



کاربردهای فناوری نانو در مهندسی کشاورزی

مرتضی رنجبر¹، مجتبی رنجبر²، مسعود زاده باقری³

1- دانشجوی کارشناسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، 2- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هسته ای، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز، 3- عضو هیات علمی، بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز

چکیده

علم و فناوری نانو، توانایی بدست گرفتن کنترل ماده در ابعاد نانومتری (مولکولی) و بهره برداری از خواص و پدیده های این بعد در مواد، ابزارها و سیستم های نوین است. این تعریف ساده خود دربرگیرنده معانی زیادی است. به عنوان مثال فناوری نانو با طبیعت فرا رشته ای خود، در آینده در برگیرنده همه ی فناوری های امروزی خواهد بود و به جای رقابت با فناوری های موجود، مسیر رشد آنها را در دست گرفته و آنها را به صورت «یک حرف از علم» یکپارچه خواهد کرد. ورود فناوری نانو به عرصه کشاورزی نوید تحولی عظیم و بنیادی در آنها را می دهد، تحولی که می تواند جهان را از نظر اقتصادی و علمی دچار تغییرات فراوانی سازد. از کاربردهای عمده این فناوری در کشاورزی و صنایع وابسته می توان به تولید نانو ذرات، رونوشت از DNA، ساخت بسته بندی های جدید متناسب با تغییرات غذا، تولید بیوسنسورهای جدید جهت شناسایی پاتوژن ها، نانوغذاهای، انتقال سلولی، تولید آنزیم هایی با ویژگی خاص نانو، نانو کریستال ها، نانو کاتالیست ها، استفاده از نانو تیوپها در غذا، تولید غذاهای سالم و جداسازی فاکتورهای ضد تغذیه ای از آنها، تولید غذاهایی با ارزش تغذیه ای بالا و منابع محدود، تولید داروهای گیاهی جدید، تولید سموم و کودهای نانو مقیاس و با دوام و اثر گذاری بیشتر، تبدیل مواد زائد کشاورزی به ذرات با مقیاس نانو برای استفاده در صنایع میکرو با حساسیت بالا و نانو کامپوزیت ها اشاره کرد. فناوری نانو یک مهندسی نوین و تواناست که پتانسیل تسریع انتقال ما را از وضعیت موجود به صنایع پایدار آینده را دارد. در این مقاله برخی جنبه های مختلف کاربرد فناوری نانو در علوم کشاورزی و صنایع وابسته کاربردهای فناوری نانو در شاخه های مهندسی کشاورزی بررسی و ارائه گردیده است.

واژه های کلیدی: فناوری نانو، مهندسی کشاورزی، مواد نانو، اختراعات نانو، صنایع غذایی

مقدمه :

تحقیق و توسعه هدفمند، برای درک و دستکاری و اندازه گیریها مورد نیاز در سطح موادی با ابعاد در حد اتم، مولکول و سوپرمولکولها را فناوری نانو می گویند. این مفهوم با واحدهایی از یک تا صد نانومتر، همبستگی دارد. کاربرد فناوری نانو یک عرصه در حال ظهور است. با این حال میتوان در موارد مهمی همچون صنایع غذایی اثرات علمی تری از خود بر جای بگذارد. چندین دیدگاه مختلف در نانوتکنولوژی وجود دارد که می تواند در علوم کشاورزی و صنایع غذایی، کاربرد داشته باشد. به عنوان مثال امنیت زیستی تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، سیستمهای آزاد کننده دارو بر علیه بیماریهای شایع، حفظ سلامتی و حمایت از محیط زیست از جمله کاربردهای این علم می باشد (1) رابطه میان فناوری نانو و علوم کشاورزی در زمینه های زیر قابل بررسی است (2):



- 1- نیاز به امنیت در کشاورزی و سیستم های تغذیه ای
 - 2- ایجاد سیستم های هوشمند برای پیشگیری و درمان بیماریهای گیاهی
 - 3- خلق وسایل جدید برای پیشرفت در تحقیقات بیولوژی و سلولی
 - 4- بازیافت ضایعات حاصل از محصولات کشاورزی
- در اینجا در مورد بسیاری از کاربردهای احتمالی که امکان پذیرش در محصولات کشاورزی و غذا و علوم دامی دارند، به تفکیک رشته تحصیلی مهندسی کشاورزی بحث می کنیم .

بیو مهندسی نوکلیک اسید (NAB) :

امروز تعداد زیادی از ابزارهای نانومتری از موادی چون سیلیکون با استفاده از فرآیند قلم زنی (Etching) انجام میشود. این روش مهندسی نوین بر پایه تکنیک "پائین به بالا" که از اصول مهندسی نانو است اسقرار می یابد. در این تکنیک با کاربرد DNA به عنوان اجزاء سازنده مواد با استفاده از ذراتی با شکل مناسب قادر به تولید واحدهای بزرگتر می باشد. نانوسیم ها (Nanowires) و غشاهای نانوی یکی از همین اجزاء قابل تولید می باشند. بنابراین بیو مهندسی نوکلیک اسید میتواند به عنوان یک جایگاه مناسب برای تولید مواد مناسب و مفید در بیوتکنولوژی صنایع غذایی تلقی شود (3).

ایجاد گلخانه های کم هزینه تر با صرفه جویی در مصرف انرژی و دوام بیشتر اسکلت در برابر رطوبت :

نگارندگان معتقدند میتوان با تولید سیستم های آنالیز قابل حمل، کنترل لحظه به لحظه سلامتی گیاه را در گلخانه امکانپذیر نمود، البته بایست این نکته را به خاطر داشت که تحقیقات در زمینه ای که بتواند ما را به مسیری سوق دهد که امکان کشت و کار آسان و ارزان محصولات کشاورزی برای بشر امکان پذیر باشد، هنوز در مرحله جستجو و پیگیری می باشد. تا آنجا که اطلاعات در دسترس ما می باشد شواهد نشان میدهد که دانشمندان سرگرم به کار گیری از نانو سنسورها و مواد در مقیاس نانویی در استحام اسکلت گلخانه هستند. پس فراموش نکنید نانو گلخانه به معنای این نیست که ما گلخانه حداقل 5000 متری را به مقیاس نانو ببریم! ولی میتوان به ذکر این نکته بسنده نمود که: میتوان گلخانه را کوچکتر نمود و همزمان بازده در واحد سطح را افزایش داد (4).

سنتز سیلیس نانو کریستالی از سبوس برنج :

سیلیس (SiO_2) در صنایعی چون الکترونیک، سرامیک و پلیمر بکار گرفته می شود (5). در سال های اخیر نانو ذرات سیلیس کاربرد وسیعی در زمینه های مختلف مانند ساخت تراشه های حافظه با اندازه نانو، هید مغناطیسی، رنگدانه ها، کاتالیزورها، پوشش های مستحکم صنعتی، داروها، عایق های حرارتی و الکتریکی داشته اند (6). در حال حاضر تولید نانو ذرات سیلیس با استفاده از روش هایی همچون واکنش در فاز بخار (Vapor phase reaction)، سل ژل و تجزیه حرارتی (Thermal decomposition) امکان پذیر است اما بدلیل گران بودن تجهیزات و یا پایین بودن نرخ تولید این روش ها با محدودیت های زیادی مواجه بوده اند (7). سبوس برنج به عنوان یکی از ضایعات محصول برنج معمولاً کاربرد خاصی داشته ولی همانطور که در جدول (1) آمده است دارای درصد نسبتاً خوبی از سیلیسیم می باشد (8).



ساختار سبوس شامل دو قشر داخلی و خارجی می باشد. قشر داخلی ساختاری الیاف مانند دارد که می تواند به صورت سلولی (لانه زنبوری) نیز مشاهده شود در حالیکه قشر خارجی بصورت برجسته و پرزمانند بر روی لایه الیافی است (تصویر 1).

از لحاظ ترکیب شیمیایی قشر داخلی دارای درصد کربن بیشتر و قشر خارجی اکسیژن و سیلیسیم بیشتری دارد (9). با توجه به بافت سبوس، توزیع یکنواختی از سیلیسیم در ساختاری متشکل از 80 درصد مواد آلی می تواند در ایجاد سیلیس با دانه بندی بسیار ریز موثر باشد. مزیت تولید سیلیس نانو کریستالی از سبوس برنج این است که می توان از ماده اولیه ارزان قیمتی، ماده ای با ارزش افزوده نسبتاً بالا بدست آورد.

کود های نانو کپسوله :

با استفاده از نانو ذرات و نانو کپسول ها می توان کودهایی با رهایی کنترل شده یا تاخیری تولید نمود. همچنین جذب کودهایی که با این ابعاد تولید می گردند، راحت تر شده و نسبت به کودهای رایج تاثیر بیشتری دارند. علاوه بر آن می توان کودهای شیمیایی زیست سازگار ایجاد کرده و از آلودگی محیط زیست و شوری بیش از حد خاک پرهیز نمود (4).

آفت کش های نانو به شکل امولسیون :

امروزه آفت کش هایی با ماده مؤثر نانومقیاس به بازار راه یافته اند. بسیاری از شرکت های شیمی کشاورزی پیشتاز در جهان، فعالیت های تحقیق و توسعه خود را به سمت گسترش فرمولاسیون های جدید نانو مقیاس هدایت می کنند؛ برای مثال شرکت BASF آلمان، که رتبه چهارم شرکت های شیمی کشاورزی و بزرگ ترین شرکت شیمیایی دنیا را به خود اختصاص داده است، توان بالقوه و مفید فناوری نانو را در تولید فرمولاسیون آفت کش ها مورد تأیید قرار داده و در این رابطه دست به انجام تحقیقات پایه ای را زده است. این شرکت پتنتی را تحت عنوان «نانوذرات به عنوان عامل محافظت از محصولات کشاورزی» ارائه کرده، که در آن از جزء فعال با اندازه ایده آل بین ده تا 150 نانومتر استفاده شده است. این ترکیب دارای مزایایی چون حلالیت آسان تر در آب، پایداری بیشتر و قدرت آفت کشی بهینه است. یکی دیگر از شرکت های پیشرو در این زمینه، شرکت Bayer Crop Science آلمان است که دومین شرکت بزرگ تولیدکننده آفت کش در سطح جهان محسوب می شود. این شرکت نیز پتنتی را ارائه نموده که در آن از شکل امولسیون با پایداری ترمودینامیکی و دارای جزء فعال نانو مقیاس در حدود ده تا 400 نانومتر استفاده شده است (10). این شرکت پتنت خود را تحت عنوان میکروامولسیون غلیظ نام نهاده و مزیت هایی نظیر کاهش مقدار استفاده، تاثیرگذاری سریع تر، قابل اعتمادتر، طولانی تر و گسترده تر را برای آن مدعی شده است. شرکت سینجنتا (Syngenta) نیز که اداره مرکزی آن در سوئیس واقع است، در شمار بزرگ ترین شرکت های شیمی کشاورزی قرار دارد. این شرکت سومین شرکت تولید بذر دنیا است و از گذشته به فروش محصولات آفت کش فرموله شده به صورت امولسیون با جزء فعال نانو مقیاس مبادرت می نموده، که تنظیم کننده رشد Primo MAXX و قارچ کش Banner MAXX از آن جمله است. این شرکت مدعی است که این محصولات ذراتی به کوچکی حدود صد نانومتر دارند، و به همین دلیل باعث گرفتگی فیلترهای مخازن اسپری نشده و با آب کاملاً مخلوط می شوند؛ به طوری که داخل مخزن اسپری ته نشین نمی گردند (11). قارچ کش Banner MAXX حتی بعد از گذشت یک سال از آب جدا نمی شود، در حالی که قارچ کش های دارای ذرات فعال با اندازه بزرگتر، نوعاً جهت جلوگیری از کلوخه شدن هر دو



ساعت یک بار نیاز به هم زدن دارند. سینجنتا اعلام داشته که اندازه ذرات این فرمولاسیون حدود 250 مرتبه کوچک تر از ذرات آفتکش معمولی است. براساس ادعای شرکت مذکور، ماده مؤثره این فرمولاسیون به داخل سیستم گیاه جذب و به وسیله باران یا آبیاری نیز شسته نمی شود (12). همچنین شرکت Agropharm، به عنوان یک شرکت پیشرو انگلیسی، محصولی با فرمولاسیون نانوامولسیون با نام Agrodelta به بازار ارائه کرده است که به علت استفاده از فناوری نانو در تولید آن، این امولسیون بسیار تأثیرگذارتر از نمونه‌های معمول می‌باشد (13).

نگهداری طولانی مدت مواد غذایی به کمک فناوری نانو :

یک ظرف پلاستیکی که در آن از نانوذرات نقره استفاده شده است، مواد غذایی را در طولانی مدت کاملاً تازه نگه می‌دارد. این کار حاصل همکاری فناوری نانو با صنعت بسته‌بندی است. از زمانی که محققان وعده حل معضل اصلی صنعت مواد غذایی را داده‌اند، فناوری نانو بسیار مورد توجه این صنعت قرار گرفته است. تحقیق و توسعه در این صنعت شامل مواردی از قبیل سیستم‌های توزیع مواد غذایی، روش‌های بهینه سازی ظاهر مواد غذایی مانند رنگ، بو، مزه و... می‌باشد. در بخش بسته‌بندی غذا، خواص ویژه حرارتی و مکانیکی نانومواد مورد مطالعه قرار دارند تا با استفاده از آنها محافظت بهتر مواد غذایی از گزند عوامل خارجی، مانند اثرات میکروبیولوژیکی، شیمیایی، گرمایی و مکانیکی، صورت گیرد. ظروف جدیدی تولید شده در شرکت Sharper Image در آمریکا، دارای نانوذرات نقره‌ای با خاصیت ضد باکتری است. به ادعای این شرکت، ظروف تولیدی آنها مواد غذایی را سه تا چهار برابر تازه تر نسبت به حالت معمولی نگه می‌دارد. این ظروف قادر هستند میوه‌ها، سبزیجات، داروها، نان، پنیر، سوپ، سس، و گوشت را در طولانی مدت بدون تغییر رنگ، مزه و خواص غذایی‌شان نگهداری کنند. نقره ذاتاً خاصیت آنتی باکتریال، ضدکپک، و ضد قارچ دارد. لذا با استفاده از این ظروف، در مقایسه با ظروف معمولی، در 24 ساعت اولیه میزان رشد باکتری‌ها 98 درصد کاهش می‌یابد. هر چند که نگرانی دانشمندان و افکار عمومی در مورد اثرات این فناوری بر سلامتی و عدم شناخت طبیعت آن باعث توسعه کند این فناوری در صنایع غذایی شده است، مطابق مطالعه شرکت آلمانی Helmut Kaiser، فروش جهانی محصولات فناوری نانو در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی و نوشیدنی از رقم 150 میلیون دلار در سال 2002 به 860 میلیون دلار در سال 2004 رسیده است. این شرکت آلمانی پیش بینی کرده است که فناوری نانو 25 درصد تجارت بسته‌بندی مواد غذایی در دهه آینده را تغییر خواهد داد و بازار آن به 30 میلیارد دلار در سال خواهد رسید (14).

صنعت بسته بندی :

اکسیژن مسئله سازترین عامل در بسته بندی مواد غذایی است زیرا این عنصر باعث فساد چربی مواد غذایی و همچنین تغییر رنگ آنها میشود. در این پلاستیک جدید نانوذرات به صورت زیگزاگ قرار گرفته اند و مانند سدی مانع از نفوذ اکسیژن می شوند. به بیان دیگر مسیری که گاز باید برای ورود به بسته طی کند طولانی می شود. به همین خاطر مواد غذایی در این بسته ها تازگی خود را بیشتر حفظ می کنند (تصویر 2).

فناوری نانو با استفاده از فرایندهای طبیعی زیستی، شیمیایی و فیزیکی در بازیافت مواد باقیمانده از محصولات کشاورزی و تبدیل آنها به انرژی و یا مواد شیمیایی صنعتی نیز نقش دارد. به طور مثال از زمان برداشت پنبه تا تولید پارچه بیش از 25% الیاف به ضایعات تبدیل می شوند (15). در دانشگاه کرنل در آمریکا روشی تحت عنوان «ریسندگی الکتریکی» ابداع شد (تصویر 3).



با استفاده از این روش از ضایعات پنبه محصولاتی مانند کلافهای پنبه و نخ البته با کیفیت پایین تر تولید میکنند (تصویر 4). دانشمندان علوم پلیمر از این روش برای تولید نانو فیبرها از سلولز که 90% الیاف پنبه را تشکیل می دهد استفاده کرده اند و الیافی کمتر از 100 نانومتر تولید کرده اند که 1000 بار کوچکتر از الیاف فعلی است (16). یکی از کاربردهایی که برای این الیاف ریز سلولزی بیان شده جذب آفت کش ها و کودهای شیمیایی از محیط برای جلوگیری از ورود آنها به اکوسیستم و رها کردن مجدد این مواد در محیط در مواقع مورد نیاز است (15).

تشخیص بیماری و درمان دامها :

تصور امکان تزریق نانوپارتنیکها به دامها و فعال شدن تدریجی ماده موثر همراه با این نانوذرات در بدن حیوان برای از بین بردن و تخریب سلولهای سرطانی، افق تحقیقاتی جدیدی را به روی محققان باز کرده است. محققان دانشگاه رایس مراحل مقدماتی کاربرد نانوشلها را برای تزریق به جریان خون ارزیابی کردند (17). این ذرات نانو به گیرنده های غشاسلولهای سرطانی متصل می شوند و با ایجاد امواج مادون قرمز باعث بالا رفتن دمای سلولهای مذکور به 55 درجه و ترکیدن و از بین رفتن تومورهای موجود می گردند. همچنین نانوپارتنیکهایی که از اکسیدهای آهن ساخته می شوند، با ایجاد امواج مگنتیک در محل استقرار سلولهای سرطانی باعث از بین بردن این سلولها می شوند. یکی از اساسی ترین محورهای تحقیقاتی کنونی، توسعه سیستمهای رها سازی DNA غیرزنده، با بازدهی مناسب و با حداقل هزینه و عوارض جانبی و سمی می باشد، که در ژن درمانی مورد استفاده قرار می گیرند.

شرکت های استفاده کننده از فناوری نانو در علوم کشاورزی :

برخی شرکت ها در زمینه نانو کشاورزی فعالیت می کنند . اما بسیاری از آنها هنوز محصول خود را به بازار عرضه نکرده اند (جدول 2) . مثلا فناوری آنالیز زیستی و آشکارسازی شرکت های مواد شیمیایی بایر ، داو ، Genecor و BASF که در بخش پزشکی و داروسازی فعالیت می کنند، می توانند کاربردهایی در زمینه کشاورزی داشته باشند (18).

وعده های فناوری نانو در کشاورزی و صنایع وابسته :

مولکول های پروتئین نوعی مولکول هستند که در مواد خوراکی مانند سیب زمینی وجود دارند، در عصر فناوری نانو این مولکول ها برای تولید مولکول های شبیه به خود اتم های موجود در خاک، آب و هوا را جذب می کنند و سیب زمینی سازند، تولید غذاهای مولکولی و خاتمه دادن به خشکسالی و قحطی، بطور نمایی، همراه با دقت اتمی، غذا می تواند از اتم های خام در همان نانو عمومی سنتز شود . استیک جوجه ویا بره نیم پز را خودمابه کمک مولکول ها و اتم ها بوجود می آوریم ، بدون آنکه حیوانی را ذبح کنیم (19) . بوجود آوردن گیاهان و حیواناتی که نسل آنها منقرض شده اند، همه نمونه هایی از وعده های فناوری نانو می باشد (20). در آینده می توان ویژگی های مطلوب را از طریق مهندسی ژنتیک در مورد خوراکی جاسازی کرده و از این طریق طعم غذاها را بهبود بخشید، هم چنین می توان مقاومت گیاهان را در برابر بیماری افزایش داد و عمر آن ها را در محل کشت و مصرف ، طولانی تر کرد و رشد آن ها را سریعتر نمود و حتی در محیط های نامساعد کاشت. تادر شوره زارها، با آب کمتری آب و هوای سردتر رشد کنند. ماحتی توانایی تغییر شرایط آب وهوایی را خواهیم داشت و شاهد ابداع درختانی خواهیم بود که رشد آن ها بهینه و ساختارشان برای کاربردهای ویژه ای همچون الوار، خمیر کاغذ، میوه یا جداکننده های کربن (برای کاهش پدیده گرم شدن کره زمین) مناسب باشد. در نتیجه مواد غذایی اصلاح شده به روش ژنتیک ، تغذیه را بهبود بخشیده و در عین



حال مصرف آفت کش ها و آب راکاهش می دهند. غذاهایی که مصرف می کنیم روز به روز از حالت طبیعی خارج شده و مهندسی تر می شوند (21). فناوری نانو بهروری کشاورزی را برای جمعیت های بالاتر میسر می کند. بازگرداندن 90% از زمین های زراعی به وضعیت طبیعی خود و به کارگیری گلخانه ها با کارکرد بالا که تقریباً 10% زمین های زراعی فعلی را می پوشانند و جمعیت جهان را تغذیه می کنند، فیزیکی دیگر از وعده های فناوری نانو می باشد. در عصر نانو میلیون ها کیلومتر مربع زمین به ساکنین بومی جهان برگردانده می شود و از انقضای و نابودی بیشتر جانوران و گونه های گیاهی جلوگیری می شود (22). فناوری نانو علمی جدید است که می خواهد مضراتی که علوم مصنوعی در عالم کنونی گذاشته را از بین برده و از راه طبیعی جهان را تبدیل به بهشت کند، بطوری که زندگی برای تمام مردم از کودک تا بزرگ لذت بخش و راحت شود (23). انقلاب صنعتی برای اشخاص ساکن روی این سیاره این توانایی را ایجاد می کند. که از این پس نیازی به بریدن درختان جنگل ها و فرستادن دودشان به هوا نشوند و این پیمان فناوری نانو است. آیا شما چوب می خواهید؟ کدام یک را ترجیح می دهید: چوب درخت ماهون، ساج، آلبالو، چوب سخت و راه راه یا هر چیز خارجی دیگر هیچ مشکلی نیست، فقط نرم افزار خود را برای چوب مورد دلخواه پاک کنید و مواد خام تغذیه ای را روشن کنید و دکمه GO را فشار دهید (20).

منابع:

- (1) Scott N.R. & Chen H. (2002). Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems. National planning workshop, 18-19 November, Washington, DC. Website: www.nseafs.cornell.edu (accessed on 4 June 2005).
- (2) [Http://www.nanoclub.ir/modules.php?name=News&file=categories&op=newindex&catid=1](http://www.nanoclub.ir/modules.php?name=News&file=categories&op=newindex&catid=1)
- (3) Norman S., (2003) Nanoscale Science and engineering for agriculture and food systems, a report submitted to US cooperative state research, Education and Extension Service
- (4) خبرنامه فناوری نانو در ایران - سال سوم - شماره 64 - نیمه دوم تیرماه 1383 - صفحه 28-31
- (5) L.Sun, K. Gong, Ind. Eng. Chem. Res., 40(2001) 5861
- (6) Hostol.AL. Justus. BL and Johnston, TL phys. Lett., Oct.2004,683
- (7) P.A Tanner, B.Yan, H.zhang, J.Mater.Sci.35(2000) 4325
- (8) De souza M.F; Batista P.S.; Liorio, J.B.L. Processo de extracao de silica coatida na casca e na planta do arroz, Brizilian patent
- (9) R. V.Krishnarao, M.M.Godkhinidi, ceram, Int. 18(1984) 243
- (10) Bayer's US Patent Application no. 20040132621, Microemulsion concentrates
- (11) http://www.engageagro.com/media/pdf/brochuer/primomaxx_10pgbrochure_english.Pdf
- (12) http://www.engageagro.com/media/pdf/brochuer/bannermaxx_brochure_english.Pdf
- (13) <http://www.agropharm.co.uk>
- (14) [Http://www.foodproductiondaily-usa.com/news/ng.asp?n=67672-nanotechnology plastic](http://www.foodproductiondaily-usa.com/news/ng.asp?n=67672-nanotechnology%20plastic)
- (15) "Electrospinning Nanofibres Can Turn Waste Into New Products." AZoNano - The A to Z of Nanotechnology. 10 September 2003. New York State College of Human Ecology at Cornell. 25 March 2005 <http://www.azonano.com/details.asp?ArticleID=181>
- (16) Down on the Farm: The Impact of Nano-scale Technologies on Food and Agriculture." ETC Group. 23 November 2004 1-68 30 March 2005
<http://www.etcgroup.org/documents/ETC_DOTFarm2004.pdf>
- (17) Hirsch L.R., Stafford R.J., Bankson J.A., Sershen S.R., Rivera B., Price R.E., Hazle J.D., Halas N.J. & West J.L.(2003). - Nanoshell-mediated near-infrared thermal therapy of tumors under magnetic resonance guidance. *Proc. natl Acad. Sci. USA*, 100 (23), 13549-13554



(18) گذری بر کاربردهای فناوری نانو به همراه درخت صنعت نانو - ویرایش اول - مهر 1383 - فضای جهانی - شماره 2/1 - دبیر خانه ستاد توسعه فنلوری نانو در ایران - 147 صفحه

(19) <http://www.zyvex.com/nano>

(20) <http://www.nanozine.com/nanogear.htm>, Henry Miller, M.D., Fellow at Stanford

(21) University's Hoover Institution; June 17, 1999, The Nanotechnology Ecology

(22) NanoTechnology Magazine

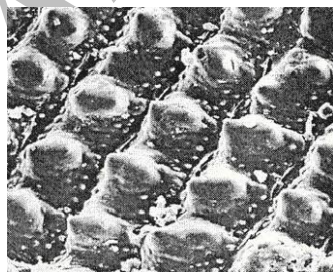
(23) MOLECULAR MANUFACTURING DEVELOPMENT AND TECHNOLOGY PLANNING by : David R. Forrest

جدول 1- آنالیز سیبوس برنج

| درصد | ترکیب |
|-------|--------|
| 55-60 | سلولز |
| 20-22 | لیگنین |
| 18-20 | سیلیس |

جدول 2- شرکت های استفاده کننده از فناوری نانو در علوم کشاورزی

| فعالیت | شرکت |
|---|----------|
| از فناوری FLAMEL توسعه یک فرمول بندی برتر برای علف کش مخلوط خود استفاده می کنند | FLAMEL |
| فناوری نانو کپسول سازی آنها جهت رسانش علف کش توسط MONSANTO ارزشیابی شده است | MONSANTO |

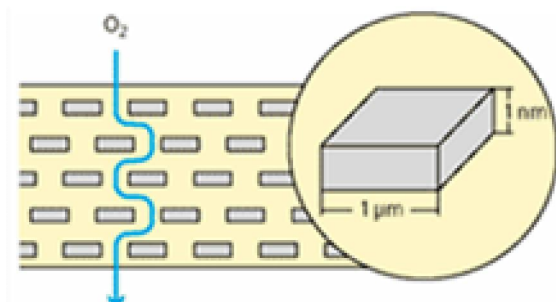


ب- لایه خارجی

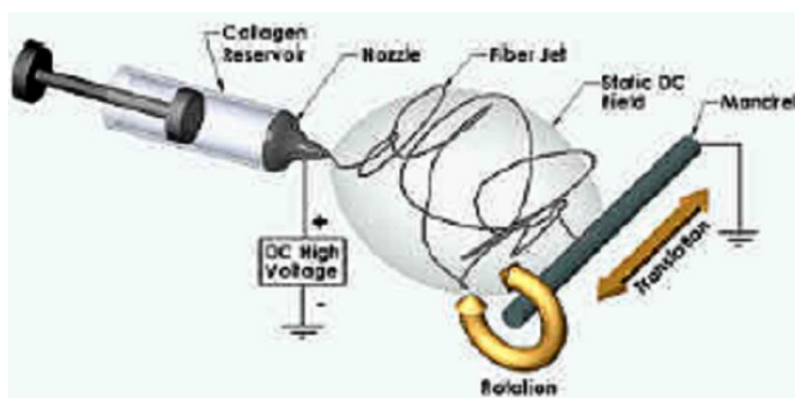


الف- لایه داخلی

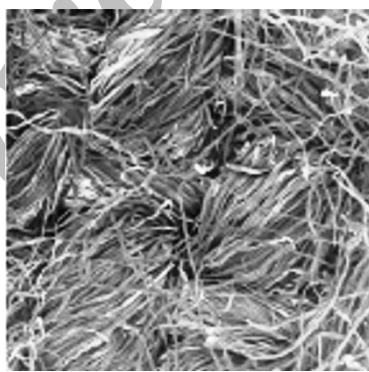
تصویر 1- ساختار سیبوس



تصویر 2- با طولانی کردن مسیر حرکت مولکولهای اکسیژن، مواد غذایی دیرتر فاسد می شوند



تصویر 3- ریسندگی الکتریکی



تصویر 4- نانو الیاف



Applications of nanotechnology in agriculture engineering

Morteza Ranjbar¹, Mojtaba Ranjbar², Masoud Zadeh Bagheri³

1-Student of Horticulture, Islamic Azad University Shiraz, 2- MSc Student of Nuclear Engineering Shiraz University, 3- Department of Horticulture Sciences, Islamic Azad University Shiraz

Abstract

Nanotechnology and nano science are defined as the ability to take control of substances in the nano scale (molecular) and taking advantage of properties and phenomena of this scale in substances, devices and modern systems. This simple definition covers many different facts. For instance, nanotechnology with its imper disciplinary nature will in near future embody all todays technologies and instead of competing with them it will take a leading role in the process of their growth, and will integrale them as ((A letter of science)). The application of nanotechnology in the field of agriculture augurs an up coming great and fundamental change in agriculture which in turn brings about many scientific and economic changes. Some of the main applications of this technology in agriculture and the dependent industries can be enumerated as; producing nano particles, DNA copnig, producing new packages in accordance with food changes, producing new biosensors to reveal patogens, producing nano food, cellular transference, producing enzymes with specific nano properties, nano crystals, nano catalysts, applying nano tubes in food, producing healthy food and isolating highly new herbs, producing more effective and resistant fertilizers and poisons, converting agricultural waste to nano scale particles for being used by highly sensitive micro scale industries and in nano composites. Nanotechnology is a modern engineering which would expedite our transference from the present situation to the stable industries in the future. In this article some of the different aspects of the application of nanotechnology in agricultural sciences and the dependent industries, with due regard to different branches of agricultural engineering, are dicussed and presented

Key words : Nanotechnology, Agricultural engineering, Nano material