مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانـو • گزارش شماره ۸۰

کاربردهای نانـو الیاف در کشـاورزی

ویرایش نخست

سال انتشار: ۱۳۹۴

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو • www.nano.ir

شناسنامه

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهرویژن
نظارت: داود قرایلو
report@nano.ir
تهیه‌کننده: مبناپژوهان فناوری‌های نوین آتیه
composite@nano.ir

تلفن: ۰۲۱-۶۳۱۰۰
نمابر: ۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
پایگاه اینترنتی: www.nano.ir
صندوق پستی: ۳۴۴-۱۴۵۶۵

فهرست مطالب

مقدمه ۳
کنترل آفات ۳
محافظت از دانه‌ها در برابر عوامل مهاجم ۴
استفاده بهینه از کود ۵
شناسایی آلودگی‌های آب ۷
حذف آلودگی‌های آب ۷
تحقیقات در زمینه رشد و نمو بذر ۸
غنی‌سازی خاک با میکروارگانیسم‌ها ۸
وضعیت فناوری تولید نانوالیاف در ایران ۹
نتیجه‌گیری ۱۰

مقدمه

نانو الیاف پلیمری مانند بسیاری از نانومواد دارای مساحت بسیار زیادی هستند. این سطح زیاد موجب افزایش میزان تماس آن‌ها با محیط اطراف و در نتیجه افزایش واکنش‌پذیری و فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی می‌شود. یک مزیت بارز الیاف پلیمری این است که می‌توان ترکیبات مختلفی مانند فرومون‌ها[1]، آفت‌کش‌ها و حتی باکتری‌ها را به راحتی درون ساختار الیاف یا بر روی سطح آن‌ها قرار داد. بنابراین نانوالیاف پتانسیل بالایی در کاربردهای صنایع کشاورزی دارند.

یکی از روش‌های تولید نانوالیاف پلیمری که در ایران به شکل تجاری مورد استفاده قرار گرفته است، روش الکتروریسی است. این روش به شکل بالقوه برای استفاده در زمینه کشاورزی نسبت به سایر روش‌ها مزایایی دارد. تجهیزات تولید نانوالیاف در روش الکتروریسی قابل حمل هستند یا قابلیت تبدیل به حالت قابل حمل را دارند و در صورت اثبات صرفه اقتصادی، می‌توان آن‌ها را در مزارع و باغ‌ها مورد استفاده قرار داد.

در این گزارش به اختصار به هفت مورد از کاربردهای مطرح نانوالیاف در کشاورزی می‌پردازیم.

کنترل آفات

یکی از روش‌های کنترل آفات استفاده از فرومون‌ها و هدایت آن‌ها به سمت تله‌ها است. این رویکرد منجر به کاهش مصرف سموم شیمیایی متداول در جهت کنترل آفات محصولات کشاورزی خواهد شد. از این مواد می‌توان برای تعیین مقدار تراکم آفات، به دام انداختن آفات در تله‌های مخصوص و همچنین گمراه کردن آن‌ها جهت جلوگیری از تولید مثل و تکثیر جمعیت استفاده نمود. این رویکرد در مناطق مختلف ایران مورد استفاده قرار گرفته است. از آفت‌های کنترل شده با استفاده از این تکنیک می‌توان به پروانه کرم سیب در سپیدان، کرم طوقه در گنبد کاووس، حشرات کامل گونه‌های مختلف شب‌پره در سنندج، کرم ساقه خوار برنج در شالیزارهای جویبار، مگس زیتون در استان قزوین، مگس میوه مدیترانه‌ای[2] (شکل ۱) در شیراز و پروانه فری (آفت چوب خوار) در اصفهان اشاره نمود.

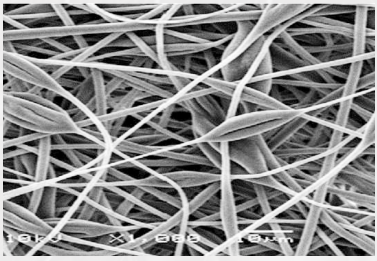
شکل ۱. مگس میوه مدیترانه‌ای

با توجه به سطح ویژه بسیار زیاد در نانوالیاف، استفاده از آن‌ها به منظور آزادسازی فرومون‌ها ایده مناسبی است. تحقیقات در آلمان نشـان داده است که می‌توان از نانوالیاف حاوی فرومون‌ها برای محافظت گیاهان از لوبسیا بوترانا[۳](بید درخت انگور) (شکل ۲) استفاده نمود (شکل ۳). مگس میوه مدیترانه‌ای نیز به شکل موفقیت آمیزی با اسـتفاده از نانوالیاف حاوی فرومون‌ها تحت کنترل درآمده اسـت[۱]. در این روش مگس میوه مدیترانه‌ای جذب الیاف آغشته به مواد شیمیایی (شکل ۴) می‌شود.

الف ب پ

شکل ۲. لوبسیا بوترانا، بید درخت انگور الف) لارو، ب) آسیب وارد شده به انگور و پ) حشره کامل

شکل ۳. نحوه پیاده‌سازی طرح مبازه با لوبسیا بوترانا با استفاده از نانوالیاف در فرایبورگ، آلمان



شکل ۴. تصویر میکروسکوپی از نانوالیاف آغشته به فرومون برای مبارزه به مگس میوه مدیترانه‌ای

محافظت از دانه‌ها در برابر عوامل مهاجم

آغشته‌سازی بذر با استفاده از مواد شیمیایی و بیولوژیکی به منظور جلوگیری از آلوده شدن آن‌ها به ارگانیسم‌های بیماری‌زا، حشـرات و دیگر آفت‌ها روندی مرسـوم است. این فرآیند منجر به کاهش هزینه‌های تولید نهال‌ها، کاهش مصرف بذر و سهولت عملیات کاشت بذر می‌شود. فرآیند الکتروریسی راهکاری جدید برای رهایش کنترل شـده مواد شیمیایی فعال به منظور اصلاح دانه‌ها در اختیار ما قرار می‌دهد. رهایش کنترل شده این مواد مزایـای زیادی دارنـد. از جمله این مزایا عبارتنـد از: ۱ فعال باقی ماندن این مواد در بـازه زمانی طولانی‌تر

۲ کاهش دفعات مصرف، ۳ کاهش هزینه‌ها، ۴ کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از این مواد شیمیایی از طریق کاهش تبخیر، تجزیه، شسته شدن توسط باران و نفوذ آن‌ها به خاک یا آب‌راه‌ها، ۵ تبدیل آفت‌کش‌های مایع به مواد جامد (از طریق کپسوله کردن آفت‌کش مایع درون مواد پلیمری جامد) و سهولت امکان حمل آن‌ها و همچنین کاهش قابلیت اشتعال‌پذیری این مواد.

افزودن یک نوع قارچ‌کش تجاری درون محلول پلیمری و سپس الکتروریسی نانوالیاف بر روی دانه‌های برنج موجب ۸ درصد افزایش در میزان جوانه‌زنی برنج شـده است [۲]. این در حالی است که با این عملیات کیفیت فیزیولوژیک دانه‌ها تحت تاثیر قرار نگرفته‌اند. همچنین افزودن قارچ‌کش به نانوالیاف فرصت اسـتفاده از مواد شیمیایی مختلف را در الیاف مجزا در کنار هم ایجاد می‌کند. به عنوان مثال می‌توان بدون نگرانی از تاثیر مواد شیمیایی مختلف بر روی یکدیگر، آن‌ها را درون الیاف (که در حقیقت به شکل مخزن‌های نگهداری این مواد عمل می‌کنند) قرار داد و به طور هم‌زمان از آن‌ها استفاده کرد.

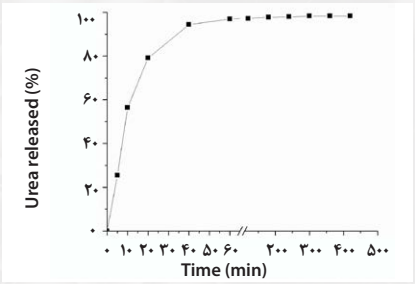
استفاده بهینه از کود

از نانوذرات و نانوالیاف می‌توان به عنوان حامل‌هایی برای کود اسـتفاده کرد. با اسـتفاده از نانوالیاف به عنوان بستری برای قرار دادن کود، احتمال آبشویی و از میان رفتن شبکه‌ای از نانوالیاف در مقایسه با نانوذرات بسیار کمتر است. این ویژگی از طرفی موجب کاهش اتلاف کود نیز می‌شود. بنابراین با صرفه جویـی در مصرف کـود و همچنین ممانعت از آزاد شدن مواد شیمیایی کودها در محیط، این روش در حفاظت از محیط زیست هم موثر است. همچنین در فصل‌های خشک، اسـتفاده از لایـه‌ای از نانوالیاف حاوی کود بر روی خاک حاوی دانه ها می‌تواند تا رسیدن فصل باران بعدی منجر به حفظ خاک شود.

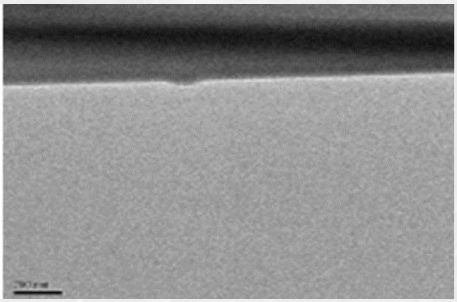
کنترل رهایش کود بارگذاری شـده درون نانوالیاف به عواملـی همچون نحوه بارگذاری کود و نرخ تجزیه و تخریب نانوالیاف در محیط بستگی دارد. مواد مورد استفاده به عنوان الیاف باید در محیط خاک تجزیه‌پذیر و تخریب‌پذیر باشند تا پسماندهای خود را در محیط باقی نگذارند. بنابراین این موضوع ارتباط نزدیکی با صنعت پلاستیک‌های زیست تخریب‌پذیر و پیشرفت‌های این حوزه دارد.

علیرغم تمام مزایای نانوالیاف، این مواد ممکن اسـت از کارایی لازم برخوردار نباشـند. بر اسـاس بررسی‌های انجام شده، نانوالیاف از جنس گلوتن گندم که سطح خارجی آن‌ها به اوره آغشته شده است [۳]، در طی کم‌تر از ۱۰ سـاعت می‌توانند اوره خود را از دسـت بدهند (شکل ۵). این زمان بسـیار کم است و برای افزایش این زمان روش‌هایی به منظور رهایش یکنواخت و طولانی مدت کود در دست توسعه هستند. فناوری نانو گام را از این فراتر نهاده اسـت و روش‌های جدیدتری را ارائه کرده است. امروزه فناوری الکتروریسی ارائه شده توسط شرکت‌های ایرانی و سایر شرکت‌ها در دنیا قابلیت تولید الیاف مغزدار یا به اصطلاح الیاف هسته پوسته (شکل ۶)

را ایجاد کرده است. بخش پوسته می‌تواند به عنوان لایه حفاظت کننده نقش بازی کند و از دست دادن ماده هدف را به تأخیر بیاندازد. با بارگذاری کود در بخش هسته و استفاده از پلیمرهای مناسب برای بخش‌های هسته و پوسته، رهایش کود تا یک ماه و بدون تخریب الیاف به تأخیر می‌افتد[۴]. البته تخریب کامل این الیاف ممکن است تا چند ماه به طول بی‌انجامد (شکل ۷).



شکل ۵. نرخ آزاد شدن اوره از الیاف گلوتن گندم



شکل ۶. نانوالیاف هسته پوسته حاوی کود

شکل ۷. روند تخریب نانوالیاف هسته-پوسته زیست حاوی کود

در مورد استفاده از نانوالیاف در زمینه کود، هنوز ملاحظات فنی وجود دارند و مراکز تحقیقاتی همچنان به دنبال بررسی این موارد هستند. اما آنچه مسلم است، نانوالیاف حاوی کود را می توان به طور از پیش تهیه شده در محیط کشت مورد استفاده قرار داد و یا اینکه این نانوالیاف را به طور مستقیم در محیط کشت تولید و بر روی منطقه مد نظر اعمال کرد.

شناسایی آلودگی‌های آب

پساب‌هایی که از مزرعه‌های نگه‌داری حیوانات و دامداری‌ها به مسیرهای اصلی رودخانه ها سرازیر می‌شوند، عامل آلودگی آب هستند. یک منشا اصلی و طبیعی این آلودگی‌ها خود حیوانات هستند، البته این آلودگی شامل مواد شوینده و ضد عفونی کننده نیز است. اما به دلیل تجمع زیاد این آلودگی در یک منطقه، زندگی سایر حیوانات در سیستم رودخانه مختل می‌شود. به منظور شناسایی میزان این آلودگی‌ها در آب، نانوحسگرهایی در دست توسعه هستند. برخی از این نانوحسگرها بر مبنای فعل و انفعالات شیمیایی و فیزیکی ناشی از وجود گونه‌های خاصی از آلودگی، تغییر رنگ می‌دهند. نانوالیاف پلی‌استایرن حاوی نانوذرات فلزی به عنوان حسگرهای شیمیایی قادر به شناسایی دقیق میزان استرادیول[۴] در آب هستند[۵]. مقادیر زیاد استرادیول بر جنسیت و تولید مثل ماهی‌ها تاثیرگذار است. حساسیت این حسگرها به قدری است که با چشم غیر مسلح امکان شناسایی مقدار ۱۰۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر از استرادیول را به کاربر می‌دهد. این حسگر پس از تماس با استرادیول به رنگ صورتی در می‌آید (شکل ۸). سایر موادی که ممکن است با این حسگر در تماس در آیند، رنگ آن را به قهوه‌ای متمایل می کنند. بنابراین این حسگر ابزاری قابل اعتماد برای شناسایی استرادیول است.

شکل ۸. روند تغییر رنگ نوار حسگری پلی‌استایرن حاوی نانوذرات فلزی از چپ به راست با افزایش میزان استرادیول از ۵۰ng/ml تا ۱۰۰۰ µg/ml (اولین تصویر از سمت راست مربوط به نوار حسگری قبل از قرار گرفتن در معرض استرادیول است.)

حذف آلودگی‌های آب

استفاده از نهاده‌هایی مانند کودها و آفت‌کش‌ها به منظور افزایش میزان محصولات، کشاورزی را به منبعی برای تولید آلودگی و اشاعه آن در محیط تبدیل کرده است. این خطر محصولات کشاورزی را نیز تهدید می کند. به عنوان مثال علف‌کش‌ها که برای محدود کردن رشد علف‌های هرز استفاده می‌شوند، ممکن است با آلوده‌سازی منابع آب مورد استفاده برای آبیاری، جوانه‌زنی دانه‌ها را نیز محدود کنند. استفاده از این مواد به طور مستقیم و غیر مستقیم می‌تواند سلامتی انسان را نیز تهدید کند. آفت‌کش‌های باقی مانده بر روی محصولات کشاورزی، تهدیدی مستقیم برای مصرف‌کننده این فرآورده‌ها به شمار می‌آیند. همچنین مقادیر اضافه‌تر آفت‌کش‌ها از

طریق شسته شدن وارد آب رودخانه‌ها شده و اکوسیستم زندگی انسان را به هم می‌ریزند.
به منظور حذف آلودگی‌های ناشی از علف‌کش‌ها می‌توان از نانوالیاف استفاده نمود. به عنوان مثال نانوالیاف از جنس زین[۵] و پلی‌اورتان که بر روی آن‌ها مولکول‌های لاکاز[۶] تثبیت شده است، توانایی حذف کلروکسوران[۷] را دارند. کارایی این سیستم تا ۲۵ بار استفاده مجدد حفظ می‌شود[۶].
در بسیاری از موارد که آب‌های مورد استفاده در کشاورزی به آلودگی‌های صنعتی مانند رنگ‌های شیمیایی آلوده هستند، حذف این آلاینده‌ها چالش بزرگی محسوب می‌شود. فیلترهای مبتنی بر نانوالیاف به خوبی توانایی حذف این آلودگی‌ها را دارند.
همچنین در روش‌های کشت گلخانه‌ای، توجه زیادی به بهینه‌سازی استفاده از آب می‌شود. در این مجموعه‌ها تلاش می‌شود تا آب مصرف شده پس از تصفیه، مجدداً مورد استفاده قرار گیرد. فیلترهای مبتنی بر نانوالیاف در حذف میکروب‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها از آب عملکرد مناسبی دارند.

تحقیقات در زمینه رشد و نمو بذر

اهمیت درک چگونگی رشد دانه‌ها و درک تأثیر محیط بر رشد ریشه محققان را به استفاده از فناوری‌های جدید در این زمینه از تحقیقات واداشته است.

در مطالعاتی که به طور متداول بر روی رشد ریشه انجام می‌شود، از کانال‌های میکروسیالی شفاف استفاده می‌شود. در این موارد غشاهای پلیمری متداول که به روش ریخته‌گری ساخته می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. از طرفی یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر رشد ریشه، دمای محیط پیرامون آن است. یکی از مشکلات مهم در استفاده از این غشاهای ریختگی، تنظیم دمای اطراف ریشه است. فناوری نانو در اینجا نیز راه حلی قابل ارائه دارد. غشاهای ساخته شده از الیاف الکتروریسی شده پلی‌اتیلن اکساید، در تنظیم دمای محیط اطراف ریشه بسیار مؤثر اند. این غشاها در مقایسه با غشاهای متداول مورد استفاده در این مطالعات که با ضخامت‌های یکسان ساخته شده‌اند، کارایی بهتری دارند [۷]. در غشاهای نانولیفی با افزایش زمان الکتروریسی که منجر به افزایش ضخامت غشا می‌شود، به راحتی می‌توان میزان عایق بودن غشا را تغییر داد. به این ترتیب سرعت رشد بذر نیز قابل کنترل خواهد بود.

غنی‌سازی خاک با میکروارگانیسم‌ها

باکتری‌ها و میکروب‌ها نقش مهمی را در اکوسیستم خاک بازی می‌کنند. وجود انواع خاصی از باکتری‌ها و میکروب‌ها برای سلامتی برخی از محصولات کشاورزی بسیار مهم است. نانوالیاف الکتروریسی برای

کپسوله کردن میکروب‌ها و وارد کردن آن‌ها به خاک بسیار مفید هستند. این کار موجب افزایش میزان میزان غلظت میکروارگانیسم‌ها در اطراف ریشه و در نتیجه افزایش میزان رابطه همزیستی موفقیت‌آمیز بین میکروارگانیسم و ریشه می‌شود. در نتیجه کارایی میکروارگانیسم‌ها بهبود می‌یابد. برای مثال با استفاده از نانوالیاف پلی‌وینیل‌الکل (PVA) می‌توان باکتری ریزوبیا[۸] را کپسوله کرد. بنابراین ریزوبیا در محیط PVA قرار می‌گیرد و از تنش‌های محیطی مانند تغییرات دما و از دست دادن آب مصون می‌ماند. در واقع پلیمر PVA این باکتری را حفظ می‌کند و مدت زمان ماندگاری آن را برای ایجاد رابطه همزیستی و فعل و انفعالات لازم افزایش می‌دهد. ریزوبیا عامل تثبت نیتروژن است. با استفاده از این رویکرد، میزان بیشتری از ریزوبیا پس مدت زمان مشخص در محیط باقی می‌ماند. همچنین بر اساس بررسی‌های انجام شده در مورد گیاه سویا، استفاده از ریزوبیا در حالت کپسوله شده در نانوالیاف و در حالت عادی، هیچ تفاوتی در میزان عملکرد این باکتری در تنظیم و تثبیت نیتروژن ندارد. این موضوع نشان دهنده این است که استفاده از فناوری کپسوله کردن در نانوالیاف مزاحمتی برای فرآیند تثبیت نیتروژن ایجاد نمی‌کند. بنابراین این رویکرد، یک روش قابل اتکا برای ذخیره‌سازی و در دسترس قرار دادن باکتری ریزوبیا است [۸].

وضعیت فناوری تولید نانوالیاف در ایران

با شروع موج فعالیت‌های مرتبط با فناوری‌نانو در ایران محققان متعددی به پژوهش بر روی ویژگی‌ها و کاربردهای این نانوالیاف متمرکز شدند. بسیاری نیز تلاش کردند تا تجهیزات تولید نانوالیاف را در کشور بسازند. امروزه خطوط صنعتی تولید نانوالیاف و تولید محصولات مبتنی بر نانوالیاف (مانند فیلترهای خودرو، فیلترهای نیروگاهی و ماسک‌های سلامت) در ایران توسعه پیدا کرده‌اند. در این میان می‌توان به مجموعه‌های صنعتی زیر اشاره نمود:

ردیف	نام مجموعه	محصول
۱	شرکت فناوران نانومقیاس	دستگاه الکتروریسی و تجهیزات مربوطه
۲	شرکت فناوران تجهیزات نانوآزما	دستگاه الکتروریسی و تجهیزات مربوطه

نتیجه‌گیری

تکنولوژی تولید نانوالیاف در سال‌های اخیر در ایران توسعه پیدا کرده است و مراکز پژوهشی مختلفی با ساخت دستگاه‌های تولید این نانومواد به بررسی این شاخه از فناوری‌نانو پرداخته‌اند. همچنین چند شرکت در ایران دستگاه‌های تولید این نانوماده را به شکل تجاری تولید کرده‌اند و چند شرکت محصولاتی مبتنی بر نانوالیاف را وارد بازار نموده‌اند. از طرفی بر اساس مطالعات پژوهشی آکادمیک و صنعتی انجام شده در سطح جهان، استفاده از نانوالیاف در بخش‌های مختلف کشاورزی می‌تواند موجب کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی، کاهش آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، افزایش تولیدات کشاورزی و دستیابی به محصولات کشاورزی سالم‌تر گردد. توانایی استفاده از پلیمرهای زیست سازگار و زیست تخریب‌پذیر نیز پشتوانه مناسبی برای توسعه این کاربردها بوده است.

پی‌نوشت‌ها

۱ فرومون‌ها (pheromones)یا هورمون‌های جا به جا شونده ترکیبات شیمیایی پیچیده‌ای هستند که از برخی موجودات زنده ترشح می‌شوند و دیگر موجودات از همان‌گونه قادر به دریافت آن هستند. این مولکول‌ها سبب ایجاد عکس‌العمل‌های خاص، تغییرات رفتاری و یا اصلاحات بیولوژیکی در خود موجود یا اطرافیان آن می‌شود.

۲ Ceratitis capitata

۳ Lobesia botrana

۴ Estradiol or 17β-estradiol نوعی از هورمون‌های جنسی است.

۵ Zein پروتئین موجود در ذرت

۶ Laccase یک آنزیم اکسیداز حاوی مس است که در بسیاری از گیاهان، قارچ‌ها و میکروارگانسیم‌ها یافت می‌شود.

۷ chloroxuron یک ترکیب آلی با فرمول شیمیایی که به عنوان علف‌کش استفاده می‌شود.

۸ Rhizobia باکتری موجود در خاک که با ریشه گیاهانی مانند حبوبات رابطه همزیستی ایجاد کرده و از این طریق میزان نیتروژن گیاه را تامین می‌کند.

مراجع

۱ Nanofibers as a Vehicle for the Synthetic Attactant TRIMEDLURE to be Used for Ceratitis capitata Wied: (Diptera, Tethritidae) Capture - Pages 40-47_R. Bisotto-de-Oliveira, B. C. De Jorge, I Roggia, J. Sant'Ana and C.N. Pereira_DOI: http://dx.doi.org/10.6000/1929-5995.2014.03.01.6_J. Res. Updates Polym. Sci. Vol 3, No 1 (2014) p. 40-47

۲ Innovative Rice Seed Coating (Oryza Sativa) with Polymer Nanofibres and Microparticles Using the Electrospinning Method - Pages 33-39_Letícia M.F. Castañeda, Cayane Genro, Isabel Roggia, Stefan S. Bender, Renar J. Bender and Cláudio N. Pereira_ DOI: http://dx.doi.org/10.6000/1929-5995.2014.03.01.5_ J. Res. Updates Polym. Sci. Vol 3, No 1 (2014) p. 33-39

۳ Castro-Enriquez D D, Rodriguez-Felix F, Ramirez-Wong B, Torres-Chavez P I, Castillo-Ortega M M, Rodriguez-Felix D E, Armenta-Villegas L, Ledesma-Oasuna A I. Preparation, Characterization and Release of Urea from Wheat Gluten Electrospun Membranes. Materials 2012; 5: 2903

۴ Kampeerapappun P, Phanomkate N. Slow Release Fertilizer from Core-Shell Electrospun Fibers. Chiang Mai J Sci 2013: 40: 775

۵ B O, Degni S, Torto N. Electrospun fibre colorimetric probe based on gold nanoparticles for on-site detection of 17β-estradiol associated with dairy farming effluents. Water SA 2015; 41: 27

۶ Palvannan T, Saravanakumar T, Unnithan A R, Chung N J, Kim D H, Park S M. Efficient transformation of phenyl urea herbicide chloroxuron by laccase immobilized on zein polyurethane nanofiber. Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic 2014; 99: 156

۷ Jiang H, Jiao Y, Aluru M R, Dong L. Electrospun Nanofibrous Membranes for Temperature Regulation of Microfluidic Seed Growth Chips. Journal of Nanoscience and Nanotechnology 2012; 12: 1(J. Nanosci. Nanotechnol. 12, 6333-6339 (2012))

۸ Damasceno R, Roggia I, Pereira C, Sa E. Rhizobia survival in seeds coated with polyvinyl alcohol (PVA) electrospun nanofibres. Can. J. Microbiol. 2013; 716

مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»

مجموعـه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری‌نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم‌افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری‌نانو در صنایع «نفت»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت‌وساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ – www.nanosun.ir

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است

- کاربرد فناوری‌نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربرد فناوری‌نانو در عایق‌های رطوبت
- کاربرد فناوری‌نانو در لوله‌های بی‌صدای فاضلاب
- حذف آلاینده‌های آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی
- کاربرد فناوری‌نانو در صنعت ساختمان
- استفاده از غشاء نانولوله کربنی جهت نمک‌زدایی و تصفیه آب
- کاربرد فناوری‌نانو در کاشی و سرامیک
- غنی‌سازی محصولات کشاورزی با نانوکودهای کلاته آهن و روی
- کاربرد فناوری‌نانو در فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت خام
- خشک کردن انجمادی پاششی
- کیتوسان پلیمری زیست‌تخریب‌پذیر در سامانه‌های دارورسانی
- فناوری‌نانو و بتن‌های ویژه
- کاربرد فناوری‌نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربردهای فناوری‌نانو در بخش انتقال شبکه برق‌رسانی
- فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی
- نقش فناوری‌نانو در ارتقای کیفی سیمان و مصالح پایه‌سیمانی
- روش تغییر شکل پلاستیک شدید (SPD) در تولید فلزات نانوساختار
- آلیاژسازی و فعال‌سازی مکانیکی، فناوری تهیه نانومواد
- منسوجات ضد میکروب
- کاربرد فناوری‌نانو در سازه‌های بتنی هوشمند با قابلیت خود ترمیم شوندگی
- لوله‌های حرارتی و کاربردهای آن در انتقال انرژی حرارتی
- کاربرد فناوری‌نانو در بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی
- نانوحسگرها جهت پایش شاخص‌های حیاتی بدن
- سیستم یون‌زدایی خازنی (CDI)
- کاربرد نانو در متالورژی پودر فلزات
- کاربرد فناوری‌نانو در پوشش‌های ضد نقش و ضد نوشتار
- میکرو/نانو حباب در صنعت آب و فاضلاب
- استفاده از نانوذرات پلیمری بر پایه PLGA برای دارورسانی هدفمند
- کاربرد فناوری‌نانو جهت گندزدایی از آب به روش ازوناسیون
- تصفیه آب با استفاده از غشاء سرامیکی نانو فیلتراسیون
- کاربرد فناوری‌نانو در گچ ساختمانی
- تصفیه آب با استفاده از غشاهای نانوالیاف
- کاربرد فناوری‌نانو در صنعت آب
- کاربردهای فناوری‌نانو در منسوجات خانگی
- فناوری‌نانو در تصفیه پساب صنعت نساجی
- نانوحسگرهای پایش کیفیت آب
- نانوحسگرهای مورد استفاده در صنایع غذایی و آشامیدنی
- فولادهای نانوساختار
- فناوری‌نانو و محیط‌های کنترل شده کشت (CEA)
- نانوحسگرهای تشخیص سموم کشاورزی
- کاربرد فناوری‌نانو در شیشه‌های هوشمند
- نانوآفت‌کش و اثر آن در کنترل آفات
- کاربرد فناوری‌نانو در صنعت مقره
- کاربردهای فناوری‌نانو در صنایع غذایی
- کاربردهای فناوری‌نانو در روغن‌های روان‌کننده
- نانو افزودنی‌های سوخت