

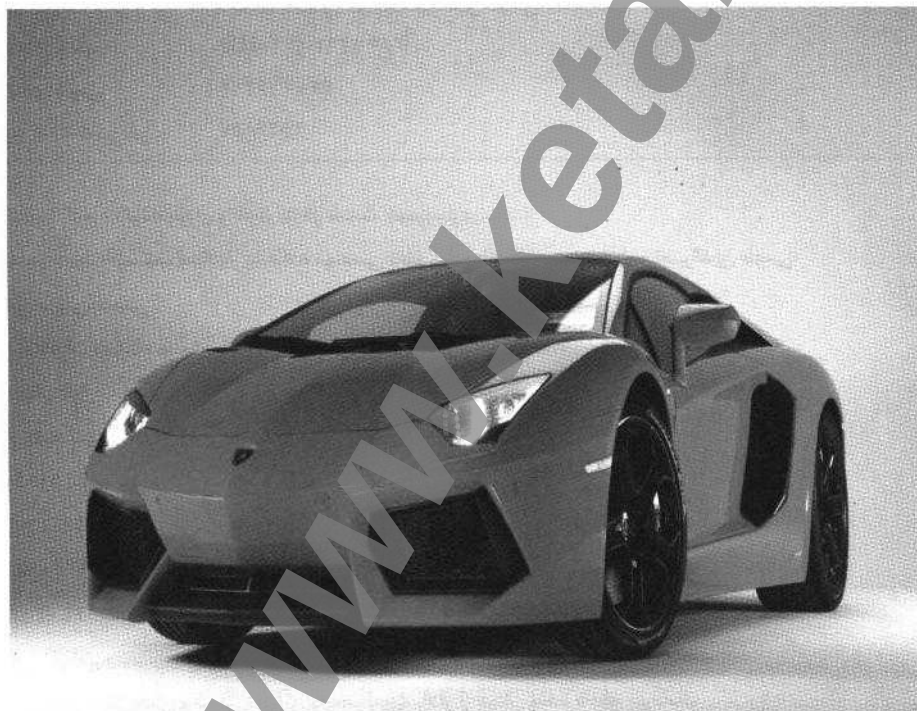
کاربرد نانوتکنولوژی و نانو ذرات در

صنعت خودروسازی

تالیف

دکتر مرتضی امرونی حسینی

دکتر حمید خرسند



سرشناسه	: خرسند، حمید، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد نانو تکنولوژی و نانوذرات در صنعت خودروسازی / تألیف حمید خرسند، مرتضی امرونی حسینی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۵ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۲۴۵۰۰ ریال : ۳-۷۴-۶۳۸۳-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: واژه نامه.
موضوع	: اتومبیل ها - صنعت و تجارت - نوآوری
موضوع	: نانو تکنولوژی - کاربردهای صنعتی
موضوع	: نانو تکنولوژی
شناسه افزوده	: امرونی حسینی، مرتضی، ۱۳۴۰ -
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. انتشارات
رده بندی کنگره	: HD ۹۷۱.۰۱۳۹۳ خ ۱/۲
رده بندی دیویی	: ۳۳۸/۴۷۶۲۹۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۵۴۶۵۵۷

نام کتاب : کاربرد نانو تکنولوژی و نانوذرات در صنعت خودروسازی
نویسنده : حمید خرسند، استادیار دانشکده مهندسی و علم مواد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی،

مرتضی امرونی حسینی

ناشر : انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

نوبت چاپ : اول

تاریخ چاپ : شهریورماه ۱۳۹۳

تیراژ : ۵۰۰ نسخه

قیمت : ۲۴۵۰۰ تومان

کد کتاب : ۱۶۳

ISBN 978-600-6383-74-3

شابک: ۳-۷۴-۶۳۸۳-۶۰۰-۹۷۸

لیتوگرافی و چاپ : لیتوتقش

صحافی : گرنامی

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش : خیابان ولیعصر (عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع «میرداماد»

روبروی ساختمان اسکان (۸۸۷۷۲۲۷۷-۰۲۱)

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

فهرست

پیشگفتار.....	ض
فصل اول.....	۲
مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی در صنعت خودرو.....	۲
۱-۱- تاریخچه نانو.....	۲
۲-۱- تعریف نانو متر.....	۴
۳-۱- نانو تکنولوژی و صنعت خودرو.....	۵
۴-۱- عوامل اصلی رقابت در صنعت خودرو سازی.....	۱۰
۵-۱- بررسی تقاضای بازار و کاربردهای نانو تکنولوژی در آینده.....	۱۱
۶-۱- تحلیل SWOT در خصوص استفاده از نانومواد در صنعت خودرو.....	۱۴
۱-۶-۱- نگاه کلی به صنعت خودرو سازی.....	۱۵
۲-۶-۱- کاربردهای آتی در صنعت خودرو.....	۱۵
۳-۶-۱- تحلیل SWOT در صنعت خودرو شاسی و بدنه.....	۱۷
فصل دوم.....	۲۸
محصولات نانوفناوری در صنعت خودرو.....	۲۸
۱-۲- کاربردهای فناوری نانو در صنعت خودرو سازی.....	۲۸
۱-۱-۲- مروری بر فعالیتهای خودروسازان در حوزه فناوری نانو.....	۲۸
۲-۱-۲- زمینه‌های استفاده از نانو فناوری در صنعت خودرو سازی.....	۳۰
۳-۱-۲- برخی از عوامل کلیدی در صنعت خودرو.....	۳۴
۲-۲- مواد ساختاری و پوشش ها.....	۳۵
۱-۲-۲- نانوکامپوزیت‌های پلیمری.....	۳۵
۲-۲-۲- نانوکامپوزیت‌های فلزی.....	۳۹
۳-۲-۲- رنگ و پوشش.....	۳۹
۳-۲- اثر نیلوفری و کاربرد آن در ساخت سطوح خود تمیز شونده.....	۴۱

۴-۲- پیشرفت‌های اخیر در روانکاری موتور خودرو با بهره‌گیری از نانو فناوری.....	۴۲
۴-۲-۱- ساز و کارهای عملکرد نانو افزودنی‌ها در روانکارهای مایع	۴۲
۴-۲-۲- فرآورده‌های تجاری	۴۸
۴-۲-۵- کاربرد فناوری نانو در ارتقای ایمنی خودروها (حسگرها)	۵۲
۴-۲-۶- کاربرد فناوری نانو در ساخت قطعات مقاوم در برابر فرسودگی و استفاده از حسگرها ...	۵۲
۴-۲-۷- کاربرد فناوری نانو در محافظت در مقابل خوردگی و سایش	۵۴
۴-۲-۸- کاربرد فناوری نانو در کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از خودروها	۵۵
۴-۲-۸-۱- مبدل‌های کاتالیزوری و فیلترها	۵۵
۴-۲-۹- کاربرد فناوری نانو در تامین نیروی خودروها (باتری‌ها و پیل‌های سوختی).....	۵۷
۴-۲-۹-۱- باتری‌های لیتیوم	۵۸
۴-۲-۹-۲- باتری‌های هیدرید فلز - نیکل برای خودرو	۵۸
۴-۲-۱۰- کاربرد فناوری نانو در صفحات نمایشگر خودرو	۵۹
۴-۲-۱۱- کاربرد فناوری نانو در ماشین ابزارها	۵۹
۴-۲-۱۲- کاربرد نانو ذرات طلا در بدنه خودرو	۵۹
۴-۲-۱۳- پنجره‌های جدید ارزان قیمت با کارایی انرژی بالا و جاذب‌های خورشیدی بر پایه نانو ذرات ۶۰	
۴-۲-۱۴- اتصال قطعات فلزی و پلاستیکی در صنعت خودروسازی با چسب‌های حاوی نانوذرات ۶۲	
۴-۲-۱۵- کاربرد فناوری نانو در سبک‌سازی و استحکام بدنه خودرو	۶۲
۴-۲-۱۶- کاربرد فناوری نانو در صنایع لاستیک خودرو	۶۳
فصل سوم	۷۰
نانومواد در صنعت خودرو	۷۰
۳-۱- تولید نانوپودرهای فلزی و اکسیدی و نانوکلوئیدهای فلزی برونش انفجار الکتریکی سیم . ۷۰	
۳-۱-۱- نانو کلوئیدهای فلزی	۷۱
۳-۱-۲- نانو کلوئیدهای اکسیدی	۷۲
۳-۱-۳- نانو پودرهای خانواده آلومینیوم	۷۲
۳-۱-۴- نانوفیبرهای بوهمایت:	۷۴

۳-۱-۵- نانو پودرهای فلزی	۷۵
۳-۲- مروری بر محصولات نانو در حوزه خودرو	۸۰
۳-۳- استفاده از فناوری نانو در شرکت‌های خودروسازی داخلی	۸۱
۳-۴- نانوکامپوزیت‌های پلیمری	۸۴
۳-۴-۱- نانوکامپوزیت‌های پایه ABS	۸۵
۳-۴-۲- نانوکامپوزیت‌های پایه PP	۸۶
۳-۵- خواص مواد نانوکامپوزیت پایه پلیمری	۸۷
۳-۶- پوشش‌های نانویی بر روی قطعات خودرو	۸۷
۳-۶-۱- پوشش‌های نانویی بر روی بدنه خودرو	۸۷
۳-۶-۲- پوشش‌های شیشه خودرو	۸۸
۳-۶-۳- پوشش‌های نانویی بر روی منسوجات خودرو	۹۱
۳-۶-۴- پوشش‌های نانویی بر روی سایر قطعات از جمله غریبک فرمان، رینگ چرخ و ... خودرو	۹۳
۳-۶-۵- نانوذرات پلاتین، پالادیم و رودیم به کار رفته در ساخت مبدل کاتالیزوری خودرو	۹۳
۳-۶-۶- فیلترهای فتوکاتالیستی بر پایه کامپوزیت فصل مشترکی از هیدروکسی آپاتیت و پوشش‌های نانوساختار تیتانیم دی‌اکسید	۹۵
۳-۶-۷- مواد مقاوم به سایش	۹۷
۳-۶-۸- تولید باک خودروها با استفاده از نانو کامپوزیت‌های هیبریدی	۹۸
۳-۶-۹- جایگزینی لوله‌های سوخت چند لایه با لوله‌های تک لایه نانو کامپوزیتی پلی‌آمیدی	۹۸
۳-۷- شرکت‌های استفاده کننده از نانوتکنولوژی در صنعت خودروسازی	۹۹
۳-۷-۱- نمونه‌هایی از فعالیت تجاری نانوتکنولوژی در صنعت خودرو	۱۰۲
۳-۷-۲- نمونه‌هایی از پروژه‌های نانوتکنولوژی در صنعت خودرو	۱۰۷
۳-۸- موانع توسعه فناوری نانو	۱۰۹
۳-۹- دست یافته‌های نانوتکنولوژی در حال و آینده	۱۱۰
فصل چهارم:	۱۱۲

نانوفناوری و اثرات زیست‌محیطی	۱۱۲
۴-۱- سم شناسی نانو ذرات در محیط‌هایی با آلودگی هوا	۱۱۲
۴-۲- تاریخچه آلودگی هوا	۱۱۲
۴-۳- آشنایی با ذرات آلودگی هوا	۱۱۳
۴-۴- اثرات مضر <i>PM</i> در مطالعات همه گیر شناسی	۱۱۳
۴-۵- نانو ذرات جزء مهمی از <i>PM</i> هستند	۱۱۴
۴-۶- نقش نانوذرات در تعدیل اثرات مضر ریوی	۱۱۶
۴-۷- اثرات نانوذرات بر سامانه‌های قلبی- عروقی	۱۱۸
۴-۸- التهاب، تصلب شریان و گسیختگی پلاک	۱۱۹
۴-۹- جایگیری نانوذرات و اثرات عروقی مستقیم	۱۲۰
۴-۱۰- عملکرد نامناسب درون پوش و تجزیه فیبرین درونی	۱۲۳
۴-۱۱- انعقاد و تشکیل لخته خون در عروق	۱۲۴
۴-۱۲- عملکرد نامناسب مستقل قلبی	۱۲۵
۴-۱۳- اثرات نانوذرات بر روی کبد و مجرای معدی- روده ای	۱۲۶
۴-۱۴- نتیجه گیری	۱۲۸
فصل پنجم	۱۳۲
تأثیر فناوری نانو بر بازار خودرو	۱۳۲
۵-۱- تجاری‌سازی فناوری نانو در صنعت خودرو	۱۳۲
۵-۲- ساختار صنعت	۱۳۸
۵-۲-۱- تأمین‌کننده‌ها	۱۴۰
۵-۲-۲- خریداران	۱۴۱
۵-۲-۳- فعالان جدید	۱۴۲
۵-۲-۴- تهدیدهای جانشینی	۱۴۲
۵-۲-۵- رقابت	۱۴۳
۵-۳- چالش‌های کلیدی	۱۴۳

۱-۳-۵- از منظر فنی.....	۱۴۳
۲-۳-۵- بازار.....	۱۴۴
۳-۳-۵- مقررات.....	۱۴۷
۴-۵- روند و پیشران های بازار.....	۱۴۸
۱-۴-۵- پیشران ها.....	۱۴۹
۲-۴-۵- روندها.....	۱۵۰
فصل ششم.....	۱۵۸
بازار نانومواد در صنعت خودرو.....	۱۵۸
۱-۶- اثر جهانی فناوری نانو بر بخش خودرو.....	۱۵۸
۱-۱-۶- پیش بینی در آمد جهانی.....	۱۶۰
۲-۶- بازار خودرو برای نانومواد.....	۱۶۴
۱-۲-۶- نانو روکش ها.....	۱۶۵
۲-۲-۶- پرکننده های نانو کامپوزیت ها.....	۱۶۶
۳-۲-۶- نانو افزودنی ها در کاتالیزورها و روان کننده ها.....	۱۶۷
۴-۲-۶- پیل های سوختی.....	۱۶۸
۵-۲-۶- مواد هوشمند نانومقیاس.....	۱۶۸
۳-۶- نقش آفرینان اصلی.....	۱۷۰
فصل هفتم.....	۱۷۴
فناوران.....	۱۷۴
۱-۷- سوخت و انرژی.....	۱۷۴
۱-۱-۷- کاتالیست های نانوبلوری دی اکسید تیتانیوم.....	۱۷۴
۲-۱-۷- استفاده از نانوذرات به صورت افزودنی به کاتالیزورها.....	۱۷۴
۳-۱-۷- افزایش عملکرد سیال انتقال حرارت با استفاده از نانوسیال ها.....	۱۷۵
۴-۱-۷- افزایش رسانش سیالات با افزودن نانولوله های کربنی.....	۱۷۶
۵-۱-۷- سیالات روان کننده دارای نانومواد کربنی.....	۱۷۶

۶-۱-۷- نانوکامپوزیت‌های مورد استفاده در مبدل‌های کاتالیزوری.....	۱۷۷
۷-۱-۷- افزودنی‌های نانوذره‌ای برای بهبود سوخت.....	۱۷۷
۸-۱-۷- توسعه و تعیین مشخصات سیالاتی که در آن‌ها از نانوذرات برای انتقال حرارت و تقویت رسانش گرمایی استفاده شده است.....	۱۷۸
۹-۱-۷- روکش‌های به‌کار رفته در نانوسیالات مهندسی شده.....	۱۷۸
۱۰-۱-۷- استفاده از نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره در کاتالیست‌ها.....	۱۷۹
۱۱-۱-۷- استفاده از فیلم‌هایی از جنس نانولوله‌های کربنی چنددیواره به‌عنوان پایه کاتالیزور.....	۱۷۹
۱۲-۱-۷- غشاهای نانوکامپوزیتی جهت استفاده در غشای مبادله پروتون (PEM) پیل‌های سوختی دما بالا.....	۱۷۹
۱۳-۱-۷- نانوسیالاتی برای کاربردهای انتقال حرارت.....	۱۸۰
۱۴-۱-۷- افزودنی‌های نانوذره‌ای به‌منظور بهبود احتراق.....	۱۸۱
۱۵-۱-۷- مواد نانوساختار ترموالکتریکی و روکش‌های نانوساختار کاتالیزورکننده احتراق.....	۱۸۳
۱۶-۱-۷- کاتالیزورهای فعال جهت کنترل آلاینده‌های صنایع خودروسازی.....	۱۸۳
۱۷-۱-۷- کاتالیزورهای نانوساختار برای کنترل آلاینده‌های سیستم‌ها.....	۱۸۴
۱۸-۱-۷- نانومواد برای ذخیره انرژی.....	۱۸۵
۱۹-۱-۷- سنتز و تعیین مشخصات نانوسیالات حاوی نانوذرات رسنا برای کاربردهای انتقال حرارت.....	۱۸۶
۲۰-۱-۷- سیالات حرارتی توانمندشده با فناوری نانو.....	۱۸۹
۲-۷- حسگرها.....	۱۹۰
۱-۲-۷- تایرهای هوشمند.....	۱۹۰
۲-۲-۷- حسگرهای هوشمند برای تایرها.....	۱۹۰
۳-۲-۷- مواد هوشمند.....	۱۹۰
۳-۷- روکش‌ها.....	۱۹۲
۱-۳-۷- روکش‌های الکتروکرومیک برای پنجره‌ها.....	۱۹۲

۲-۳-۷- درزگیری و ضد آب کردن سطوح لاک الکی مورد استفاده در صنعت حمل و نقل	۱۹۲
۳-۳-۷- فناوری نانو در ساخت روکش‌های ضد خراش برای خودروها	۱۹۳
۴-۳-۷- روکش‌های فوتوکاتالیزوری برای بخش‌های مختلف خودرو	۱۹۳
۵-۳-۷- روکش‌های ضد خوردگی	۱۹۵
۶-۳-۷- نانومواد برای ساخت روکش‌های نجسب	۱۹۶
۷-۳-۷- روکش‌های نانوذره‌ای برای استفاده در صنایع خودروسازی	۱۹۶
۸-۳-۷- ساخت سطوح فوق‌العاده آب‌گریز خودتمیزشونده	۱۹۷
۹-۳-۷- روکش‌های فوتوکاتالیزوری	۱۹۷
۱۰-۳-۷- کاربرد فناوری نانو در شیشه‌های خودرو	۱۹۷
۱۱-۳-۷- روکش‌های ضد خش	۱۹۸
۱۲-۳-۷- روکش‌های هیبریدی محافظ آلیاژهای آلومینیومی در برابر خوردگی	۱۹۸
۱۳-۳-۷- استفاده از پودرهای نانو بلوری اکسید فلزی در روکش‌ها	۱۹۹
۱۴-۳-۷- استفاده از فیلم‌های فوتوکرومیک و ترموکرومیک در ساخت شیشه جلوی خودرو	۲۰۱
۱۵-۳-۷- فیلم‌های نازک فوتوکرومیک	۲۰۱
۱۶-۳-۷- پنجره‌های هوشمند	۲۰۲
۱۷-۳-۷- روکش‌های نانوساختار ضد مه (بخارگرفتگی)	۲۰۲
۱۸-۳-۷- شیشه‌های ضد مه	۲۰۲
۱۹-۳-۷- آینه‌های ضد بخار ماشین	۲۰۴
۲۰-۳-۷- نانوروکش‌های چندکاره	۲۰۵
۲۱-۳-۷- روکش‌های ضد فرسودگی	۲۰۶
۴-۷- مواد ساختاری	۲۰۷
۱-۴-۷- استفاده از نانوکامپوزیت‌ها برای اندازه‌گیری تقویت و تنش سطوح	۲۰۷
۲-۴-۷- رفتار مربوط به تجزیه فلزات نانوبلوری	۲۰۷
۳-۴-۷- مواد خودترمیم‌شونده	۲۰۸

۴-۴-۷- کامپوزیت‌های خودترمیم‌شونده.....	۲۱۰
۵-۴-۷- تقویت رزین‌های پلیمری با پولک‌های نانورسی.....	۲۱۱
۶-۴-۷- ساخت نانولوله‌های پلیمری عامل‌دارشده با ترکیبات آلی- فلزی.....	۲۱۱
۷-۴-۷- کاربرد مواد و روکش‌های نانوکامپوزیتی در صنایع خودروسازی.....	۲۱۳
۸-۴-۷- چسب‌های مورد استفاده در صنایع خودروسازی.....	۲۱۳
۹-۴-۷- استفاده از نانوکامپوزیت‌ها در تقویت قطعات.....	۲۱۳
۱۰-۴-۷- استفاده از نانوذرات در روان‌کننده‌ها به‌منظور کاهش اصطکاک و فرسودگی... ۲۱۳	۲۱۳
۱۱-۴-۷- اصلاح سطح نانوذرات به‌منظور افزودن خواص هوشمند به مواد مورد استفاده در صنعت خودروسازی.....	۲۱۴
۱۲-۴-۷- پلیمرهای مقاوم در برابر مواد شیمیایی.....	۲۱۴
۱۳-۴-۷- استفاده از نانولوله‌های کربنی برای تقویت قطعات.....	۲۱۵
۱۴-۴-۷- استفاده از نانولوله‌های کربنی در حسگرها و مواد کامپوزیتی.....	۲۱۵
۵-۷- کاربرد فناوری نانو در قطعات داخلی خودرو.....	۲۱۶
۱-۵-۷- منسوجات ضد میکروب.....	۲۱۶
۲-۵-۷- کلیدها و حسگرهای به‌کار رفته در منسوجات.....	۲۱۷
۳-۵-۷- مواد ضد لک.....	۲۱۷
۴-۵-۷- استفاده از نانوالیاف در منسوجات.....	۲۱۷
۵-۵-۷- منسوجات ضد لک.....	۲۱۸
۶-۵-۷- استفاده از روش‌های ضد میکروبی در الیاف مصنوعی و سلولزی دارای نانوخوشه‌های نقره.....	۲۱۸
۷-۵-۷- الیاف پلی‌پروپیلن ضد باکتری.....	۲۱۹
۸-۵-۷- روشی برای ساخت فیلم‌های جذب شده شیمیایی ضد آب، ضد لک و ضد چربی.....	۲۲۰
۹-۵-۷- روکش‌هایی برای منسوجات و سیستم‌های دارای رهایش کنترل‌شده.....	۲۲۰
۱۰-۵-۷- منسوجات دارای الیاف ضد لک و ضد باکتری.....	۲۲۰
مراجع.....	۲۲۳

پیشگفتار

امروزه با جرات می‌توان گفت که نانوتکنولوژی علم فرداست. در این عصر قدرتمندی کشورها همیشه از لحاظ علمی و فن‌آوری مقایسه می‌شود، برای مثال به عقیده بسیاری پیروزی آمریکا در جنگ جهانی دوم به علت تحقیقات انیشتن و بمب اتم بوده‌است. نانوتکنولوژی، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. گستردگی علوم و تکنولوژی نانو موجب تعریف کاربردهای بسیار زیادی در عرصه‌های مختلف علمی و صنعتی شده است. از آنجایی که نانوتکنولوژی به عنوان انقلابی در شرف وقوع، آینده اقتصادی کشورها و جایگاه آن‌ها در جهان را تحت تأثیر جدی قرار خواهد داد؛ بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال پیشرفت، برنامه‌هایی را برای پشتیبانی از فعالیت‌های تحقیقاتی و صنعتی نانو در دست تدوین و اجرا دارند. شواهد موجود نشان می‌دهند که درصد بالایی از بازارهای محصولات مختلف، متکی بر نانوتکنولوژی خواهد بود و به همین دلیل دولت‌ها و شرکت‌های بزرگ و کوچک به دنبال کسب جایگاهی برای خود هستند. حجم بازار محصولات نانوتکنولوژی در سال ۲۰۱۰ میلادی بالغ بر ۱۰۰۰ میلیارد دلار شده است. با توجه به اینکه سهم هر کشور یا بنگاه در زمان شکل‌گیری یک بازار تثبیت می‌شود،

زمان سرمایه‌گذاری برای رسیدن به جایگاه مناسب، همین امروز است. کاربردهای نانوتکنولوژی همراه با هزینه کمتر، دوام و عمر بیشتر، مصرف انرژی پایین‌تر، هزینه نگهداری کمتر و خواص بهتر است. از هم اکنون بازار بزرگی برای به کار گیری مواد جدید در محصولات فعلی در حال شکل‌گیری است، موادی که می‌توانند خواص جدید و فوق‌العاده‌ای به محصولات موجود بخشیده و موجب کاهش قیمت تمام شده آن‌ها شوند. به عنوان نمونه نانو لوله‌های کربنی با وزن بسیار کمتر و استحکام بسیار بیشتر نسبت به موادی چون فولاد، بخش زیادی از صنایع را در آینده تحت تأثیر قرار خواهند داد. قابل توجه است که، به دلیل جدید بودن نانوتکنولوژی، جمهوری اسلامی ایران چندان هم از کشورهای پیشرفته دنیا عقب نیست، در حالی که در بسیاری از تکنولوژی‌ها به دلیل ایجاد شبکه‌های غیر قابل نفوذ شانس چندان برای ما وجود ندارد. برای ورود به عرصه نانوتکنولوژی، داشتن زیر ساخت‌های علمی و صنعتی خاص مثلاً حوزه میکروتکنولوژی لازم نیست. اگرچه این موضوع در ابتدا تداعی می‌شود و بسیاری از افراد این اشکال را به حضور کشور در نانوتکنولوژی می‌گیرند، اما شناخت کافی از زمینه‌های نانوتکنولوژی موبد این مسأله است که بسیاری از محورهای کاربردی نانو، نیاز به پیش نیاز ندارد. تجربه متخصصان داخلی در تولید بعضی مواد و انجام پروژه‌های دیگر این موضوع را مورد تأیید قرار می‌دهد. در سال‌های اخیر نیز کشور خصوصاً در حوزه تولید مقالات معتبر بین‌المللی در این شاخه بسیار موفق عمل کرده است؛ ولیکن حرکت به سمت تولید محصولات نانویی با ارزش افزوده بالا نیازمند تلاش علمی و سرمایه‌گذاری بسیار گسترده‌تری است.

امید است مطالعه و تعمق در مطالب این کتاب و منابع و مراجع آن در درک و توجه بیشتر خوانندگان و اندیشه‌ورزان در این حوزه علمی مفید واقع شود. برای کلیه دانشجویان، اساتید و متخصصان این حوزه علمی در کشور نیز آرزوی موفقیت و پیشرفت داشته و صد البته دعای خیر نویسندگان این کتاب بدرقه تلاش ارزشمند این عزیزان در راستای تولیدات صنعتی با ارزش افزوده بالای نانویی برای میهن سرافرازمان می‌باشد.

از کلیه اساتید و دانشمندانی که در گسترش علم و آگاهی به نحوی نقش داشته‌اند به نیکی یاد کرده و مراتب تشکر و امتنان خویش را به محققین و دانشجویانی که با راهنمایی‌ها و اظهار نظرهای خود، زمینه بهبود این اثر را فراهم خواهند ساخت، اعلام می‌دارد. امید است که این اثر مورد رضایت و خوشنودی باری‌عالی قرار گیرد.

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از زحمات صمیمانه آقای مهندس مهران رستمی در تهیه این کتاب کمال تشکر و قدردانی را نمایند.

با احترام

حمید خرسند - مرتضی امرونی حسینی