### واحدهای جدید

در هیچ بخشی از سه بخش زنجیره ارزش تولید نانوذرات پوششی روی سطوح شهری برای تصفیه هوا فعالیت مناسبی در کشور انجام نشده است. با توجه به هزینه‌ها بخش سوم نیز علاقمند به استفاده از مواد خارجی نشده است زیرا خروجی استفاده از این مواد چندان محسوس نیست. از آنجا که مشتری این بخش نیز نهادهای عمومی و دولتی هستند، عملاً فعالیتی انجام نشده است. شاید بهترین کار تمرکز روی بقیه کاربردهای نانوپوشش‌ها شود تا فضا برای این بخش آماده شود. به هر حال با شرایط فعلی بهترین کار تمرکز بر تولید نانو دی اکسید تیتانیوم با کاربری ضد لک است تا بعد از ایجاد بازار برای محلول‌های ضد لک که محسوس ترند، وارد فازهای بعدی شد.

## 12- منابع و ماخذ

- 1- Jingjing Xua , Yanhui Aoa, Degang Fua, Chunwei Yuana, **Low-temperature preparation of anatase titania-coated magnetite** , Journal of Physics and Chemistry of Solids 69 (2008) 1980–1984.
- 2- M S HEGDE, K NAGAVENI , SOUNAK ROY , **Synthesis, structure and photocatalytic activity of nano TiO<sub>2</sub> and nano Ti<sub>1-x</sub>M<sub>x</sub>O<sub>2</sub>;± (M = Cu, Fe, Pt, Pd, V, W, Ce, Zr)** , PRAMANA journal of physics , Vol. 65, No. 4 , October 2005.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 56	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



- 3- Lidia Armelao, Davide Barreca, Gregorio Bottaro, Alberto Gasparotto, Chiara Maccato, Cinzia Maragno, Eugenio Tondello, Urška Lavrenčič, Stangar, Martina Bergant, Dunja Mahne, **Photocatalytic and antibacterial activity of TiO<sub>2</sub> and Au/TiO<sub>2</sub> nanosystems**, *Nanotechnology* **18** (2007) 375709.
- 4- Morten E. Simonsen, Henrik Jensen, Zheshen Li, Erik G. Søgaard , **Surface properties and photocatalytic activity of nanocrystalline titania films** , *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* **200** (2008) 192–200.
- 5- Jianguo Yu, Minghua Zhou, Bei Cheng, Huogen Yu, Xiujian Zhao , **Ultrasonic preparation of mesoporous titanium dioxide nanocrystalline photocatalysts and evaluation of photocatalytic activity** , *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* **227** (2005) 75–80.
- 6- A.P.S. Sawhney, B. Condon, K.V. Singh, S.S. Pang, G. Li and David Hui , **Modern Applications of Nanotechnology in Textiles** , *Textile Research Journal* ,VOL.78,NO. 731, (2008). (
- 7- Rajeev K. Wahi, William W. Yu, Yunping Liu, Michelle L. Mejia, Joshua C. Falkner, Whitney Nolte, Vicki L. Colvin, **Photodegradation of Congo Red catalyzed by nanosized TiO<sub>2</sub>**, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* **242** (2005) 48–56.
- 8- Woo Seok Nam and Gui Young Han , **A Photocatalytic Performance of TiO<sub>2</sub> Photocatalyst Prepared by the Hydrothermal Method** , *Korean J. Chem. Eng.*, VOL.20

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 57	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



(1) , (2003) 180-184

- 9- Josef Krýsa, Martin Keppert, Jaromír Jirkovský, Václav Štengl, Jan Šubrt , **The effect of thermal treatment on the properties of TiO<sub>2</sub> photocatalyst** , Materials Chemistry and Physics VOL.86 , (2004) 333–339
- 10-Rajeev K. Wahi, William W. Yu, Yunping Liu, Michelle L. Mejia, Joshua C. Falkner, Whitney Nolte, Vicki L. Colvin, **Photodegradation of Congo Red catalyzed by nanosized TiO<sub>2</sub>**, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 242 (2005) 48–56.
- 11-M.J. Uddin, F. Cesano, D. Scarano, F. Bonino, G. Agostini, G. Spoto, S. Bordiga, A. Zecchina , **Cotton textile fibres coated by Au/TiO<sub>2</sub> films: Synthesis, characterization and self cleaning properties** , Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 199 (2008) 64–72
- 12-Dan H. Marsh, D. Jason Riley, David York, Andrew Graydon , **Sorption of inorganic nanoparticles in woven cellulose fabrics** , Particuology 7 (2009) 121–128.
- 13-Alison J. Julson, David F. Ollis, **Kinetics of dye decolorization in an air–solid system**, Applied Catalysis B: Environmental 65 (2006) 315–325.

بقیه منابع و مراجع

1- اداره کل اطلاعات و آمار وزارت صنایع و معادن.

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 58	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی



معاونت پژوهشی

**مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی تولید  
نانوذرات پوششی روی سطوح دیوارهای  
شهری یا کاری برای تصفیه آلودگی هوا**



شرکت شهرک‌های صنعتی تهران

2- مرکز اطلاعات و آمار وزارت بازرگانی.

3- کتاب "مقررات صادرات و واردات سال 1389"، انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی.

4- پایگاه اطلاع‌رسانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

5- سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

6- سازمان توسعه تجارت ایران

7- سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

زمستان 1389	مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی طرح‌های صنعتی
صفحه 59	مجری: دانشگاه صنعتی تربیت مدرس - معاونت پژوهشی