



کاربرد نانوتکنولوژی در علوم کشاورزی

سیده ندا سیف، محمد جواد محمدی

دانشجویان کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم

چکیده

طی چند دهه اخیر شکل جدیدی از فناوری بنام نانوفناوری ارائه شده است. این علم تا کنون تحول عظیمی را در زمینه های کشاورزی، صنعت، محیط زیست و ... ایجاد کرده است. با توجه به اینکه یکی از بخش های مهم در توسعه اقتصاد هر کشور، بخش کشاورزی است، استفاده از این دانش در علوم کشاورزی بسیار مورد توجه قرار گرفته است و توانایی به فعل رساندن بسیاری از پتانسیل های بالقوه کشاورزی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران را داراست. از کاربردهای عمده این تکنولوژی در کشاورزی و صنایع وابسته می توان به تولید ذرات نانو سیلور، تولید نانوکامپوزیت های خاک رس، تولید بیوسنسورهای جدید جهت شناسایی پاتوژنها، تبدیل مواد زاید کشاورزی به انرژی و غیره اشاره کرد لذا در این مقاله چند کاربرد عمده این تکنولوژی در علوم کشاورزی به اختصار بحث میشود.

واژه های کلیدی: نانوتکنولوژی، بیوسنسور، نانو سیلور، میکروفلوئیدیک

مقدمه

در سال 1959 ریچارد فاینمن برنده جایزه نوبل طی مقاله ای اعلام کرد روزی خواهد رسید که ماده را در مقیاس اتم تولید کنیم. جمله معروف او با عنوان " فضای بسیار زیاد در مقیاس پایین " چهار دانشمند دیگر را بر آن داشت که با ساخت موادی در مقیاس اتم، تحولی شگرف در زندگی بشر ایجاد نمایند. نانو در زبان یونانی به معنای کوچک است، این واژه برای تعیین یک میلیاردیم، یک کمیت به حساب می آید و برای مطالعه روی ذرات اتمی و مولکولی به کار می رود. همان گونه که ابزارهای مکانیکی باعث ایجاد چیزی فراتر از نیروی فیزیکی خود می شوند، دانش نانو تکنولوژی ما را در مرحله ای فراتر از محدودیت اندازه هایی که به طور طبیعی موجود است، قرار می دهد (8،9).

این دانش امکان کنترل کامل بر ساختار فیزیکی ماده را در اساسی ترین سطوح آن فراهم می آورد. برای ساخت مواد در ابعاد نانو دو روش وجود دارد: روش اول روش بالا به پایین یا روش شکستن مواد بزرگ و ایجاد مواد کوچک است. در تفکر یونانی مواد قابل تجزیه به واحدهای کوچکتر بوده و در نهایت به واحدهای غیرقابل تجزیه ای بنام اتم می رسیم. در این روش برای ساخت مواد نانو از تجزیه مواد بزرگتر استفاده می گردد تا به ابعاد نانو برسیم. روش دوم روش پایین به بالاست. این روش از بهم پیوستن اتم ها و مواد نانو بدست می آید. نانو تکنولوژی تقسیم بندی های مختلفی دارد که یکی از مناسبترین تقسیم بندی ها مربوط به مطالعات دانشگاه رایس می باشد که طی این



تقسیم بندی فناوری نانو به سه دسته فناوری نانو مرطوب، فناوری نانو خشک و فناوری نانو محاسبه ای تقسیم بندی می شود (15).

از مثالهای کاربرد نانوتکنولوژی، استفاده از نانو ذرات برای مانیتور کردن وضعیت سایش ماشین آلات و استفاده از ذرات در ابعاد نانو برای تولید مواد با ویژگی رهایش انتخابی است. برای مثال پوسته های خاصی به عنوان نگهدارنده کود و یا مواد شیمیایی تهیه شده که پس از دفن آنها در خاک، با تغییر رطوبت، مواد غذایی، اسیدیت و ... از خود عکس العمل نشان داده و پس از پاره شدن پوسته محتویات آن رها می شود. از ریز ذره ها می توان در کشاورزی و صنایع غذایی استفاده کرد که مثال ویژه این مورد استفاده از دی اکسید تیتانیوم می باشد. این ماده کاربردهای زیادی در تصفیه آب رنگ، بو و گندزدایی، به عنوان فتوکاتالیست برای تعدیل جذب نور در گیاهان کویری و همچنین تهیه فیبرهای ضد باکتری دارد (7).

با استفاده از نانوتکنولوژی می توان حرکات و فرایندهای خارجی حشرات و افات را ثبت کرد و همچنین می توان اطلاعات هواشناسی را اعم از درجه حرارت و میزان رطوبت به ویژه در مناطق صعب العبور ثبت کرد. از دیگر کاربردهای نانوتکنولوژی استفاده از ذرات نانو آهن در تصفیه خاک است. در این روش پس از تزریق نانو ذرات آهن به بخش های آلوده خاک این ذرات در آبهای سطحی شناور شده و باعث زدودن آلاینده ها می شوند. از دانش نانو می توان در تولید بذرهایی با عملکرد بیشتر و هزینه تولید کمتر استفاده کرد (13).

نانوسیلور

نقره از قدیم به عنوان یکی از عوامل میکروب کش کاربرد داشته است. با بهره گیری از فناوری نانو می توان ذرات نقره را در ابعاد نانو ایجاد کرد و بدین طریق با کمترین غلظت ممکن می توان خاصیت ضد میکروبی را از این فلز شاهد بود. با توجه به اینکه نانو ذرات نقره باعث توقف تبادل اکسیژن می شوند، می توان از این خاصیت آنها در مبارزه با باکتری ها استفاده نمود. علاوه بر این یون های نقره عامل بازدارنده ای در برابر آنزیم های باکتری ها دارند و نیز باعث جلوگیری از اتصال باکتری ها به DNA می شوند. مکانیسمهای مختلفی برای تاثیر نقره بر میکروارگانیسمها وجود دارد که همین تعدد مکانیزم ها از سازگارشدن و مقاوم شدن میکروبهها نسبت به ذرات نقره جلوگیری می کند.

یکی از این مکانیسم ها، مکانیزم کاتالیستی است که قرار گرفتن ذرات نانوسیلور بر روی پایه های نیمه هادی مانند TiO_2 و یا SiO_2 باعث می شود که پایه های نیمه هادی به دلیل کاهش سرعت الکترونهای بین لایه ظرفیت و لایه هدایت اتم به حالت پایداری از حضور حفره های مثبت و تراکم الکترون می رسند، در نتیجه ذره مانند یک پیل عمل کرده و منجر به اکسید شدن اتم اکسیژن و هیدرولیز آب می شود که به ترتیب از این فرایندها یون O_2^- و OH^+ تولید می شود. هر دو از بنیان های فعال در گروه اکسیژن فعال هستند و از جمله قوی ترین عوامل ضد میکروب محسوب می شوند. در مکانیزم یونی Ag^+ به مرور زمان از ذرات نانوسیلور آزاد می شود و در نتیجه واکنش جانشینی باندهای SH در جداره میکروارگانیسم به باندهای SAg تبدیل می شوند و پیامد آن، تلف شدن میکروارگانیسم خواهد بود (7).

علاوه بر موارد ذکر شده ذرات نقره باعث اکسید کردن عوامل بیماری زا، اختلال در تنفس میکروب ها، توقف تبادل اکسیژن و در نتیجه مبارزه با باکتری ها، شکستن پیوندهای مولکولی سولفور در میکروب ها، ایجاد میدان الکتریکی



در سلولها، اکسید کردن و از بین بردن ویروسها می شود. اخیرا کلوئیدهای نانوسیلور با خصوصیات از قبیل ضد باکتری، ضد قارچ و ضد ویروس قوی بودن، موثر بودن در غلظت پایین، عدم ایجاد مقاومت در انواع میکرو ارگانیسم ها، سازگاری با محیط زیست و عدم خوردگی فلزات، تولید شده اند. در کلوئیدها بایستی بتوان ذرات را که در بستر کلوئید حل نم میشوند به صورت یکنواخت در داخل بستر پخش کرد به نحوی که ذرات رسوب ندهند. هرچه سایز ذرات معلق کوچکتر باشد، سطح مخصوص بیشتری داشته و در نتیجه تاثیر آنها افزایش می یابد. از مزایای استفاده از نانوسیلورها می توان به موارد زیر اشاره کرد: کنترل عوامل پاتوژن در محیط کشت و در گلخانه ها، ضد عفونی ابزارآلات کشاورزی و بذر، کاربرد در مواد بسته بندی پلاستیکی و در نتیجه بهبود ماندگاری میوه و سبزی، کنترل آفات و بیماری ها در محیط کشت گیاهان و... (15، 18، 7).

کاربرد نانو ذرات رس در بسته بندی مواد غذایی

نانو تکنولوژی طراحان و سازندگان مواد بسته بندی را قادر می سازد تا این مواد را در مقیاس مولکول تولید کنند. با کاربرد نانوساختارهای مختلف می توان مواد پلاستیکی را ایجاد نمود که انواعی از نفوذپذیری را در برابر گازها و بخار آب دارند. پلیمرهای نانوکامپوزیت شامل رزین های ترموست و ترموپلاستیک هستند که به عنوان پر کننده کاربرد دارند. پر کننده ها شامل نانوتیوبها، فلزات، اکسیدهای نانو مقیاس و نانوذرات رس هستند که از میان آنها کامپوزیت های نانورسی برای بسته بندی های نفوذ ناپذیر بیشترین کاربرد را دارند. مواد معدنی به کار رفته در نانو کامپوزیت ها شامل بنتونیت، نانورس و مونت موریلونیت است (11).

تولید نانو کامپوزیتها از 3 روش ترکیب محلول القا شده، فرایند ذوبی و پلیمریزاسیون این سیچو انجام می شود. در روش اینسیچو یک ماده پیش پلیمری را بین لایه های رسی وارد کرده و پهن می کنند و سپس لایه های رسی را درون ماده زمینه با پلیمریزاسیون می پاشند. در روش فرایند ذوبی خاک رس با پلیمر در حین ذوب شدن ترکیب می شود. در ترکیب محلول القا شده از یک حلال، رسها در محلول پلیمری بارگیری و پخش می شوند. این روش دارای موانعی از قبیل قیمت بالای حلال های مورد نیاز و مشکل بودن جداسازی فاز حلال از فاز محلول است و از نظر ایمنی و سلامت برای انسان مشکل ساز خواهد بود. پلیمرهای نانورسی دارای استحکام و شفافیت زیاد بوده، قابل بازیافتند و در برابر آتش مقاومت دارند، از مهمترین خصوصیات آنها نفوذ ناپذیری در برابر گازهاست و به مین دلیل عطر و طعم محصول مدت زمان زیادی حفظ می شود (6، 3). نانو ذرات رس که در ترکیب مواد بسته بندی استفاده می شوند، صفحات بی نهایت کوچک و نامنظمی هستند که تقریبا یک نانومتر ضخامت و 100 نانومتر قطر دارند. پخش شدن این صفحات درون پلاستیک باعث ایجاد مسیر مارپیچی برای حرکت گازها شده و در نتیجه عبور آنها را کند می کند و بهمین دلیل از تغییر رنگ و فساد مواد غذایی جلوگیری می شود (5).

بیوسنسورها

بیوسنسورها ابزارهایی هستند که به منظور آشکار سازی سیستم های زنده به همراه ترکیب کردن اصول زیستی به کار می روند به بیان واضحتر بیوسنسورها ابزارهای تحلیلی هستند که شامل سه بخش بیولوژیکی، مبدل و آشکارگر فیزیکوشیمیایی هستند که سیگنال های الکترونیکی را به سیگنال های قابل تشخیص تبدیل می کنند. نحوه عمل بیوسنسورها به این صورت است که تنها مکمل جزء بیولوژیک وارد واکنش می شود و آشکارگر این حالت را به فرم یک پیام الکتریکی و یا نوری اندازه گیری می کند. افزایش غلظت مولکول باعث افزایش میزان سیگنال می شود.



سیستم ایمنی بدن، حس بویایی و چشایی از الگوهای بیوسنسورها هستند. بیوسنسورها در ابعاد نانو کمترین آسیب را به بافت ها وارد می کنند و کمترین زمان ممکن در تشخیص صرف می شود و بدون احتیاج به جداسازی قابلیت تشخیص سوبسترا را دارند و بعلاوه کاربرد آنها بسیار ساده است (16). از بیوسنسورها در ساخت ماشین آلات هوشمند و به منظور مبارزه مکانیکی - شیمیایی با علف های هرز استفاده می شود. ساخت گلخانه های هوشمند و سموم و کودهایی با رهایش کنترل شده از کاربردهای بیوسنسورها است. استفاده از سموم عمدتاً در زمانی صورت می گیرد که علائم آفت همچون تغییر رنگ برگها و اندام گیاهی قابل مشاهده باشند، در نتیجه با سریعترین اقدامات هم مقداری از محصول از بین می رود. نانو حسگرهای زیستی ابزارهایی هستند که به کمک آنها می توان در همان مراحل ابتدایی ورود بیماری، آنها را شناسایی و در نتیجه برای کنترل آنها اقدام نمود (16,4).

نانوحسگرها شامل ترکیبات زیستی همچون یک سلول، آنزیم و یا آنتی بادی متصل به یک مبدل انرژی هستند و قادرند تغییرات ایجاد شده در محیط اطراف خود را گزارش کنند. این گزارش توسط سیگنال هایی که مبدل انرژی متناسب با مقدار آلودگی تولید می کند توسط گیرنده ها دریافت می شوند. در صورت تجمع زیادی عامل بیماری در اطراف این حسگرها سیگنال هایی قوی فرستاده شده و حضور آلاینده ها در محیط، ظرف چند دقیقه قابل تشخیص است. بیوسنسورها بر حسب جزء بیولوژیک به دو دسته پروتئینی و غیر پروتئینی تقسیم بندی می شوند. در بیوسنسورهای پروتئینی جزء بیولوژیک آنزیم و یا آنتی بادی است که به عنوان جزء بیوکاتالیک ثابت شده بر سطح برای شناسایی سوبسترای هدف به کار می روند. در بیوسنسورهای غیر پروتئینی جزء بیولوژیک مولکولی است که لیگاند های آن بر اساس میل ترکیبی انتخابی با آنالیت وارد واکنش می شوند، جزء بیولوژیک در این حالت می تواند DNA یا RNA باشد. اغلب از DNA تک رشته ای به عنوان کاوشگر استفاده می شود که آن را بر سطح مشخص ثابت می کنند (14).

بیوسنسورها را بر حسب آشکارگر فیزیکی شیمیایی و مبدل به 3 نوع بیوسنسورهای نوری، الکتروشیمیایی و پیزوالکتریک تقسیم بندی می کنند. بر هم کنش آنالیت هدف و جزء بیولوژیک توسط مبدل به یک سیگنال قابل اندازه گیری تبدیل می شود. بیوسنسورهای الکتروشیمیایی از طریق واکنش های اکسایش - کاهش عمل می کنند. از هیبرید شدن DNA دو رشته ای با مولکول هدف و در نتیجه افزایش سیگنال های اکسایش - کاهش، در پارامترهای الکتروشیمیایی از قبیل ضریب هدایت و یا ظرفیت الکتریکی تغییراتی ایجاد می شود و سیستم آشکارگر این تغییرات را تشخیص می دهد. بیوسنسورهای الکتروشیمیایی کاربرد زیادی در تشخیص توالی های اختصاصی در DNA دارند و به دلیل سازگاری بالا و تکنولوژی ساختار برتر از کارآمدترین سنسورهای تشخیص DNA محسوب می شوند (14). در بیوسنسورهای نوری، مبدل، فیبر نوری است که در انتهای آن جزء بیولوژیک نصب شده است و به دلیل انحنایی که در قسمت داخلی مبدل ایجاد می شود، نور از محلی به محل دیگر هدایت می شود. در بیوسنسورهای مغناطیسی از نانو ذرات مغناطیسی از قبیل Fe_3O_4 و انواع فریت های آهن استفاده می شود. کاربرد این نانو ذرات باعث جداسازی آنالیت مورد نظر و در نتیجه تشخیص آن می شود و بدین ترتیب می توان مولکولهای زیستی مختلف را جداسازی، تخلیص و یا تغلیظ کرد.

یکی از کاربردهای بیوسنسورها مبارزه با بیماری های باکتریایی است. برای این منظور جزء بیولوژیک در سنسور آنتی بیوتیک است. بدین صورت که آنتی بیوتیک را به صورت شیمیایی بر سطح نانوکره ها متصل می کنند. این نانوکره ها حلالیت دارو را در آب افزایش داده و به عنوان یک منبع غذایی توسط باکتری مصرف می شود. آنتی



بیوتیک با غلظت بالا درون باکتری آزاد می شود. از بیوسنسورها برای آشکار سازی آلودگی های آب و محیط زیست نیز استفاده می شود. وجود نانو ذرات در بیوسنسورها باعث افزایش قدرت تشخیص آلودگی می شوند. یکی دیگر از کاربردهای بیوسنسورها ردیابی فلزات سنگین است. علاوه بر این با استفاده از بیوسنسورها می توان میزان نیترات موجود در محیط را مشخص کرد. بدین منظور، می توان از باکتری ها به عنوان سنسور استفاده کرده و به همراه یک مبدل الکتروشیمیایی، N_2O را از NO^{-2} و NO^{-3} بدست آورد (12,4).

سطوح بیولوژیکی انتخابی

سطوح بیولوژیکی توانایی خاصی در جذب و یا دفع میکروارگانیسم ها دارند. این سطوح در توسعه سنسورهای بیولوژیکی، کاتالیست ها، آشکارسازها و تولید سیستم های بسته بندی هوشمند مواد غذایی و کشاورزی اهمیت زیادی دارند. در بیوسنسورها در فرایندهای بیولوژیکی طبیعی برای ایجاد مواد با ترکیبات مطلوب از مواد خام معین استفاده می شود مثل تولید مواد کامپوست از زواید گیاهی و حیوانی. بیوپردازش در مقیاس نانو بر روی کاربرد تکنولوژی های در مقیاس نانو برای بیوپردازش با کارایی بیشتر تاکید دارد. کاربرد پروب های مولکولی یا توسعه وسائلی که امکان شناسایی میکروبیها در مواد خام را فراهم می کند مثال هایی از تحقیقات در مقیاس نانو است که می تواند کارایی بیوپردازش را افزایش دهد (1).

میکرو سیالات

در مقیاس کوچک، جابجایی سیالات از طریق کانالهایی در حد میکرون است و به دستکاری دقیق و کنترل محیط سیال در اطراف سلول های میکروسکوپی کمک می کند. این تکنیک در جهت آنالیز مواد با استفاده از نمونه های با حجم بسیار کم کاربرد دارد. میکروفلوئیدیک بزرگتر از نانو تکنولوژی بوده و اما تلفیق جهان خشک نانو با دنیای مرطوب میکروفلوئیدیک ها امروزه در علوم دامی و اصلاح دام به میزان قابل توجهی روش تلقیح سنتی درون شیشه را تسهیل کرده است. با تلفیق سیستم های میکروسیال با فناوری های دیگر نمونه برداری امکان مصرف کمتر معرفها، حساسیت بالاتر و تسریع زمان آنالیز و کاهش هزینه های ساخت و انرژی فراهم می شود (1).

نتیجه گیری

تکنولوژی یک عامل مهم تاثیر گذار در تمام سطوح اقتصاد، در کشورهای پیشرفته به ویژه امریکاست. حضور فناوری نانو در هر یک از رشته های علمی و صنعتی می تواند انتظارات را برای تحول در نتایج علمی و صنعتی و در نهایت شیوه زندگی مردم داشته باشد. این علم کاربردهای فراوانی در اکثر علوم منجمله صنعت کشاورزی دارد و در آینده ای نزدیک، نقش آن در برنامه های اقتصادی دنیا بسیار تاثیر گذار خواهد شد. نانو در حوضه هایی چون کشاورزی، مواد غذایی، محیط زیست و ... به کار گرفته می شود و این گستردگی باعث می شود که آینده با فناوری نانو به جلو پیش برود. در تعریف دنیای امروزی ف کشاورزی صنعتی است که از ابزارها و مکانیزاسیون مدرن استفاده می کند و شیوه های مناسب کاشت، داشت و برداشت را در اختیار دارد تا تولید بالا و اقتصادی را داشته باشد. با توجه به نوپا بودن این علم، فاصله ایران از سایر کشورهای توسعه یافته بسیار کمتر از علوم دیگر است. بنابراین با در نظر گرفتن پتانسیل های فراوان صنعت کشاورزی در ایران، بدون شک با برنامه ریزی و سرمایه گذاری در جهت کاربرد این فناوری، می توان در مسیر توسعه و پیشرفت کشور گام برداشت.



- 1 – Arnall, A.H. (2003) "Future Technologies", Today's Choices, A report for the Greenpeace Environmental Trust.
- 2 – Barry, R. and Ivanove, D. (2004), Microfluidic in biotechnology.
- 3 – Brauer, S., (2003), "The polymer nanocomposite industry.
- 4 – Castillo, J., Gaspar, S., Leth, S. (2004). Biosensors for life quality design.
- 5 – Downing, A., (2005), "polymer nanocomposites are the future"
- 6 – Ducruet, V., Fournier, N., (2001), Influence of packaging on the aroma stability of strawberry syrup during shelf life.
- 7 – H Liu, W. (2006). Nanoparticles and their biological and environmental application.
- 8 – Johnson, A., (2005), "Agriculture and nanotechnology.
- 9 – ETC group, (2004), "Down on the farm; The impact of Nano - Scale Technologies on Food and agriculture"
- 10 – Kokini, J. L., (2003), "Nanotechnology: A new frontier in food science".
- 11 – Leaversuch, R., (2001), Nanocomposite broaden roles in automotive barrier packaging plastic technology.
- 12 – Jianrong, C. (2004). Nanotechnology and biosensors.
- 13 – Norman, R.S and C.Hongda (2002). Nanoscale science and engineering for agriculture and food system.
- 14 – Wang, J. (2000). Survey And Summary From DNA biosensors to gene chips.
- 15 – Norman S., (2003). Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems.
- 16 – Patel, D.P., (2002). Biosensors for measurement of analytes implicated in food safety.
- 17 – Tarver, T. (2003), Nanotechnology A New Frontier in food science.
- 18 – Warad, H. C., (2004). Nanotechnology in agriculture and food systems.