

به نام خدا

## گزارشهای طرح ایده پردازی کاربردی فناوری نانو



گزارش هم‌اندیشی اول با عنوان

## کاربرد فناوری نانو در صنعت لاستیک



مجری:

کمیته نانوفناوری بسیج علمی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سفارش دهنده:

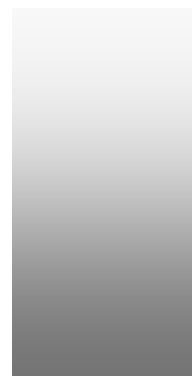
کمیته ترویج ستاد توسعه فناوری نانو

بهمن ماه ۸۳

## فهرست مطالب

۳	(۱) پیشگفتار
۴	(۲) افراد شرکت کننده در هم‌اندیشی
۶	(۳) مقدمه (کاربردهای فناوری نانو در صنعت لاستیک)
۶	(۳-۱) کاربرد اکسیدروی نانومتری (NanoZnO) در لاستیک
۷	(۳-۲) کاربرد نانو کربنات کلسیم در لاستیک
۹	(۳-۳) کاربرد ساختارهای نانومتری الماس در لاستیک
۱۰	(۳-۴) کاربرد ذرات نانومتری خاک رس در لاستیک
۱۱	(۴) اهداف طرح ایده‌پردازی کاربردی در فناوری نانو
۱۱	(۴-۱) معرفی
۱۱	(۴-۲) اهداف خاص هم‌اندیشی کاربرد فناوری نانو در صنعت لاستیک
۱۳	(۵) ایده‌های مطرح شده در هم‌اندیشی
۱۳	(۵-۱) افزایش دمای اشتعال لاستیک
۱۳	(۵-۲) کاهش وزن لاستیک
۱۳	(۵-۳) افزایش مقاومت در مقابل نفوذپذیری گاز
۱۴	(۵-۴) قطعات لاستیکی خودرو
۱۴	(۵-۵) افزایش مقاومت سایشی لاستیک
۱۴	(۵-۶) نسبت وزن تایر به عمر آن
۱۵	(۶) چالش‌های صنعت لاستیک کشور در مواجهه با فناوری نانو
۱۵	(۶-۱) عدم شناخت کافی صنعت از مقوله فناوری نانو

- ۱۵ (۶-۲) مشخص نبودن اولویتهای تحقیقاتی
- ۱۶ (۶-۳) عدم پذیرش فناوری نانو از طرف صنعت به دلیل سایر مشکلات
- ۱۶ (۶-۴) مواجهه با مشکلات تکنولوژیکی جدید
- ۱۶ (۶-۵) آیا تا وقتی تحت لیسانس باشیم امکان استفاده از فناوری نانو وجود دارد؟
- ۱۷ (۶-۶) قیمت مواد اولیه نانویی پیشنهادی مشخص نیست
- ۱۷ (۶-۷) عدم تعریف صحیح از فناوری نانو
- ۱۷ (۶-۸) عدم توجه کافی صنعت به سرمایه‌گذاری در مراکز تحقیق و توسعه
- ۱۷ (۶-۹) عدم وجود صنایع تولیدکننده مواد اولیه نانویی در کشور
- ۱۸ (۶-۱۰) مهم: وجود برخی حلقه‌های مفقوده در توسعه فناوری نانو در صنعت لاستیک
- ۱۹ (۷) نتیجه‌گیری
- ۲۰ (۸) برگزارکننده
- ۲۰ کمیته نانو فناوری بسیج علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ۲۰ (۸-۱) اهداف کمیته
- ۲۱ (۸-۲) قالب فعالیت‌های کمیته
- ۲۱ (۸-۳) برخی فعالیت‌های انجام شده
- ۲۲ (۸-۴) فعالیت‌های در دست انجام
- ۲۳ (۹) پیوست
- ۲۳ (۹-۱) شرکتهایی که در زمینه مواد نانومتری و صنعت لاستیک کار می‌کنند
- ۲۵ (۹-۲) مراکز تحقیقاتی که در زمینه کاربرد نانوتکنولوژی در لاستیک کار می‌کنند



### (۱) پیشگفتار:

تاکنون در دنیا در صنایع پلیمری تحقیقات بسیار زیادی انجام شده است. از جمله آنها تحقیقات در زمینه فناوری نانو در صنعت لاستیک است. موارد استفاده از فناوری نانو اعم از نانوفیلرها و نانوکامپوزیت است که به لاستیکها خواص ویژه‌ای می‌دهد.

بر اساس آمار BSF بازار نانوکامپوزیت در ۲۰۰۵ به میزان ۲۰۰ بیلیون یورو و در سال ۲۰۱۵ به میزان ۱۲۰۰ بیلیون یورو پیش‌بینی شده است. در سال ۲۰۰۲ کشوری مثل ژاپن ۱۵۰۰ میلیون یورو در تحقیقات در زمینه فناوری نانو صرف کرده است. تحقیقات در زمینه فناوری نانو را بدون شک نمی‌توانیم رها کنیم. اکثر کشورهای دنیا تحقیقات و فعالیت در زمینه نانو را شروع کرده است، به‌عنوان مثال کشور هند تولید نانوکامپوزیت SBR را شروع کرده است.

همچنین صنایع خودرو در دنیا به سمت استفاده از نانو PP (نانوپلی‌پروپیلن) سوق پیدا کرده است و علت اصلی آن خواص مناسب از جمله سبکی، مقاومت حرارتی و مقاومت ضربه اینگونه مواد است. بنابراین رسیدن به خواص مطلوب ضرورت توجه به آن را بیش از هر چیز دیگر برای ما نمایان می‌سازد. در این راستا همایش کاربرد فناوری نانو در صنعت لاستیک برگزار گردید که گزارش حاضر جمع‌بندی هم‌اندیشی مذکور است.

این جزوه شامل پنج فصل می‌باشد. بعد از بیان اهداف هم‌اندیشی به ایده‌های مطرح در زمینه کاربرد فناوری نانو اشاره شده است. در ادامه چالش‌های صنعت لاستیک در مواجهه با فناوری نانو و نتیجه‌گیری آورده شده است.

## ۲) افراد شرکت کننده در هم‌اندیشی: (به ترتیب حروف الفبا)

### مهندس ارشادی

مدیر R&D شرکت لاستیک پارس



### دکتر تقوایی

رئیس مرکز تحقیقات و مهندسی لاستیک ایران



### دکتر جلالی

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر



### مهندس رحمانی

معاون تولید و مشاور مدیرعامل شرکت لاستیک کرمان



### مهندس سازش

مدیر R&D شرکت ایران تایر



### مهندس شاهمیرزایی

مدیر کمیته ترویج ستاد ویژه توسعه فناوری نانو



### مهندس صحرائیان

دبیر کمیته نانوفناوری پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران



### دکتر عباسیان

مشاور مدیرعامل شرکت پارمیدا



### مهندس غزنوی

قائم‌مقام مدیرعامل شرکت کیمیا رابر



### دکتر کتاب

عضو هیئت علمی و استاد دانشکده مهندسی پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر



### دکتر کرابی

عضو هیئت علمی پژوهشکده لاستیک پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران



### مهندس نوائی

مدیر R&D شرکت کویر تایر



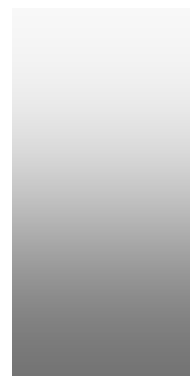
### مهندس هاشم

کارشناس وزارت صنایع و معادن



همچنین دو تن از استادان دانشگاه صنعتی امیرکبیر (آقای دکتر محسنی دانشکده مهندسی پلیمر و آقای مهندس

هاشمی دانشکده فیزیک) نیز در جمع صاحب‌نظران حضور داشتند.



### ۳) مقدمه\* (کاربردهای فناوری نانو در صنعت لاستیک):

با توجه به تحقیقات به عمل آمده چهار ماده نانومتری هستند که کاربرد فراوانی در صنعت لاستیک‌سازی پیدا کرده‌اند. چهار ماده مورد نظر عبارتند از: اکسیدروی نانومتری (NanoZnO)، نانو کربنات کلسیم، الماس نانومتری، ذرات نانومتری خاک رس.

با اضافه کردن این مواد به ترکیبات لاستیک، به دلیل پیوندهایی که در مقیاس اتمی بین این مواد و ترکیبات لاستیک صورت می‌گیرد، علاوه بر این که خواص فیزیکی آنها بهبود می‌یابد، می‌توان به افزایش مقاومت سایش، افزایش استحکام، بهبود خاصیت مکانیکی، افزایش حد پارگی و حد شکستگی اشاره کرد. در زیبایی ظاهری لاستیک نیز تاثیر گذاشته و باعث لطافت، همواری، صافی و ظرافت شکل ظاهری لاستیک می‌گردد. همه اینها به نوبه خود باعث می‌شود که محصولات نهایی، مرغوب‌تر، با کیفیت بالا، زیبایی و در نهایت بازارپسند باشند و توانایی رقابت در بازارهای داخلی و جهانی را داشته باشند.

#### ۳-۱) کاربرد اکسیدروی نانومتری (NanoZnO) در لاستیک:

اکسیدروی نانومتری ماده‌ای غیرآلی و فعال است که کاربرد گسترده‌ای در صنعت لاستیک‌سازی دارد. کوچکی کریستال‌ها و خاصیت غیرچسبندگی آنها باعث شده که اکسیدروی نانومتری به صورت پودرهای زردرنگ کروی و متخلخل باشد.

\* مقدمه این گزارش تماماً از سایت [www.nano.ir](http://www.nano.ir) اقتباس شده است.

از خصوصیات استفاده از این تکنولوژی در صنعت لاستیک، می‌توان به پایین آمدن هزینه‌ها، بازدهی بالا، ولکانیزاسیون (Volcanization) خیلی سریع و هوشمند و دامنه دمایی گسترده اشاره کرد.

اثرات سطحی و فعالیت بالای اکسیدروی نانومتری ناشی از اندازه بسیار کوچک، سطح موثر خیلی زیاد و کشسانی خوب آن است.

استفاده از اکسید روی نانومتری در لاستیک باعث بهبود خواص آن می‌شود از جمله می‌توان به زیبایی و ظرافت بخشیدن به آن، صافی و همواری شکل ظاهری، افزایش استحکام مکانیکی لاستیک، افزایش مقاومت سایشی (خاصیت ضد اصطکاکی و سایش)، پایداری دمایی بالا، طول عمر زیاد و همچنین افزایش حد پارگی ترکیبات لاستیک اشاره کرد که همگی اینها بصورت تجربی ثابت شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت بهبود یافتن خواص فیزیکی لاستیک در اثر اضافه شدن ZnO، ناشی از پیوند ساختار نانومتری اکسید روی با مولکول‌های لاستیک است که در مقیاس اتمی صورت می‌گیرد.

اکسید روی نانومتری در مقایسه با اکسید روی معمولی دارای اندازه بسیار کوچک ولی در عوض دارای سطح موثر بسیار زیادی می‌باشد. از لحاظ شیمیایی بسیار فعال و همچنین به دلیل اینکه پیوندهای بین اکسید روی نانومتری و لاستیک در مقیاس مولکولی انجام می‌گیرد، استفاده از اکسیدروی نانومتری خواص فیزیکی و خواص مکانیکی از قبیل حد پارگی، مقاومت سایشی و ... ترکیبات لاستیک را بهبود می‌بخشد.

## ۲-۳) کاربرد نانو کربنات کلسیم در لاستیک:

نانو کربنات کلسیم به‌طور گسترده‌ای در صنایع لاستیک به کار می‌رود، زیرا اثرات خیلی خوبی نسبت به کربنات معمولی بر روی خواص و کیفیت لاستیک دارد.

استفاده از نانوکربنات کلسیم در صنایع لاستیک باعث بهبود کیفیت و خواص ترکیبات لاستیک می‌شود از جمله مزایای استفاده از نانوکربنات کلسیم می‌توان به توانایی تولید در مقیاس زیاد، افزایش استحکام لاستیک، بهبود بخشیدن خواص مکانیکی (افزایش استحکام مکانیکی) و انعطاف‌پذیر شدن ترکیبات لاستیک اشاره کرد. همچنین علاوه بر بهبود خواص فیزیکی، ترکیبات لاستیک در شکل ظاهری آنها نیز تاثیر می‌گذارد و به آنها زیبایی و ظرافت می‌بخشد که این خود در مرغوبیت کالا و بازارپسند بودن آن تاثیر بسزایی دارد.

نانوکربنات کلسیم سبک بیشتر در پلاستیک و پوشش‌دهی لاستیک به کار می‌رود.

برای به دست آوردن مزایای ذکر شده، نانوکربنات کلسیم به لاستیک‌های طبیعی و مصنوعی از قبیل NP، EPDM، SBS، BR، SBR اضافه می‌گردد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که استحکام لاستیک بسیار بالا می‌رود.

استحکام بخشی نانوکربنات کلسیم برخواسته از پیچیدگی فیزیکی ناشی از پیوستگی در پلیمرهای آن و واکنش‌های شیمیایی ناشی از سطح تعمیم یافته آن است.

نانوکربنات کلسیم سختی لاستیک و حد گسیختگی پلیمرهای لاستیک را افزایش داده و حداکثر توانی که لاستیک می‌تواند تحمل کند تا پاره شود را بهبود می‌بخشد. همچنین مقاومت لاستیک را در برابر سایش افزایش می‌دهد.

به کار بردن نانوکربنات کلسیم هزینه‌ها را پایین می‌آورد و سود زیادی را به همراه دارد و همچنین باعث به روز شدن تکنولوژی و توانایی رقابت در عرصه جهانی می‌گردد.

به طور کلی نانوکربنات کلسیم در موارد زیادی به طور کلی یا جزئی به ترکیبات لاستیک جهت افزایش استحکام آنها افزوده می‌شود.

### ۳-۳) کاربرد ساختارهای نانومتری الماس در لاستیک:

الماس نانومتری به‌طور گسترده‌ای در کامپوزیت‌ها و از جمله لاستیک در مواد ضد اصطکاک، مواد لیزکننده به کار می‌رود. این ساختارهای نانومتری الماس از روش احتراق تولید می‌شوند که دارای خواص برجسته‌ای هستند از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(۱) ساختار کریستالی (بلوری)

(۲) سطح شیمیایی کاملاً ناپایدار

(۳) شکل کاملاً کروی

(۴) ساختمان شیمیایی بسیار محکم

(۵) فعالیت جذب سطحی بسیار بالا

در روسیه، الماس نانومتری با درصد‌های مختلف به لاستیک طبیعی، Poly Soprene Rubber و FluorineRubber برای ساخت لاستیک‌هایی که در صنعت کاربرد دارند از قبیل کاربرد در تایر اتومبیل، لوله‌های انتقال آب و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با اضافه کردن ساختارهای نانومتری الماس به لاستیک‌ها خواص آنها به شکل قابل توجهی بهبود می‌یابد از جمله می‌توان به

(۱) ۴ الی ۵ برابر شدن خاصیت انعطاف‌پذیری لاستیک

(۲) افزایش ۲ الی ۲,۵ برابری درجه استحکام

(۳) افزایش حد شکستگی تا حدود  $620-700 \text{ Kg/cm}^2$

(۴) ۳ برابر شدن قدرت بریده شدن آنها

و همچنین به اندازه خیلی زیادی خاصیت ضد پارگی آنها در دمای بالا و پایین بهبود می‌یابد.

**۴-۳) کاربرد ذرات نانومتری خاک رس در لاستیک:**

یکی از مواد نانومتری که کاربردهای تجاری گسترده‌ای در صنعت لاستیک پیدا کرده است و اکنون شرکت‌های بزرگ لاستیک‌سازی بطور گسترده‌ای از آن در محصولات خود استفاده می‌کنند، ذرات نانومتری خاک رس است که با افزودن آن به لاستیک خواص آن بطور قابل ملاحظه‌ای بهبود پیدا می‌کند که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱) افزایش مقاومت لاستیک در برابر سایش

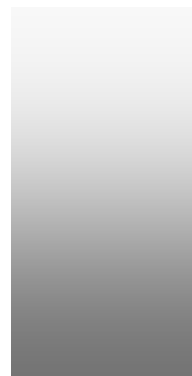
۲) افزایش استحکام مکانیکی

۳) افزایش مقاومت گرمایی

۴) کاهش قابلیت اشتعال

۵) بهبود بخشیدن اعوجاج گرمایی

همچنین در پیوست کشورها و شرکت‌هایی که در زمینه تولید مواد اولیه فوق مبادرت ورزیده‌اند در جدولی آورده شده است.



#### ۴) اهداف طرح ایده‌پردازی کاربردی در فناوری نانو:

از آنجا که هم‌اندیشی کاربرد فناوری نانو در صنعت لاستیک، اولین هم‌اندیشی در قالب طرح ایده‌پردازی کاربردی در حوزه فناوری نانو است، در ذیل برخی اهداف طرح ایده‌پردازی آورده شده است:

##### ۴-۱) معرفی:

طرح ایده‌پردازی، طرحی ابداعی برای برآوردن چندین نیاز به‌طور همزمان است؛ از جمله سعی دارد تحقیقات و ایده‌های متخصصین را در جهت کاربردی‌شدن و نیازهای روز کشور جهت‌دهی کند، فضای علم‌زدگی موجود بین متخصصین کشور را به سمت فضای کاربردی و صنعتی سوق دهد، اذهان را با اهداف ستاد ویژه توسعه فناوری نانو آشنا نموده و آنها را برای پذیرش برنامه‌های آن آماده نماید، متخصصین و مدیران را با یکدیگر و طرحها و ایده‌های موجود در کشور آشنا نماید، حلقه‌های مختلف زنجیره‌های تجاری‌سازی ایده‌ها را با یکدیگر آشنا سازد و غیره.

##### ۴-۲) اهداف طرح ایده‌پردازی:

۱) جلب نظر اذهان متخصصین به کاربردهای نانو و ابزارهای کاربردی کردن نانو (در مقابل اشتغال صرف به پژوهش علمی).

۲) توجه دادن اذهان متخصصین به شرایط کشور (صنایع موجود و معضلات ملی) و کاربردهای نانو

۳) آشنا شدن اذهان مدیران با پتانسیل‌های واقعی کشور و اینکه واقعاً چند طرح قابل اجرا به صورت بالقوه یا بالفعل در کشور وجود دارد.

۴) آشنایی با متخصصین و کارآفرینانی که واقعاً صاحب طرح و ایده‌های کاربردی هستند.

۵) ایجاد ارتباط بین بخشهای مکمل طرحهای مختلف که با یکدیگر آشنایی قبلی نداشته‌اند در جهت کمک به تشکیل زنجیره‌های علم تا بازار.

## ۲-۴) اهداف خاص هم‌اندیشی کاربرد فناوری نانو در صنعت لاستیک:

۱. بیان ضرورت وجود ارتباط تنکاتنگ بین محققان و دانشگاهیان با دست‌اندرکاران صنعت در زمینه بکارگیری فناوری نانو در مواد پلیمری اعم از لاستیک‌ها و پلاستیک‌ها و بطور کلی بیان اهمیت استفاده از نانو کامپوزیت جهت بالا بردن خواص مواد پلیمری.

۲. آشنایی صنعتگران لاستیک با فناوری نانو و اینکه این فناوری توانسته در دنیا تحولی ایجاد کند.

۳. اظهار تمایل برخی از مدیران صنعت لاستیک در زمینه بالا بردن کارایی تایرها با استفاده از فناوری نانو.



همچنین دانستن نحوه بکارگیری فناوری نانو در صنعت لاستیک.

۴. زمینه‌سازی برای فعالیتهای مشترک بین دانشگاه و صنعت در

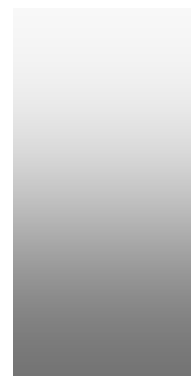
جهت استفاده از امکانات موجود در صنایع، جهت رفع مشکلات

تکنولوژیکی آنان. به هر حال جهت توسعه تکنولوژی صنایع نیاز

به فعالیتهای مشترک وجود دارد.

در این هم‌اندیشی ایده‌های مطرح شده در استفاده از فناوری نانو در صنعت لاستیک به بحث گذاشته شده

و سپس به بیان مشکلات و چالشهای پیش‌روی توسعه فناوری نانو در صنعت لاستیک پرداخته شده است.



### ۵) ایده‌های مطرح شده در هم‌اندیشی از طرف اساتید و پژوهشگران:

۵-۱) **افزایش دمای اشتعال لاستیک:** با استفاده از نانو کامپوزیت SBR به عنوان مواد پایه در لاستیک سبب بهبود برخی خواص از جمله افزایش دمای اشتعال و استحکام مکانیکی بالا می‌شود و دلیل اصلی آن حذف مقدار زیادی از دوده است. (دکتر کتاب)

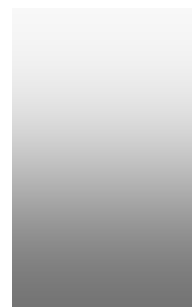
۵-۲) **کاهش وزن لاستیک:** با افزودن نانو کامپوزیت الاستومرها به لاستیک، امکان حذف درصد قابل توجهی دوده وجود دارد. بطوریکه افزودن حدود ۳ تا ۵ درصد نانوفیلر می‌تواند استحکام مکانیکی معادل ۴۰ تا ۴۵ درصد دوده را ایجاد کند. بنابراین با افزودن ۳ تا ۵ درصد نانوفیلر به لاستیک، وزن آن به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. (دکتر کتاب)

۵-۳) **افزایش مقاومت در مقابل نفوذپذیری گاز:** نانو کامپوزیت EPDM برای استفاده در پوشش داخلی تایر و تیوبها مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا یکی از ویژگی‌های نانو کامپوزیت EPDM مقاومت بسیار بالای آن در برابر نفوذ و عبور گازها می‌باشد. بنابراین این نانو کامپوزیت‌ها می‌تواند جایگزین مواد امروزی گردد. همچنین این نانو کامپوزیت‌ها از جمله الاستومرهایی است که می‌تواند در آلیاژهای مختلف با ترموپلاستیک‌ها کاربردهای وسیعی را در صنعت خوردو داشته باشد. (دکتر کتاب)

۴-۵) **قطعات لاستیکی خودرو:** نانو کامپوزیت ترموپلاست الاستومرها می‌تواند به‌عنوان یک ماده پرمصرف در صنایع قطعات خوردو بکار می‌رود. از ویژگیهای این مواد، خواص حرارتی ویژه‌ای است که از خود نشان می‌دهند. همچنین نانو PP در صنایع خودرو بسیار کاربرد دارد. (دکتر کتاب)

۵-۵) **افزایش مقاومت سایشی لاستیک:** استفاده از نانوسیلیکا و نانو اکسیدروی در ترکیبات تایر سبب تحول عظیمی در صنعت لاستیک می‌شود. بطوریکه با افزودن این مواد به لاستیک علاوه بر خواص ویژه‌ای که این مواد به لاستیک می‌دهند، امکان افزایش مقاومت سایشی این لاستیک‌ها وجود دارد. (دکتر کتاب)

۶-۵) **نسبت وزن تایر به عمر آن:** با افزودن میزان مصرف یکی از نانوفیلرها می‌توان مصرف دوده را پایین آورد. به عبارت دیگر اگر وزن تایر کم شود، عمر لاستیک افزایش یابد. بنابراین جهت بالا بردن عمر لاستیک کافی است با افزودن یکسری مواد نانومتری به لاستیک عمر آن را افزایش داد. (مهندس ارشادی)



## ۶) چالش‌های مطرح شده از طرف صنعت لاستیک کشور در مواجهه با فناوری نانو:

در مواجهه با توسعه فناوری نانو، صاحبان صنعت لاستیک کشور، ضمن استقبال از مزیت‌هایی که ایده‌های مطرح شده توسط اساتید برای آنها ایجاد می‌کند، مشکلات و چالش‌های عدیده‌ای را مطرح نمودند که در ذیل برخی چالش‌های پیش‌روی این صنعت آورده شده است:

### ۶-۱) عدم شناخت کافی صنعت از مقوله فناوری نانو:

از دلایلی که سبب می‌شود صنعتگران با مقوله فناوری نانو آشنایی کافی نداشته باشند، عدم فرهنگسازی صحیح در این صنایع است. در صورتی که برای صنایع کشور مانند صنعت لاستیک، ضرورت نیاز و توجه به فناوری‌های جدید از جمله فناوری نانو تبیین نگردد، هیچگاه صنعتگران به سراغ چنین فناوری نخواهند رفت. به عبارت دیگر صنعتی که با فناوری نانو آشنا نیست و نمی‌داند خواص ماده نانو چیست، چرا و به چه دلیل باید در این زمینه پروژه تعریف کند.

### ۶-۲) مشخص نبودن اولویت‌های تحقیقاتی:

جهت توسعه فناوری نانو در صنایع لاستیک، علاوه بر فرهنگسازی قوی، باید اولویت‌های تحقیقاتی در زمینه مواد پلیمری نیز مشخص شود. اولویت‌بندی باید در چند زمینه خاص متمرکز شده و بر روی آن سرمایه‌گذاری جدی‌ای شود. مثلاً دکتر کتاب اعتقاد داشت که به علت خواص فوق‌العاده SBR در کاهش

وزن، افزایش استحکام و افزایش خواص سایشی، این مواد می‌تواند از اولویت‌های اصلی فناوری نانو در صنعت پلیمری باشد.

### ۳-۶) عدم پذیرش فناوری نانو از طرف صنعت به دلیل سایر مشکلات:

هم‌اکنون در صنعت تایر کشور، مشکلات دیگری وجود دارد که مانع توجه به مقالاتی چون فناوری نانو می‌شود. به‌عنوان مثال یکی از صنعتگران اظهار می‌کرد "ما هم‌اکنون برای تهیه و بکارگیری میکروفیلرها نیز مشکل داریم؛ با این شرایط می‌خواهیم به نانو تکنولوژی جهش کنیم!" صنعتگران مشکلات پیش روی این صنعت را به حدی جدی می‌دانستند که می‌گفتند ما در پنج سال آینده ممکن است فقط به یک توزیع کننده تایر از خارج تبدیل شویم.

### ۴-۶) مواجهه با مشکلات تکنولوژیکی جدید:

صنعت نگران است که با اضافه شدن هر تکنولوژی یا مواد اولیه جدید به سیستم، از جهات دیگری دچار مشکلات فنی شود؛ مثلاً سوال می‌کردند که: "بعد از افزودن مواد نانومتری مانند نانوذرات روی، در فرآیند ساخت تایر، این مواد را با چه میکسری مخلوط کنیم؟ اگر ذرات ما ریز باشند (در حد نانومتری)، دمای سیستم خیلی بالا نمی‌رود؟ آیا استفاده از نانوذرات در تایر جهت بهبود خواص به تنهایی پاسخگو است یا اینکه باید علاوه بر استفاده از این مواد جدید، تکنولوژی دیگری بکار گرفت و تجهیزات متناسب با آن خریداری شوند؟"

### ۵-۶) آیا تا وقتی تحت لیسانس باشیم امکان استفاده از فناوری نانو وجود دارد؟

پرسیده می‌شود: "آیا صنعتی که تحت لیسانس شرکت دیگری اداره می‌شود، حق استفاده از تکنولوژی-های دیگر از جمله فناوری نانو را دارد؟ یا باید حتماً تحت لیسانس اخذ شده عمل شود؟" جهت پیشبرد صنعت لاستیک کشور در زمینه توسعه فناوری نانو لازم است که چنین محدودیت‌هایی شناخته شوند.

### ۶-۶) قیمت مواد اولیه نانویی پیشنهادی مشخص نیست

جهت بهبود خواص تایر، علاوه بر افزودن مواد نانوذره پیشنهادی به لاستیک، کشورهای خارجی، افزودنی‌های دیگری (هرچند در ابعاد نانومتر نیستند) را به صنعت لاستیک پیشنهاد می‌کنند که تعداد آنها هم کم نیست ولی متأسفانه قیمت این مواد بالاست و صنعتگران جرأت نمی‌کنند به سراغ آنها بروند. پس در نتیجه علاوه بر کیفیت نهایی، قیمت تمام‌شده تایر هم برای صنعتگران مهم است.

### ۶-۷) عدم تعریف صحیح از فناوری نانو:

نباید تصور سطحی از فناوری نانو داشت، به‌عنوان مثال دوده‌ای که در صنعت لاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز در ابعاد نانومتر است. ولی به این نمی‌گوییم "فناوری نانو". نانو این نیست که صرفاً یک فیلر را به ماده پلیمری اضافه کنیم، بلکه توجه به دانش نانو کامپوزیت‌ها، به تثبیت مورفولوژی مواد منجر خواهد شد.

### ۶-۸) عدم توجه کافی صنعت به سرمایه‌گذاری در مراکز تحقیق و توسعه:

برای اینکه صنعت لاستیک بتواند در زمینه فناوری نانو موفق باشد، باید در کنار فعالیتهای صنعتی خود، بخش‌های R&D فعالی در این زمینه داشته باشد. اگر از هم اکنون اقدام به سرمایه‌گذاری تحقیقاتی نکنیم، در آینده باید هزینه‌های بیشتری بپردازیم. به‌عنوان مثال شرکت میشلن سالانه ۶ درصد از درآمد خود را صرف تحقیقات می‌کند.

### ۶-۹) عدم وجود صنایع تولیدکننده مواد اولیه نانویی در کشور:

یکی دیگر از مشکلات توسعه فناوری نانو در صنعت لاستیک کشور، عدم وجود تولیدکننده داخلی مواد اولیه مانند نانو اکسید روی یا نانو کربنات کلسیم است. عدم سرمایه‌گذاری در این زمینه به این دلیل است که هیچ مصرف‌کننده داخلی از آن استفاده نکرده است و دلیل آن هم به سبب نبود فرهنگ مناسب در جامعه و صنعت بوده است. پس باید فرهنگسازی و تحقق کنیم تا اینکه بتوانیم از این مواد جدید در صنعت استفاده

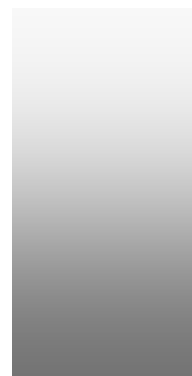
کنیم. همچنین تولید کننده مواد اولیه باید ثابت کند تایرهایی که از مواد نانو استفاده می‌شود یا قیمت پایین‌تری دارد یا کیفیت بالاتری می‌دهد یا هر دوی این خصوصیت را می‌دهد.

### ۱۰-۶) مهم: وجود برخی حلقه‌های مفقوده در توسعه فناوری نانو در صنعت لاستیک:

در جلسه روشن شد که دانشگاه‌ها و شرکت‌های لاستیک‌ساز بی‌واسطه نمی‌توانند به هم مرتبط شوند و حلقه‌های مفقوده‌ای وجود دارند که بدون آنها زنجیره‌های توسعه تکنولوژی تکمیل نمی‌شوند. مثلاً صنعت معتقد بود که کسی که یک تکنولوژی جدید را معرفی می‌کند باید خود هزینه تست آن را تقبل نماید.

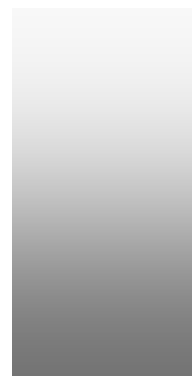
بطور کلی برای تشکیل یک نظام ملی نوآوری باید ۱۸ زیرساخت اساسی از جمله مالکیت معنوی، استاندارد، پتنت، مراکز مدیریت تکنولوژی و غیره بوجود آیند. مثلاً اگر بخواهیم در صنعت لاستیک کشور از فناوری نانو استفاده شود، یکسری حلقه‌های مفقوده وجود دارد که مانع می‌شوند؛ از جمله این حلقه‌های مفقوده، نبود مرکزی است که برخی پروژه‌های اولیه مانند امکان‌سنجی فنی-اقتصادی و نیز برخی آزمایشات اولیه مانند نمونه‌گیری و تست را انجام دهد. وقتی که نه صنعت و نه دانشگاه توان پرداخت این هزینه‌ها را ندارند، چنین وظایفی برعهده چه کسی و چه ارگانی خواهد بود؟

با توجه به جدید بودن فناوری نانو، شرکت‌های خصوصی اظهار داشته‌اند که برای پروژه‌های بنیادی هزینه و توانی ندارند که در این زمینه‌ها سرمایه‌گذاری کنند.



## ۷) نتیجه‌گیری:

- ۱) استفاده از فناوری نانو از سه جهت در صنعت لاستیک مفید است: کاهش وزن، کاهش مصرف انرژی و بهبود خواص. صنعت لاستیک کشور از این ایده‌ها شدیداً استقبال کرد ولی سئوالات جدی راجع به هزینه‌ها و نحوه پیاده‌سازی و تست داشت.
- ۲) یکی از روش‌های مناسب برای ادامه فرهنگسازی در زمینه فناوری نانو در صنعت لاستیک، انجام پایان‌نامه‌های دانشجویی در این زمینه است.
- ۳) قبل از سرمایه‌گذاری جدی در زمینه استفاده از فناوری نانو در صنعت لاستیک، انجام یکسری مطالعات دقیق امکان‌سنجی فنی-اقتصادی لازم بنظر می‌رسد. صنعت و دانشگاه اعلام کردند که هیچکدام +بودجه کافی برای انجام آن ندارند و باید دولت کمک کنند.
- ۴) اولویت‌بندی در صنایع پلیمری از طرف سیاستگذاران در حوزه فناوری نانو، لازم به نظر می‌رسد.
- ۵) ساخت مواد اولیه مانند نانوذرات روی بر عهده تأیرسازان نیست، زیرا صنعت تأیر فقط به‌عنوان مصرف‌کننده اینگونه مواد است. در این زمینه باید شرکت‌های مربوطه تاسیس شوند.



## ۸) برگزار کننده هم‌اندیشی اول:

### کمیته نانوفناوری بسیج علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

طبق بیانات مقام معظم رهبری مبنی بر اینکه ایران اسلامی باید بتواند در کمتر از ۵۰ سال به مرحله‌ای از رشد برسد که به‌عنوان صادرکننده دانش مطرح باشد، واحد علمی بسیج دانشجویی دانشگاه صنعتی امیرکبیر طی عزمی جدی تصمیم به تشکیل کمیته نانوفناوری دانشگاه نمود.

کمیته نانوفناوری بسیج علمی دانشگاه در آذر ماه سال ۱۳۸۱ تاسیس گردید که در زیر اهداف و فعالیت‌های این کمیته آورده شده است:

### ۸-۱) اهداف کمیته:

- گسترش، پیشبرد و ارتقاء سطح دانش جامعه بویژه دانشگاهیان از فناوری‌های نانو (فرهنگ‌سازی در زمینه نانو تکنولوژی)
- شناسایی محققان و دانشجویان فعال در زمینه نانو تکنولوژی
- ایجاد ارتباط بین مراکز علمی و پژوهشی با مراکز صنعتی و سازمانهای دولتی
- مطلع نمودن هرچه بیشتر مراکز صنعتی و سازمانهای دولتی با پروژه‌های مرتبط با نانو تکنولوژی و ترغیب این سازمان‌ها برای سرمایه‌گذاری در این زمینه
- کمک به سیاستگذاران امر توسعه فناوری نانو در کشور

- انجام پروژه‌های تحقیقاتی و مطالعاتی مرتبط با حوزه نانو تکنولوژی

## ۸-۲) قالب فعالیت‌های کمیته:

- همایش و کنفرانس
- سمینارهای یکروزه تخصصی
- دوره‌های آموزشی
- پروژه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی
- انتشارات (مجله مهندسان، خبرنامه و چاپ کتاب)

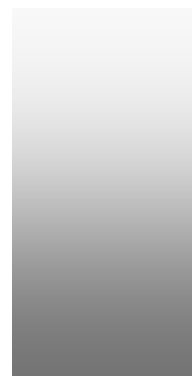
## ۸-۳) برخی فعالیت‌های انجام شده:

- ۱- برگزاری همایش اول نانو تکنولوژی با هدف آشنا نمودن دانشگاهیان با فناوری نانو، خرداد ۸۲
- ۲- برگزاری همایش دوم نانو تکنولوژی به همراه کارگاه‌های آموزشی، آذر ۸۲
- ۳- انتشار دو شماره از مجله علمی مهندسان ویژه نانو تکنولوژی، خرداد ۸۲ و آذر ۸۲
- ۴- برگزاری ورک شاپ نانو تکنولوژی در اردوی پیش دانشگاهی دانشگاه، مهر ۸۲
- ۵- ایجاد ارتباط با شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران در جهت گسترش فعالیت‌های ترویجی، آذر ۸۲
- ۶- همایش ایده‌پردازی و خلاقیت در فناوری نانو، دی ۸۳
- ۷- انتشار نشریه مشترک فناوری نانو با دانشگاه امام حسین (ع)، دی ۸۳
- ۸- برگزاری همایش مواد پیشرفته، چالشها و چشم‌اندازها، اسفند ۸۳
- ۹- ارائه ۲ مقاله در پنجمین کنفرانس دانشجویی مهندسی شیمی با موضوع نانو فناوری، اسفند ۸۳
- ۱۰- راه اندازی و تقویت سایت کمیته نانو فناوری بسیج علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، آبان ۸۳
- ۱۱- همایش کاربرد فناوری نانو در صنعت پلیمر و رنگ، خرداد ۸۳
- ۱۲- انجام پروژه مطالعاتی با عنوان کاربردهای نانوذرات تیتانیم در صنعت، شهریور ۸۳
- ۱۳- تهیه و آماده‌سازی برنامه تلویزیونی در زمینه فناوری نانو با عنوان "ما می‌توانیم"، شبکه چهارم سیما، شهریور ۸۳

- ۱۴- برپایی غرفه در حاشیه کنفرانس نانوتکنولوژی ایران-آلمان، مهر ۸۳
- ۱۵- تشکیل گروه‌های تخصصی نانو کامپوزیت، نانو کاتالیست، آذر ۸۳
- ۱۶- کارگاه آموزشی میکروسکوپی SPM، اسفند ۸۳
- ۱۷- برگزاری کارگاه کاربرد فناوری نانو در صنعت نفت و پتروشیمی، اسفند ۸۳
- ۱۸- برگزاری همایش نانوفناوری در دبیرستان‌های استعدادهای درخشان شهرستان دزفول، اسفند ۸۳

#### ۴-۸) فعالیت‌های در دست انجام:

- تلاش در جهت ارائه درس نانوتکنولوژی در دانشگاه با همکاری معاونت آموزشی
- ایجاد بانک اطلاعاتی نرم‌افزاری و سخت‌افزاری فناوری نانو
- انجام پروژه با عنوان " گنجاندن بحث نانوتکنولوژی در کتب درسی دوره دبیرستان " به سفارش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش



### ۹) پیوست:

۹-۱) شرکتهایی که در زمینه مواد نانومتری و صنعت لاستیک کار می‌کنند (www.nano.ir)

Shanxi Four Nano Technology Co.ltd	شرکت
در زمینه تولید اکسید روی نانومتری جهت کاربرد در صنعت لاستیک‌سازی بخصوص لاستیک کامیون فعالیت می‌کند	فعالیت
چین	کشور
<a href="http://www.fhnm.com/english/jhs.htm">http://www.fhnm.com/english/jhs.htm</a>	آدرس اینترنتی
Good year	شرکت
این شرکت یکی از بزرگترین شرکت‌های تولیدکننده لاستیک در آلمان می‌باشد که از ذرات نانومتری دوده (Carbon black) در لاستیک استفاده می‌کند	فعالیت
آلمان	کشور
<a href="http://www.goodyear.com">www.goodyear.com</a>	آدرس اینترنتی
Shanxi LanHua HuaNing Nanometer Materilas Co.ltd And Shanxi LanHua Science and Technology pioneering Eguities Co.ltd	شرکت (همکاری مشترک)
دو شرکت فوق در تولید مواد نانومتری جهت استفاده در صنعت لاستیک‌سازی با هم همکاری می‌کنند.	فعالیت
چین	کشور
<a href="http://www.lhnm.com">http://www.lhnm.com</a>	آدرس اینترنتی

FCCINC	شرکت
این شرکت یک خط ذرات نانومتری خاک رس جهت تزریق به پلیمرهای لاستیک ایجاد کرده است.	فعالیت
چین	کشور
<a href="http://www.nanoclay.com">http://www.nanoclay.com</a>	آدرس اینترنتی

Anhui chaodong Nano Material Science&Technology Co.ltd	شرکت
این شرکت در زمینه تولید و فروش نانو کربنات کلسیم جهت استفاده در صنایع لاستیک با شرکت Nano Material Science&Technology.Co.ltd از کشور سنگاپور در سال ۲۰۰۲ قرارداد همکاری بستند و مشترکا در زمینه نانو تکنولوژی همکاری می کنند.	فعالیت
چین	کشور
<a href="http://www.Ahcdnm.com">http://www.Ahcdnm.com</a>	آدرس اینترنتی

Nano Materials Technology Shanxi Co.ltd	شرکت
شرکت فوق با همکاری دو شرکت دیگر و مرکز تحقیقات مهندسی شیمی دانشگاه پکن برای اولین بار در عرصه بین المللی، یک خط تولید پودرهای نانومتری کربنات کلسیم با ظرفیت ۱۰۰۰۰ تن و قطر متوسط ۳۰-۱۵ nm جهت استفاده در لاستیک راه اندازی کردند.	فعالیت
چین	کشور
<a href="http://www.sinonmc.com">http://www.sinonmc.com</a>	آدرس اینترنتی

۹-۲) مراکز تحقیقاتی که در زمینه کاربرد نانو تکنولوژی در لاستیک کار می‌کنند (www.nano.ir)

شرکت	مرکز تحقیقات لاستیک و پلاستیک دانشگاه پکن
کشور	چین
آدرس اینترنتی	<a href="http://www.buct.edu.cn/english/rp/">http://www.buct.edu.cn/english/rp/</a>

شرکت	مرکز تحقیقات پلیمر و مهندسی مواد دانشگاه لافبرو
کشور	انگلستان
آدرس اینترنتی	<a href="http://www.Iboro.ac.uk/department/iptme.htm">http://www.Iboro.ac.uk/department/iptme.htm</a>

شرکت	مرکز تحقیقات فیزیک دانشگاه جرجیا
کشور	کانادا
آدرس اینترنتی	<a href="http://www.acnet.ge">http://www.acnet.ge</a>