معاونت فرهنگی و اجتماعی
دانشگاه الزهرا(س)

کوانتوم دات

فصلنامه علمی دانشجویی

کوانتوم دات

شماره سوم- تابستان ۱۴۰۲

فصل‌نامه علمی دانشجویی کوانتوم‌دات - تابستان ۱۴۰۲- شماره سوم

صاحب امتیاز: انجمن نانوتکنولوژی دانشگاه الزهرا (س)

مدیرمسئول: زهرا ناصری

سردبیر: زهرا ناصری

هیات تحریریه: سایه اسماعیل مقدم، امیرحسین اسدی، زهرا اصغری‌نژاد، زینب پرتواعلم، مریم پورشهباز زودلی، سارا حبیبی، یاسمین حسین زاده، حسین سلمانی، فرناز ظاهری، ضحی عالمی، مبینا عبادی، فاطمه فاطمیان، آرمیتا فتحی، ملیکا فخریه، آرزو قدیری،نسترن کردی، زهرامحمدجعفری، فاطمه مطلبی، رضوان سادات‌میرکریمی، ثنا میرمطلبی، مهدیه نظری الوارسی

ویراستاری: زهرا شیرزاد، فرناز ظاهری، مهشید گودرزی، زهرا ناصری، آرمین جمشیدی، احمدرضا صحرانورد سیاهمزگی

صفحه آرا :صدف ابوئی

طراح جلد: صدف ابوئی

نقاش دیجیتال: یاسمین رزاقی

پادکست خوان: زهرا ناصری

استاد راهنما : سرکار خانم دکتر شکوفه گرانمایه

کارشناس نشریات: سرکار خانم نعمتی

باتشکر از جناب دکتر عبدالحمید علیزاده و تمامی اساتید و عزیزانی که ما را در انتشار این شماره یاری کردند.

کوانتوم دات در فضای مجازی ...

quantum.dot_alzahra

quantumdot_journal

quantumdot.journal.alz@gmail.com

https://castbox.fm/va/5309388

سخن مدیر مسئول ۵

انقلاب صنعتی بعدی از آن نانو است؟ ۶

یک نانو ذره در خمیر دندان شما ۹

حسگرهای نانوژنراتوری در ورزش ۱۵

رنگ موهای خود را به نانو بسپارید ۱۶

نانو ذره سیلیکای متخلخل ۲۲

قانون نانو ۳۱

معرفی دانشمند ۴۲

مصاحبه با جناب دکتر عبدالحمید علیزاده ۴۶

کتابخانه کوانتوم دات ۵۳

پیوند نانو و مکانیک ۵۵

یک آسمان آبی ۶۱

کلید کشف جنایت ۶۵

نانوکامپوزیت های پلیمری ۶۸

میلیون ها ترانزیستور در کنار هم ۷۸

دریچه‌ای به دنیای نانو با نرم افزار ImageJ ۸۶

سرتونین در نبرد با ibs ۹۱

نانوکامپوزیت ها را در بدن خود جستجو کنید ۱۰۱

بافتی به سبک الکتروریسی ۱۰۷

نگاهی به جدیدترین روش‌های درمان سرطان با محلول های نانویی ۱۱۵

نانو ساختار از دل طبیعت تا چرخ‌های صنعت ۱۱۹

سخن مدیر مسئول

همراهان عزیز کوانتوم دات سلام ...

نانوتکنولوژی با استفاده از تلاش‌های علمی و فناوری‌های پیشرفته، امکان ایجاد ساختارهایی با ابعاد نانومتری را فراهم می‌کند. در نتیجه محققان و صنعتگران می‌توانند از قابلیت‌ها و تاثیرات منحصر به فرد نانومواد در حوزه‌های مختلف بهره‌برداری کنند. نانوتکنولوژی در علم مواد، تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات، پزشکی، صنایع غذایی، انرژی و حوزه‌های دیگر نقش کلیدی را ایفا می‌کند. بهبود و توسعه فناوری‌های نانو، امکانات بیشتری برای ساخت و تولید دستگاه‌های الکترونیکی کوچکتر، مواد بسیار سبک‌تر و مقاوم‌تر، حسگرهای شدت بالا و دقیق‌تر، تصویربرداری پیشرفته و درمان‌های نوین در پزشکی فراهم کرده است. درواقع، نانوتکنولوژی از رشته‌های علوم پایه خارج شده و به عنوان یک حوزه مستقل و علم میان رشته‌ای به توسعه می‌پردازد. ما در فصلنامه کوانتوم‌دات با هدف آشنایی بیشتر با نانوتکنولوژی و ارائه مقالات، مطالب و اخبار جدید در این حوزه، به انتخاب بهترین محتواها و ارائه آن‌ها به خوانندگان، مشغول هستیم. امیدواریم که این شماره شما را برای شناخت بیشتر و درک بهتر نانوتکنولوژی و گستره وسیعی از کاربردهای آن در صنایع مختلف و علوم همراه کند. بخشی از این نشریه نیز همچون شماره‌های گذشته در قالب پادکست تحت عنوان "رادیو کوانتوم‌دات" منتشر می‌شود، در این اپیزود مصاحبه‌ای شنیدنی با یکی از اساتید ارجمند گروه شیمی دانشگاه الزهرا(س)، دکتر عبدالحمید علیزاده پیرامون گرایش شیمی آلی و ارتباط آن با نانوتکنولوژی داشتیم که ایشان به زیبایی این گرایش را برایمان توصیف کردند و از بازار کار این رشته گفتند و در ادامه در مورد چالش‌هایی که یک دانشجو با آن در دوران دانشجویی خود به ویژه دوران کارشناسی مواجه است، دلسوزانه صحبت کردند و راهکاری را ارائه دادند که دانستن آن بر هر دانشجویی واجب است ... .

در پایان از همراهی و زحمات استاد راهنمای عزیزمان سرکار خانم دکتر شکوفه گرانمایه تشکر می‌کنم و قدردان لطف ایشان هستم.

ممنون از همراهیتان و انرژی خوبی که همواره از شما به اعضای تیم کوانتوم دات رسیده؛ امید است که با مطالعه شماره جدید فصلنامه کوانتوم‌دات، تجربه‌ای جذاب و جدید از علم نانوتکنولوژی را داشته باشید.

با احترام

زهرا ناصری

تابستان ۱۴۰۲

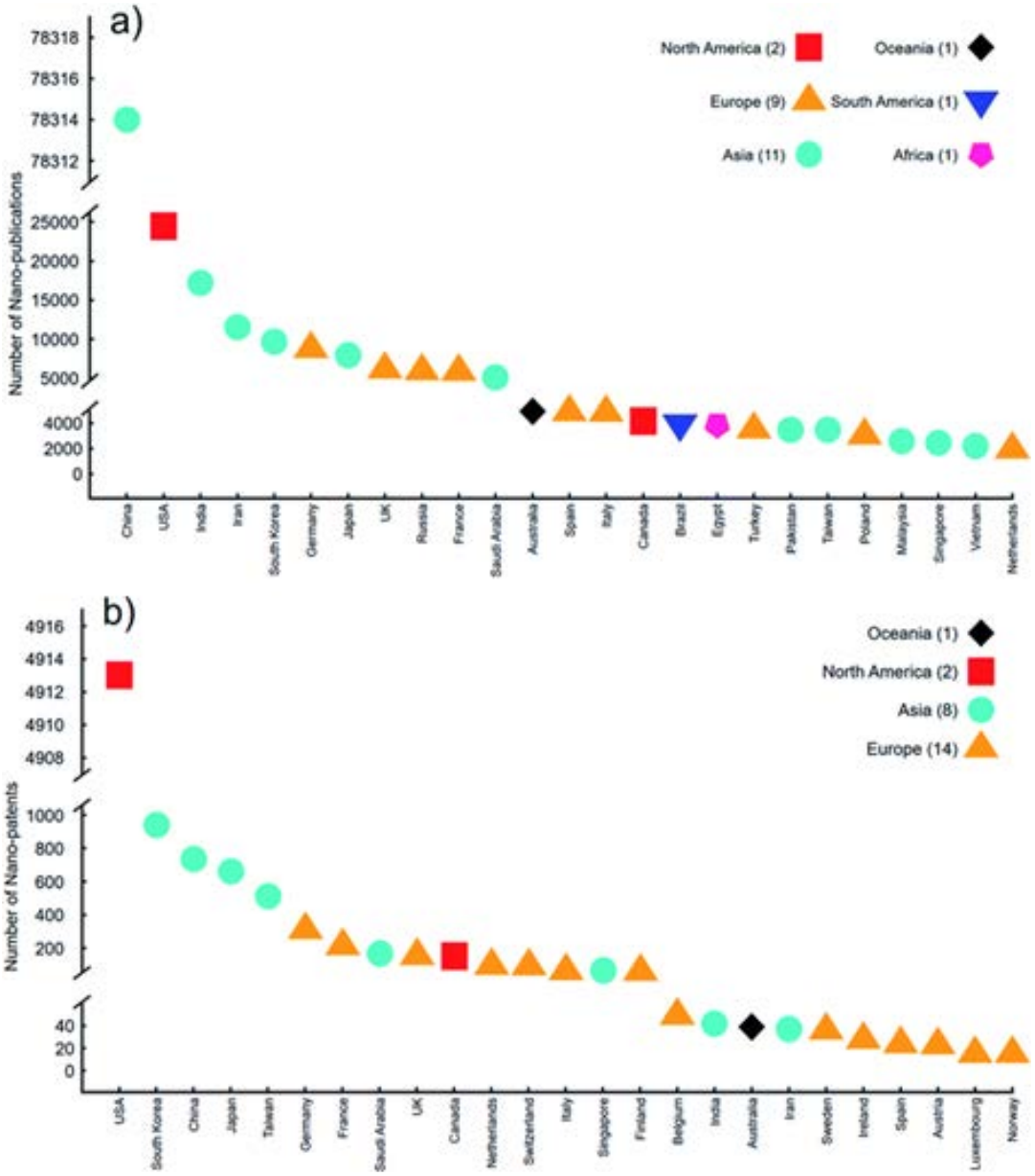
انقلاب صنعتی بعدی ازآن نانو است؟

آرمیتافتحی-فارغ التحصیل کارشناسی‌مهندسی‌مکانیک-دانشگاه‌الزهرا(س)
armytafthy@gmail.com

نانوتکنولوژی توسط برخی کارشناسان به‌عنوان انقلاب صنعتی بعدی پیش‌بینی می‌شود. هرچند سال یک‌بار، کتاب جدیدی منتشر می‌شود که ادعا می‌کند یکی از انواع فناوری‌های جدید، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا یا حتی حرکت به سمت کار از راه دور؛ نحوه زندگی، تجارت و کسب‌وکار ما را کاملاً تغییر می‌دهد. تولید محصولات نانوتکنولوژی یکی از نامزدهای پیشرو برای انقلاب بعدی است. محصولات مبتنی بر فناوری نانو در بسیاری از بخش‌ها کاربرد پیداکرده‌اند؛ حمل و نقل، مواد، انرژی، الکترونیک، پزشکی، کشاورزی و علوم محیطی و محصولات مصرفی و خانگی از جمله آن است.

همچنین پیش‌بینی می‌شود که بازار پررونق جهانی نانوتکنولوژی تا سال ۲۰۲٤ از ۱۲۵ میلیارد دلار آمریکا فراتر رود. بین سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱، تقریباً ۸۹٦ میلیون یورو تنها توسط اتحادیه اروپا در تحقیقات مرتبط با فناوری نانو سرمایه‌گذاری شده است . سرمایه‌گذاری در فناوری نانو در سراسر جهان نزدیک به یک‌چهارم تریلیون دلار تخمین زده می‌شود که چین و ایالات متحده بیش از ۲ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری کرده‌اند. در حالی که این دو کشورغول‌های فناوری نانو محسوب می‌شوند، ایالات متحده همچنان رهبر جهانی در حجم سرمایه‌گذاری دولت در فناوری نانو است.

توجه شما را به نمودار زیر جلب می‌نمایم:



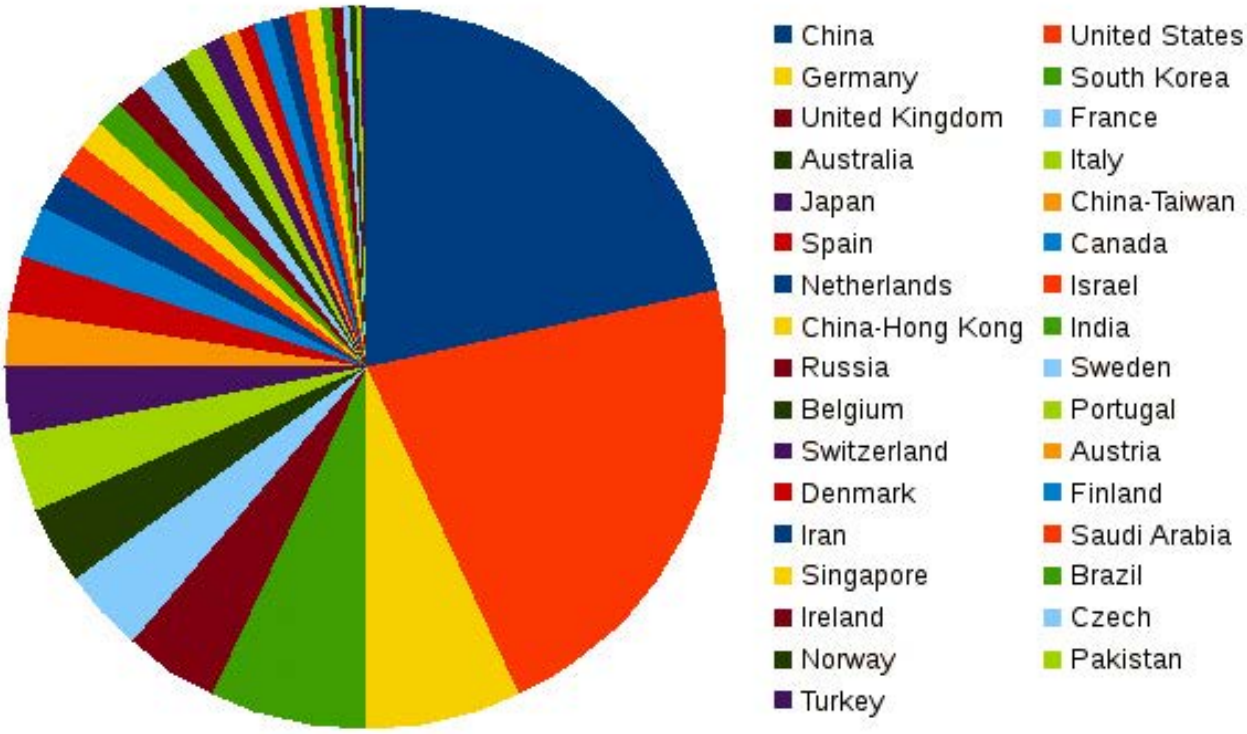
اطلاعات نمودار:

a) کشور برتر در انتشار اکتشافات فناوری نانو

b) ثبت اختراعات شامل حداقل یک ادعای مربوط به فناوری نانو یا اختراعات طبقه‌بندی‌شده با کد طبقه‌بندی بین‌المللی ثبت اختراع (IPC) مربوط به فناوری نانو در سال ۲۰۲۰.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در این میان ایران در نمودار a در جایگاه چهارم پس از آمریکا و هند قرارگرفته است و در نمودار b در جایگاه نوزدهم؛ به امید پیشرفت‌های روزافزون.

نام شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو ایران در میان انجمن‌های فناوری نانو و مهندسی نانو دیده می‌شود. برخی از انجمن‌های فناوری نانو و مهندسی نانو در سراسر جهان که می‌توانند در کشورهای دیگر برای تأثیر مثبت بر انتقال فناوری مدل‌سازی شوند، در جدول زیر نشان داده‌شده‌اند. این انجمن‌ها از تحلیل بازار نانوتکنولوژی ۲۰۲۰ انتخاب شدند.



قسمتی از صحبت‌های سورنا ستاری معاون سابق علمی و فناوری رئیس‌جمهوری:«بیش از ۲۷۰ شرکت نانو امسال بیش از ۸ هزار میلیارد تومان فروش را تجربه کرده‌اند. این شرکت‌ها سالانه رشد فروش ۱۰۰ درصدی نسبت به سال قبل را تجربه می‌کنند که نشان‌دهنده توانمندی فعالان فناور این حوزه است.»

با توجه به رتبه ٤ کشور ایران در تولید مقالات در حوزه نانوتکنولوژی، انتظار می‌روند با دوراندیشی و به‌کارگیری نیروی جوان و اعتماد بر آن بیش‌ازپیش این دست آمارهای غرورانگیز را تجربه کنیم. در آخر باید بگوییم که هنوز چالش‌های زیادی وجود دارد که باید قبل از ایجاد یک انقلاب واقعی بر آن‌ها غلبه کرد.

منابع

1. pubs.rsc.org
2. irkbn.com/knowledge-basics-nano-field
3. www.networkcomputing.com

یک نانوذره در خمیردندان شما

مبینا عبادی- کارشناسی شیمی محض

دانشگاه الزهرا(س)

mbnaebdi1@gmail.com

چکیده

استفاده از فناوری پرطرفدار نانو در زمینه درمان و پیشگیری از بیماری‌ها همواره در حال افزایش است. یکی از دستاوردهای این فناوری ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت[1] است که در سلامت و زیبایی دندان‌ها بسیار موثر است. این ذره با فراهم کردن مواد معدنی ضروری برای معدنی‌سازی دندان‌ها، قرار گرفتن روی سطح دندان و ایجاد سپری در برابر پوسیدگی و همچنین با پر کردن منافذ خالی مینای دندان موجب حفظ سلامت و زیبایی دندان‌ها می‌شوند و به علت نداشتن عوارض مصرف بیش از حد فلوراید (التهاب) به‌عنوان جایگزینی برای خمیردندان‌های حاوی فلوراید توسط برخی پزشکان توصیه می‌شوند.

کلمات‌کلیدی

هیدروکسی آپاتیت - نانو هیدروکسی آپاتیت - مینای دندان- معدنی سازی

1. Nanohydroxyapatite

مقدمه

سلامت، بهداشت و زیبایی دندان‌ها از مسائلی است که همواره برای بشر از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. از عواملی که سلامت دندان‌ها را به خطر می‌اندازد می‌توان به خوراکی و نوشیدنی‌های اسیدی، باکتری‌های دهانی که مسئولیت تجزیه قندها را به عهده دارند و... اشاره کرد که موجب پوسیدگی و فرسایش دندان‌ها می‌شوند؛ همچنین نوشیدنی‌هایی مانند قهوه و استعمال دخانیات باعث تغییر رنگ و از بین رفتن شفافیت دندان‌ها می‌شوند که بسیار آزار دهنده است از این رو یافتن راه حلی برای برای این مشکلات ضروری می‌باشد. حدود ۹۸ درصد از مینای دندان‌ها را ماده معدنی به نام هیدروکسی آپاتیت تشکیل می‌دهد که علاوه بر اینکه پوششی مقاوم در برابر پوسیدگی در سطح خارجی دندان ایجاد می‌کند ظاهری درخشان و سفید به دندان‌ها می‌بخشد که همین ویژگی‌ها موجب شده از این ماده در تهیه خمیردندان‌های جدید استفاده شود. اما چگونه؟ ابتدا بهتراست از با این ماده بیشتر آشنا شویم.

- **هیدروکسی آپاتیت چیست؟**

این ماده یک ترکیب معدنی است که در مینای دندان‌ها، بزاق و استخوان‌ها به شکل طبیعی کلسیم آپاتیت وجود دارد، حدود ۹۸ درصد مینای دندان، ۷۰ درصد دتین[۲] و ٦٠ درصد استخوان‌های ما را تشکیل می‌دهد، در اسید محلول است و همین خاصیت باعث شده تا به یک سد دفاعی در برابر فرسایش و پوسیدگی دندان‌ها تبدیل شود بدین صورت که سطح دندان‌ها را پوشانده و در صورت اسیدی بودن محیط به صورت داوطلب در اسید حل شده و مانع آسیب دیدن دندان‌ها می‌شود.

2. detine

- **در چه محصولاتی یافت می‌شود؟**

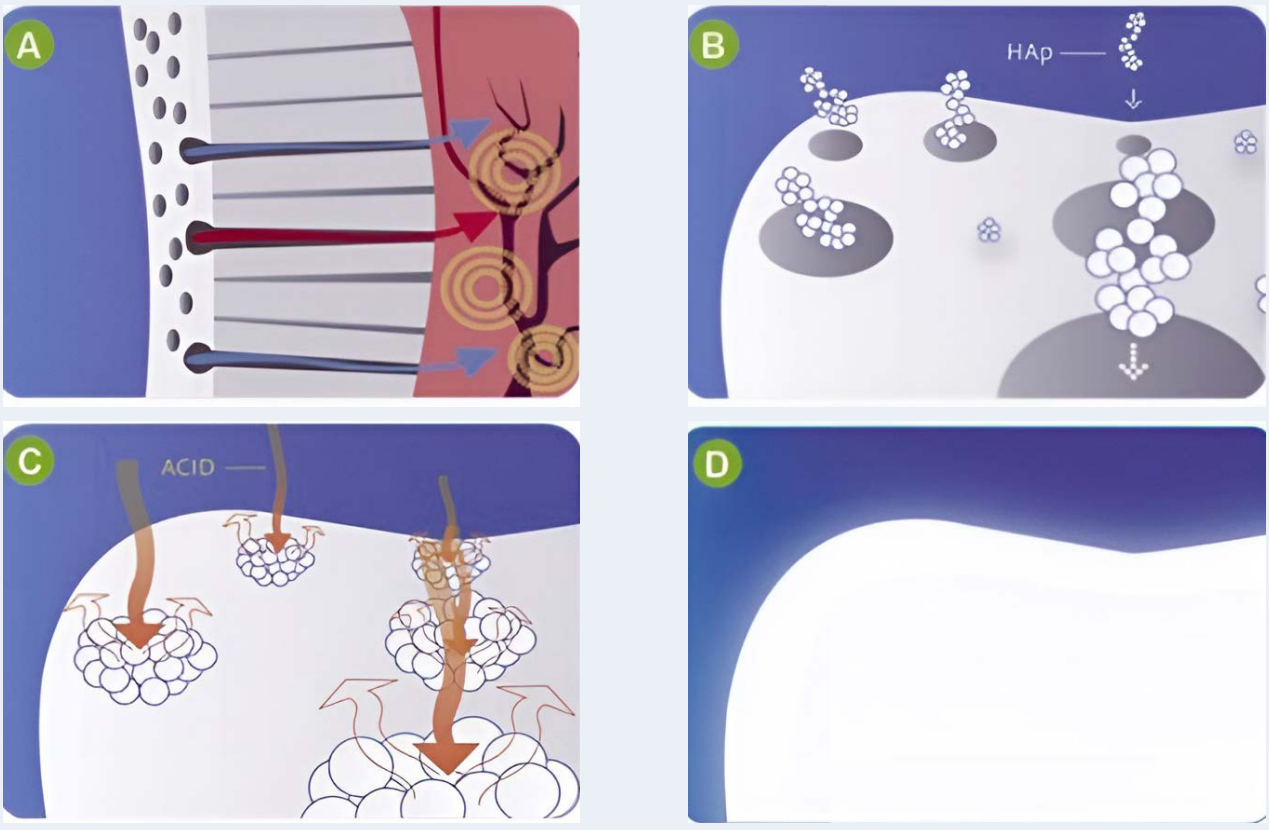
برخی از محصولاتی که از هیدرروکسی آپاتیت استفاده می‌کنند عبارتند از خمیردندان، مکمل‌های غذایی، خمیر و پودر پزشکی ساینده دندان و... . همچنین در درمان‌هایی مانند دندان و استخوان مصنوعی ترمیم بافت‌ها، پوشش ایمپلنت‌های ارتوپدی و نظیر آن نیز از هیدروکسی آپاتیت استفاده می‌شود.

- **چرا این ماده در ابعاد نانو استفاده می‌شود؟**

علاقه اخیر دانشمندان به نانوتکنولوژی در بسیاری از زمینه ها، کاربردهای جالب و قریب الوقوع در دندانپزشکی برای نانو هیدروکسی آپاتیت ایجاد می‌کند که کریستال‌هایی در اندازه‌های بین ۵۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر ارائه می‌دهد؛ ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت بیومیمتیک[3] هستند، به این معنی که مینای طبیعی را تقلید می‌کنند و از نظر مورفولوژی[4] و ساختار کریستالی شباهت‌هایی به کریستال‌های آپاتیت مینای دندان دارند. مطالعات نشان داده‌اند که این کریستال‌ها در کمتر از ۱۰ دقیقه شروع به بازسازی مجدد مینای دندان می‌کنند. در سال ۲۰۰۶ آزمایشی برای مقایسه ۳خمیردندان که حاوی هیدروکسی آپاتیت با ابعاد متفاوت بودند انجام شد. بدین صورت که دندان‌هایی که حاوی پوسیدگی بودند درون مایعی مشابه با براق دهان قرار گرفتند تا شرایطی شبیه به محیط دهان ایجاد شود و به مدت چند روز این دندان ها را با این خمیردندان‌ها که حاوی ذرات نانو و میکروهیدروکسی آپاتیت بود مسواک زدند و نتیجه را مشاهده و بررسی کردند. نتایج این تحقیقات نشان داد که هیدروکسی آپاتیت به علت ایجاد سطح بیشتر و ویژگی‌های فیزیکی متفاوت پتانسیل بالایی برای ترمیم و بازسازی پوسیدگی‌های اولیه دندان و پر کردن منافذ زیر سطوح مینای غیر معدنی شده را دارد و در معدنی‌سازی مجدد پوسیدگی دندان موثر است.

3. biomimetics
4. morphology

معدنی سازی مجدد یا رمینرالیزیسون[۵] زمانی اتفاق می‌افتد که مواد معدنی حیاتی به دندان‌ها می‌چسبند تا مناطق ضعیف مینای دندان را پر کنند. نانوهیدروکسی آپاتیت با جایگزینی مواد معدنی از دست رفته مانند کلسیم و فسفات‌های ناشی از سطوح بالای اسید یا باکتری، دندان‌ها را دوباره معدنی می‌کند. برای ریمینرالیزاسیون دندان باید وجود مواد معدنی در بزاق دهان افزایش یابد و در عین حال، محیط اسیدی دهان تعدیل شوند. از نظر دندانپزشکی ،نانو هیدروکسی آپاتیت دارای اثرات رمینرالیزاسیون قابل توجهی بر روی ضایعات مینای اولیه است که مطمئناً نسبت به فلوراید معمولی برتری دارد و نتایج خوبی بر روی حساسیت دندان‌ها دارد. این نانو ذره در خمیردندان‌ها به صورت خوشه‌های انباشته شده از کریستال‌های نانو روی سطح دندان قرار میگیرند که این خمیر دندان حاوی پلیمری از کربوکسیلیک اسید است که به چسباندن کریستال‌های نانو به سطح دندان کمک می‌کند و پوشش و سدی در برابر اسید ایجاد می‌کنند و موجب محافظت از دندان‌ها می‌شود و تغییر رنگ سطحی دندان‌ها را نیز از بین می‌برد و با بستن منافذ کوچک سطح مینا، ظاهری سفید روشن به دندان‌ها می‌بخشد.

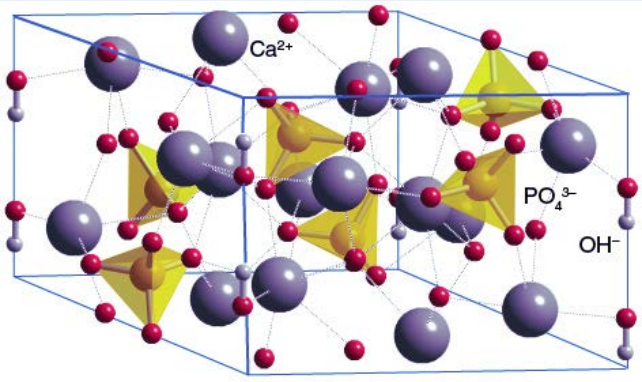


فلوراید یا نانو هیدروکسی آپاتیت؟ آیا این نانو ذره میتواند جایگزینی برای فلوراید شناخته شده باشد؟

نانو هیدروکسی آپاتیت در مقایسه با فلوراید در برابر اسید مقاوت کمتری دارد، فلوراید یک ناحیه حفاظتی متراکم روی دندان ایجاد می کند در حالی که هیدروکسی آپاتیت تا انتهای آن نفوذ می‌کند. یک مطالعه تحقیقاتی که در ژوئن ۲۰۱۱ در مجله دندانپزشکی منتشر شد، نشان داد:«خمیر دندان‌های حاوی Nano-HAp در مقایسه با خمیردندان‌های آمین فلوراید، اثرات معدنی‌سازی بالاتری را نشان دادند.»

همچنین خمیر دندان نانو هیدروکسی آپاتیت در مقابل خمیردندان فلوراید معمولی در استفاده روزانه، حداکثر محافظت را در برابر کاهش مینای دندان در بیماران ارتودنسی ارائه می دهد. با وجود این‌ها تحقیقات بیشتر با مطالعه جداگانه‌ای که در سال ۲۰۱۸ در مجله Contemporary Dental Practice منتشر شد که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین گروه وارنیش فلوراید و نانو وجود ندارد. درنتیجه می‌توان گفت برتری Nano_HAp نسبت به فلوراید ثابت نشده است و به تحقیقات بیشتری نیاز است اما پزشکان در شرایط خاص استفاده از آن را به جای خمیردندان حاوی فلوراید توصیه می‌کنند و همچنین این ماده یک جایگزین مطلوب برای فلوراید به طور خاص برای بیمارانی است که به غلظت فلوراید کمتری نیاز دارند؛ مانند کودکان، زنان باردار، یا کسانی که در معرض خطر بالای فلوئوروزیس دندانی هستند.

- **آیا این نانوذره می‌تواند خطرناک باشد؟**



Hydroxyapatite Ca5(OH)(PO4)3

تحقیقات نشان داده است که وقتی از nano-HAp برای ترمیم دندان و یا تحریک رشد استخوان استفاده شود باعث ایجاد مسمومیت نمی‌شود اما در مصرف بیش از حد فلوراید شاهد التهاب هستیم همچنین عوارض مصرف این ماده زمانی نمایان می‌شود که به‌عنوان مکمل استفاده شوند و این عوارض شامل سردرد یا خستگی، خشکی دهان، تکرر ادرار، گر گرفتگی یا تعریق و ناراحتی معده می‌باشند. بنابراین به‌عنوان یک ماده زیست سازگار و ایمن درمانی می‌توان از آن استفاده کرد.

5. remineralization

نتیجه‌گیری

با پیشرفت علم همواره برای دغدغه‌های انسان‌ها راه حل‌هایی ارائه شده است که یکی از آن‌ها خمیردندان‌های نانویی است که حاوی ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت هستند که طبق تحقیقات انجام شده تاثیر چشم گیری بر معدنی‌سازی مجدد و سفید و شفاف شدن دندان‌ها دارد. این ماده نسبت به فلوراید ایمن‌تر است اما همچنان تحقیقات روی این نانو ذره‌ها ادامه دارد تا برتری آن نسبت به فلوراید ثابت شود.

منابع

1. Tschoppe, P., Zandim, D. L., Martus, P., & Kielbassa, A. M. (2011). Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. Journal of dentistry, 39(6), 430-437.

2. Jeong, S. H., Jang, S. O., Kim, K. N., Kwon, H. K., Park, Y. D., & Kim, B. I. (2006). Remineralization potential of new toothpaste containing nano-hydroxyapatite. In Key Engineering Materials (Vol. 309, pp. 537-540). Trans Tech Publications Ltd

3.Hill, R. G., Gillam, D. G., & Chen, X. (2015). The ability of a nano hydroxyapatite toothpaste and oral rinse containing fluoride to protect enamel during an acid challenge using 19F solid state NMR spectroscopy. Materials Letters, 156, 69-71..

4. Emerenciano, N. G., Delbem, A. C. B., Pessan, J. P., Nunes, G. P., Neto, F. N. S., de Camargo, E. R., & Danelon, M. (2018). In situ effect of fluoride toothpaste supplemented with nano-sized sodium trimetaphosphate on enamel demineralization prevention and biofilm composition. Archives of Oral Biology, 96, 223-229.

5. Pepla, E., Besharat, L. K., Palaia, G., Tenore, G., & Migliau, G. (2014). Nano-hydroxyapatite and its applications in preventive, restorative and regenerative dentistry: a review of literature. Annali di stomatologia, 5(3), 108.

حسگرهای نانوژنراتوری در ورزش

مریم پورشهباز زودلی-کارشناسی شیمی محض-دانشگاه الزهرا (س)
Maryam.pourshahbaz.ch@gmail.com

اگر بازی فوتبال جهانی را تماشا کرده باشید، به اهمیت فراخوانی داور در طول بازی پی برده‌اید و چه‌بسا از نتیجه بازی حرص خورده‌اید!

بازپخش‌های حرکت آهسته و چشم‌های نزدیک به این امر کمک می‌کنند اما فناوری حسگر جدید می‌تواند روزی به عنوان ابزار مطمئن‌تری برای داوران و مربیان بکار رود.

محققانی که در بخش نانومواد کاربردی جامعه شیمی آمریکا کار می‌کنند، گزارش کرده‌اند که یک حسگر نانوژنراتوری خودتغذیه هیبریدی تولیدکرده‌اند که می‌تواند به برقراری تماس‌های دقیق‌تر کمک کند. از آنجا که حسگرها دارای پیچیدگی کمتر و در دسترس و رایج هستند، کاربردهای آن‌ها به دنیای ورزش هم کشیده شده‌است، جایی که می‌توانند تجزیه و تحلیل‌های دقیقی در اختیار داوران، مربیان و بازیکنان بگذارند. اما این حسگرها باید کوچک، خودتغذیه و نسبتا ارزان باشند تا قابلیت اجرایی داشته‌باشند.

دو فناوری مناسب برای این کار، نانو ژنراتورهای تریبوالکتریک[1] و پیزوالکتریک[2] هستند. این دو فناوری، با تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی اما به روش‌های مختلف کار می‌کنند. هنگامی که این دو، در یک نانوژنراتور هیبریدی ترکیب شوند، می‌توان ضعف‌های فردی آن‌ها را کاهش داد، اما این دستگاه‌ها تاکنون نتوانسته‌اند کاربردهای عملی زیادی پیدا کنند. محققان برای تولید حسگر خود، نانو الیافی را از اکسید روی اصلاح شده با لیتیم ایجاد کردند. این‌ها با مس، نوع خاصی از نوار، فیلم‌های دیگر با ویژگی‌های معین، برای ساخت یک TENG یا PENG لایه‌بندی می‌شوند. اگر حسگرها تماس پیدا کنند، ولتاژی تولید می‌کنند که می‌تواند برای تعیین تماس مورد استفاده قرار گیرد. این حسگرها، داده‌های مربوط به دقت و قدرت ضربه را با زمان پاسخ ۰٫۰۲ ثانیه ارائه می‌دهد. این حسگرها علاوه بر فوتبال و بیس‌بال، در بوکس هم کاربرد دارند و می‌توانند ٦ نوع مختلف مشت و سرعت هر کدام را از هم تمیز دهند.

محققان بر این باورند که این کار می‌تواند راه را برای کشف کاربردهای دیگر نانو ژنراتورها در ورزش هموار کند.

منابع

1. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsanm.2c04731

1. Triboelectric Nanogenerators (TENGs)
2. Piezoelectric Nanogenerators (PENGs)

رنگ موهای خود را به نانو بسپارید

فرناز ظاهری- کارشناسی شیمی کاربردی- دانشگاه الزهرا(س) - farnaz.zaheri7@gmail.com

چکیده

مواد نانویی که در رنگ مو به کار می‌روند، شامل نانوذرات فلزی، نانوذرات غیرفلزی و نانو پلیمرها هستند. این نانوذرات با توجه به‌اندازه کوچک آن‌ها، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصربه‌فردی دارند که می‌تواند تأثیر زیادی بر روی رنگ و بافت مو داشته باشد. استفاده از نانو ذرات فلزی در رنگ مو، باعث بهبود سرعت و کیفیت ترکیب رنگ‌ها می‌شود و همچنین اثر رنگ را بر روی موها بهبود می‌بخشد. همچنین، از نانوذرات غیرفلزی نظیر نانوسیلیکا در رنگ مو استفاده می‌شود که باعث بهبود خواص فیزیکی رنگ می‌شوند. همچنین، استفاده از نانو پلیمرها می‌تواند باعث تغییرات زیادی در خواص رنگ مو شود. این نانو پلیمرها به دلیل اندازه کوچک آن‌ها، قابلیت نفوذ و جذب بیشتری در موها را دارند و درنتیجه، باعث بهبود ثبات رنگ، ماندگاری و براقیت می‌شوند.

کلمات کلیدی

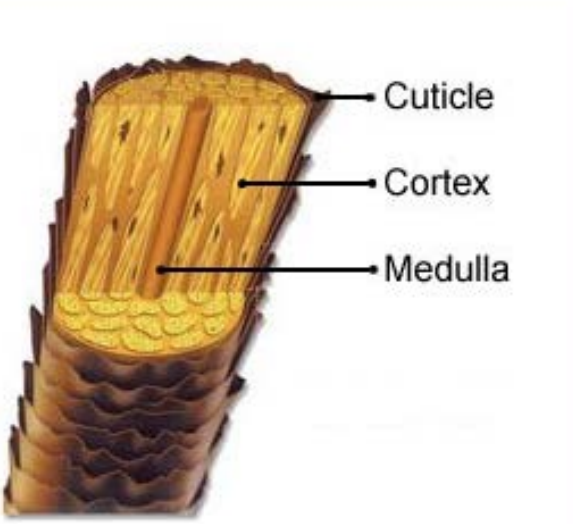
رنگ مو- نانو ذرات- کورتکس- مدولا- PDA-HNT- نانوپلیمر-نانوذرات فلزی- نانولوله‌های کربنی

مقدمه

در تمامی دوران‌ها، نشانه‌هایی از تمایل انسان به خودآرایی را می‌بینیم. رنگ مو، یکی از هزاران ابزاری که بشر برای بهبود زیبایی خود به کار می‌برده و هنوز هم طرفدارهای خودش را دارد. امروزه، استفاده از مواد نانو در رنگ مو، به‌عنوان یک روش جدید و نوین در صنعت زیبایی و آرایشی مو، به دلیل خواص منحصربه‌فردی که دارند، بسیار موردتوجه قرارگرفته است. مو یک اندام حیاتی نیست، اما تاثیر زیادی بر زیبایی ظاهر دارد و نشانگر سلامت، جوانی و شادابی است. سالانه میلیاردها دلار در سراسر دنیا برای انواع محصولات آرایشی و بهداشتی و مراقبی از مو خرج می‌شود. با توجه به این‌که استفاده از مواد نانو در رنگ مو، باعث بهبود خواص و کیفیت رنگ می‌شود، اما نیاز به تحقیقات بیشتر در مورد اثرات جانبی و احتمالی برای سلامت مصرف‌کننده‌ها همواره وجود دارد. در این مقاله، مروری کوتاه بر آناتومی مو و ساختار مولکول‌های رنگ مو خواهیم داشت تا فهمی بهتر از تاثیرات نانو مواد در محصولات آرایشی را داشته باشیم.

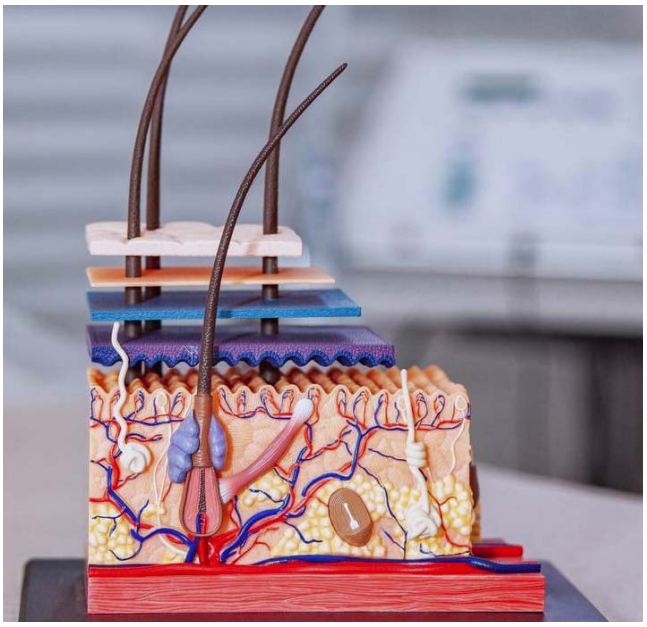
آناتومی‌مو

مو عمدتاً از کراتین ساخته‌شده که رشته‌های درهم تنیده پروتئینی است. رشته‌های کراتین در یک ماتریکس آمورف از پروتئین حاوی گوگرد تشکیل شده است. مو از درون یک فولیکول[1] مو زاده می‌شود که در درم[2] جای دارد و ساقه مو، قسمت قابل مشاهده مو، به‌طور مداوم توسط فولیکول تولید می‌شود. ساقه مو، از سه لایه که از خارجی‌ترین به داخلی‌ترین بخش آن آورده شده، به نام‌های کوتیکول[3]، کورتکس[4] و مدولا[5] تشکیل‌شده است.



کوتیکول که خارجی‌ترین لایه است، وظیفه محافظت از قشر داخلی ساقه مو را دارد. کوتیکول توسط سلول‌های مرده و مسطح روی هم قرارگرفته ساخته‌شده است. قسمت عمده‌ای از توده فیبر مو را کورتکس تشکیل می‌دهد و عمدتاً از پروتئین‌های کراتین و لیپیدهای ساختاری تشکیل‌شده است. کورتکس مسئول ظاهر، استحکام، خاصیت ارتجاعی و بافت مو است.

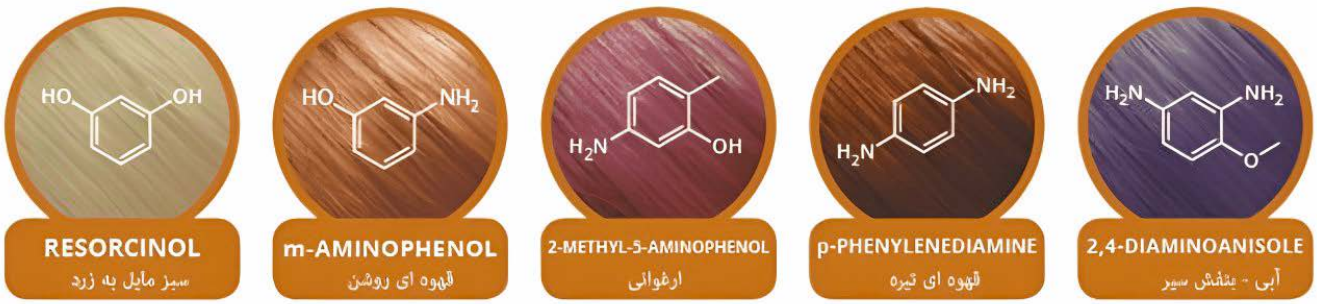
1. Follicle
2. Dermis
3. Cuticle
4. Cortex
5. Medulla



کورتکس مدولا را احاطه کرده و بیشتر رنگدانه‌های مو را در خود جای‌داده است، به‌ویژه در ملانوزوم‌ها، که رنگدانه‌های آن حاوی ملانین است و به مو رنگ می‌دهند. رنگ طبیعی مو، با نوع و میزان ملانین موجود در آن، رابطه دارد. با توجه به سن، سبک زندگی، ژنتیک هر شخص، تولید ملانین مو تغییر می‌کند و با کم شدن آن در ساقه مو، رنگ مو به خاکستری و یا سفیدی می‌رود.

۱. ساختار رنگ مو

رنگ کردن مو با دلایل مختلفی صورت می‌گیرد، ازجمله پوشاندن سفیدی‌ها و یا یکدست کردن موی سر، تفاوت ظاهر و غیره. این تغییر رنگ با استفاده از عوامل شیمیایی انجام می‌شود. در حال حاضر فرآورده‌های رنگ مو را می‌توان به رنگ‌های موقت، نیمه دائمی و دائمی تقسیم کرد. هر دسته از این رنگ‌ها، ترکیبات مولکولی متفاوتی دارند که درنهایت با در نظر گرفتن زمان ماندگاری آنان بر ساقه مو، عملکرد کلی رنگ کردن مشخص می‌شود. دسته‌بندی رنگ موها به‌اندازه مولکول‌های رنگ و میزان نفوذ آن به کوتیکول و همچنین چسبندگی مولکول‌های رنگی به ساقه مو، مرتبط است. به بیانی دیگر، میزان نفوذی که مولکول به کوتیکول دارد، زمان ماندگاری رنگ بر ساقه مو را تعیین می‌کند. فرمول رنگ موهای موقت معمولاً شامل مولکول‌هایی با وزن مولکولی بالا هستند که نمی‌توانند به کوتیکول و کورتکس مو نفوذ کنند و درنتیجه فقط یک اثر رنگ‌آمیزی موقتی ایجاد می‌کنند، درحالی‌که جذب ساقه مو می‌شوند. در این فرمول‌ها، مولکول‌های رنگ از طریق نیروهای ضعیفی به سطح خارجی الیاف مو می‌چسبند، بنابراین یک یا دو بار شستشو می‌تواند بیشتر رنگ را از بین ببرد. فرمول رنگ موهای نیمه دائمی، مخلوطی از مولکول‌های رنگ مویی که غیریونی و محلول در آب هستند با وزن مولکولی کم می‌باشند. این رنگ‌ها در مقایسه با رنگ‌های موقتی برای مدت طولانی‌تری باقی می‌مانند چرا که نفوذ مولکول‌های رنگ به کوتیکول مو ممکن است و تا چهار هفته می‌تواند ماندگاری داشته باشند.



در رنگ موهای دائمی، یک سری واکنش‌های شیمیایی اکسیداتیو تحت pH قلیایی که توسط آمونیاک به وجود می‌آید، رخ می‌دهد. در این فرآیند، رنگ به کورتکس نفوذ می‌کند که به‌طور چشمگیری زمان ماندگاری آن را در مو افزایش می‌دهد و منجر به اثر دائمی و ماندگار می‌شود. به‌طورمعمول، این رنگ‌ها مولکول‌های کوچک‌تر و مصنوعی هستند که می‌توانند به‌راحتی به ساختار مو نفوذ کنند و میل قوی‌تری به چسبندگی به ساقه مو را دارند. در این حالت، مو را می‌توان به تعداد دفعات زیادی شست‌وشو داد، بدون اینکه مولکول‌های رنگ بیرون بیایند. فرآیند شیمیایی کلی درگیر در رنگ‌آمیزی دائمی مو یک واکنش اکسیداتیو بین یک واسطه بی‌رنگ اولیه[۶] و یک جفت‌کننده[۷] (واسطه ثانویه) است که هر دو ترکیبات با وزن مولکولی کم هستند. مراحل اکسیداسیون بعدی، رنگ نهایی مو را تولید می‌کنند. یک اکسیدان قوی، معمولاً هیدروژن پراکساید، گرانول‌های ملانین را اکسید می‌کند و پس از واکنش با معرف قلیایی، اکسیژن آزاد می‌کند. پس از آن، بسته به ترکیبات جفت‌کننده انتخابی که مسئول طیف‌های رنگ است و واسطه‌های اولیه می‌توان تعداد زیادی رنگ ایجاد کرد. رنگ موهای دائمی می‌توانند به دلیل نفوذ مولکول‌های رنگ به کوتیکول و رسیدن به کورتکس مو، آسیب قابل‌توجهی به ساقه مو وارد کنند. از جمله واسطه‌های رنگی به‌کاررفته در رنگ‌های مو می‌توان به پارا-فنیلن دی آمین[۸] اشاره کرد که یک آمین آروماتیکی است که حساسیت مفرط، واکنش‌های آلرژیک شدید به آن به‌طور گسترده گزارش‌شده است. علاوه بر این، مطالعات شواهدی ارائه کرده‌اند که این مولکول می‌تواند باعث آسیب به دی ان ای و در نهایت منجر به سرطان شود.

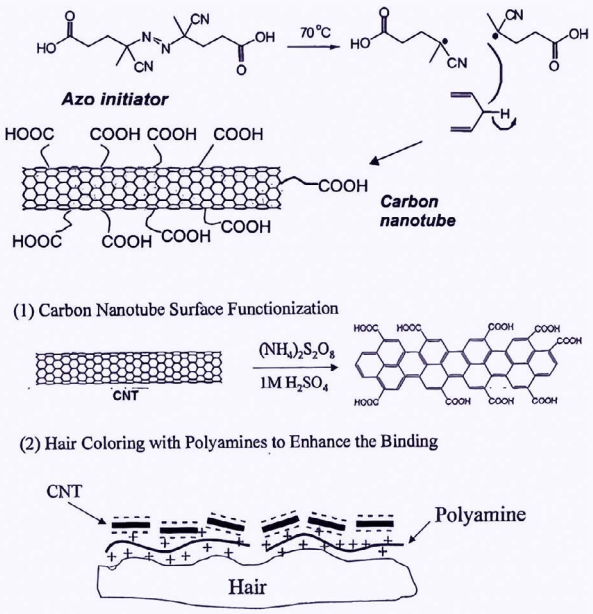
۲. فرمول های مبتنی بر نانومواد

نانوذرات با پایه پلیمر، نانو مواد آلی

به دلیل سمیت بالای PDA و دیگر مواد شیمیایی موجود در رنگ مو، محققان در تلاش برای خلق یک حامل نانویی برای این مولکول هستند. لی و همکارانش[۹] ذرات نانویی پلی (γ-گلوتامیک اسید)[۱۰] و گلیکول کیتوزان[۱۱] را به‌عنوان حاملی برای PDA توسعه دادند. این نانوذرات بر اساس برهمکنش‌های کمپلکس یونی بین گروه‌های کاتیونی PDA و گروه‌های آنیونی PGA تهیه شدند، درحالی‌که GC برای تثبیت نانوذرات اضافه شد. ملانین، رنگدانه طبیعی موی انسان، نیز به‌عنوان جایگزینی برای رنگ موی شیمیایی مو مانند PDA موردبررسی قرارگرفته است. از آنجا که ملانین به‌طور طبیعی در بدن انسان به‌صورت نانوذرات در ملانوزوم‌ها وجود دارد، ملانین و نسخه مصنوعی آن، مولکول‌های زیست سازگار به‌حساب می‌آیند. ملانین مصنوعی به‌عنوان رنگ مو موردتحقیق قرار گرفت و چندین مطالعه نشان داد که رنگ کردن مو به غلظت بالایی از فلزات سنگین و شرایط اکسیداتیو شدید نیاز دارد.

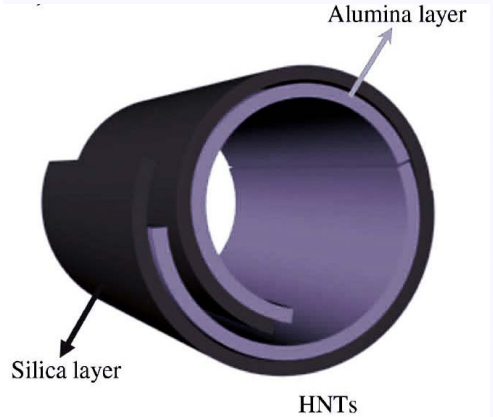
6. Primarily colorless intermediate
7. Coupler
8. p-Phenylenediamine, PDA
9. H.Y. Lee, Y.I. Jeong, K.C. Choi
10. poly(γ-glutamic acid), PGA
11. glycol chitosan, GC

نانولوله‌های کربنی، نانو مواد معدنی

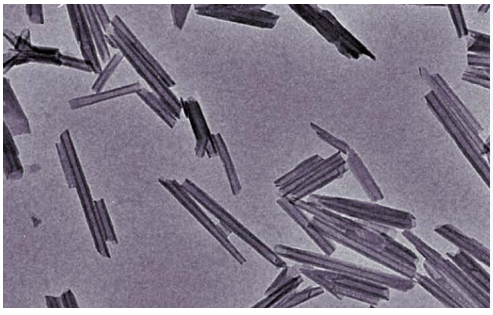


هوانگ و همکارانش [۱۲] روش جدیدی را برای اهداف آرایشی و رنگ کردن مو که شامل نانولوله‌های کربنی کاربردی ارائه کردند. این کاربردی‌تر کردن از طریق عامل‌دار کردن شیمیایی و یا اصلاح فیزیکی صورت می‌گیرد. این روش جدید می‌تواند یک جایگزین کارآمد برای تیره کردن مو باشد، چرا که نه تنها عوامل اکسیدکننده که به ساقه مو آسیب می‌زند در آن وجود ندارد، بلکه عملکرد بهتری در چسبندگی به ساقه مو را دارد. این رویکرد خواص جذابی را برای رنگ کردن مو ارائه می‌دهد، زیرا اندازه کاهش‌یافته نانولوله‌ها یک اثر صافی و نرمی و همچنین حجم به مو می‌دهد. علاوه بر این، افزایش سطح قابل‌توجه، مسئول افزایش تعامل و تماس کلی با ساقه مو است، درنتیجه چسبندگی رنگ به مو را به حداکثر می‌رساند و عملکرد رنگ مو را طولانی‌تر می‌کند. به‌منظور افزایش تمایل مو به رنگی که بر پایه نانولوله کربنی است، عامل‌دار سازی شیمیایی نانولوله‌ها می‌تواند برای تولید گروه‌های عاملی اضافی از جمله گروه‌های کربوکسیل و آمین انجام شود. اصلاح فیزیکی نانولوله‌های کربنی شامل پوشش با یک عامل اصلاح‌کننده مانند سورفکتانت[۱۳] ها، پلیمرهای زیستی و پلیمرهای آلی (به‌عنوان‌مثال، پلی آمین‌ها) است. این عوامل اصلاح‌کننده ابتدا روی موها اعمال می‌شوند تا یک‌لایه پوشش فیزیکی تشکیل دهند، و سپس از فرمول نانولوله کربنی استفاده می‌شود.

نانولوله‌های رسی هالویزیت[۱۴]



HNTs



این نانولوله‌ها شکل لوله‌ایی مانند دارد که از رول شدن[۱۵] لایه‌های مسطح کائولینیت آلومینوسیلیکات در حدود پانزده تا بیست بار تشکیل می‌شوند. ناولوله‌های رسی هالویزیت‌ها دارای یک سطح بیرونی متشکل از گروه‌های چهاروجهی سیلیکون دی اکساید (سیلیکا) هستند، بنابراین آبدوست‌اند و دارای بار منفی. سطح خارجی آن‌ها از گروه‌های آلومینیوم اکساید هشت‌وجهی که آبگریز و دارای بار مثبت است، تشکیل‌شده‌اند. شکل لوله‌ایHNT ها باعث می‌شود تا ترکیبات فعال را از طریق سطح جداره لوله و یا از طریق جذب به سطح خارجی بارگیری کنند.

نانوذرات معدنی

در حالی که رنگ‌های اکسیداتیو سنتی به ساقه مو آسیب می‌رسانند، رنگ‌های غیر اکسیداتیو هم به دلیل نچسبیدن به ساقه مو به دلیل نیروهای پیوندی ضعیف، درنهایت پروسه رنگ کردن را خدشه‌دار می‌کنند. ترکیب نانوذرات فلزی، مانند نانوذرات طلا یا پلاتین، در یک فرمول حاوی رنگ غیراکسیداتیو، امکان جذب درست رنگ را بر روی سطح نانوذرات و درنتیجه بهبود نفوذ به ساقه مو و مدت طولانی‌تر رنگ مو را به همراه دارد.

نتیجه‌گیری

افزایش روزافزون فرمولاسیون‌های آرایشی و درمانی حاوی نانومواد به‌وضوح نشان‌دهنده گسترش کاربردهای نانوتکنولوژی برای بهبود عملکرد محصولات مراقبتی، آراستگی و درمانی مو است. باید این مورد را در نظر گرفت که مواد نسبتا خطرناک به کار رفته در محصولات مو علی‌الخصوص اگر در مقیاس نانو باشد، باعث ایجاد محدودیت در آزمایش و ارزیابی ایمنی و اثربخشی آنان می‌گردد. استفاده از نانوتکنولوژی در زمینه محصولات آرایشی به‌شدت امیدوارکننده است، اما باید در نظر داشت که این علم نوظهور با چالش‌های بسیاری مواجه هست و هنوز خطرات استفاده از آن نامعلوم

منابع

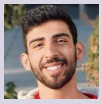
1. Miguel Pereira-Silva, Ana Margarida Martins, Inês Sousa Oliveira, Helena Margarida Ribeiro, Francisco Veiga, Joana Marto, Ana Cláudia Paiva-Santos. Nanomaterials in hair care and treatment. Acta Biomaterialia, Vol.142, 2022.
2. Gabriella Baki, Kenneth S. Alexandr. Introduction to Cosmetic Formulation and Technology. Wiley. The University of Toledo, College of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2015.
3. https://www.mdpi.com/2079-9284/9/4/83

12. X. Huang, R.K. Kobos, and G. Xu, Hair coloring and cosmetic compositions comprising carbon nanotubes. 2004.

13. Surface Active Agent, Surfactant
14. Halloysite clay nanotubes, HNTs
15. Rolling

نانو ذرات سیلیکای متخلخل

یک نانو حامل نوظهور با پتانسیل قابل توجه دارورسانی



حسین سلمانی- مهندسی شیمی دانشگاه تهران
Hosein.so701@gmail.com

چکیده

نانوذرات سیلیکا مزوپور(MSNs) نانومواد‌ی با اندازه، شکل و عملکرد سطحی منافذ قابل تنظیم هستند که به دلیل کاربردهای بالقوه خود در زیست پزشکی توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده‌اند. MSNها را می‌توان به عنوان حامل برای آزادسازی کنترل شده داروها، ژن‌ها و سایر مولکول‌های زیستی و همچنین برای تصویربرداری، سنجش و کاتالیز استفاده کرد. MSNها را می‌توان با بخش‌های مختلف پاسخ‌دهنده به محرک‌ها، مانند گروه‌های حساس به pH، حساس به دما، حساس به نور، پاسخ‌دهنده مغناطیسی و پاسخ‌دهنده به آنزیم، برای دستیابی به تحویل هدفمند و تحریک‌شده از عوامل درمانی اصلاح کرد. در این بررسی، ما پیشرفت‌های اخیر در سنتز، توصیف و کاربردهای زیست‌پزشکی MSN را با تمرکز بر طراحی و ارزیابی MSNهای پاسخ‌دهنده به محرک برای تحویل و هدف‌گیری دارو خلاصه می‌کنیم. ما همچنین چالش‌ها و چشم اندازهای آینده MSNها را برای کاربردهای زیستی مورد بحث قرار می‌دهیم.

کلمات‌کلیدی

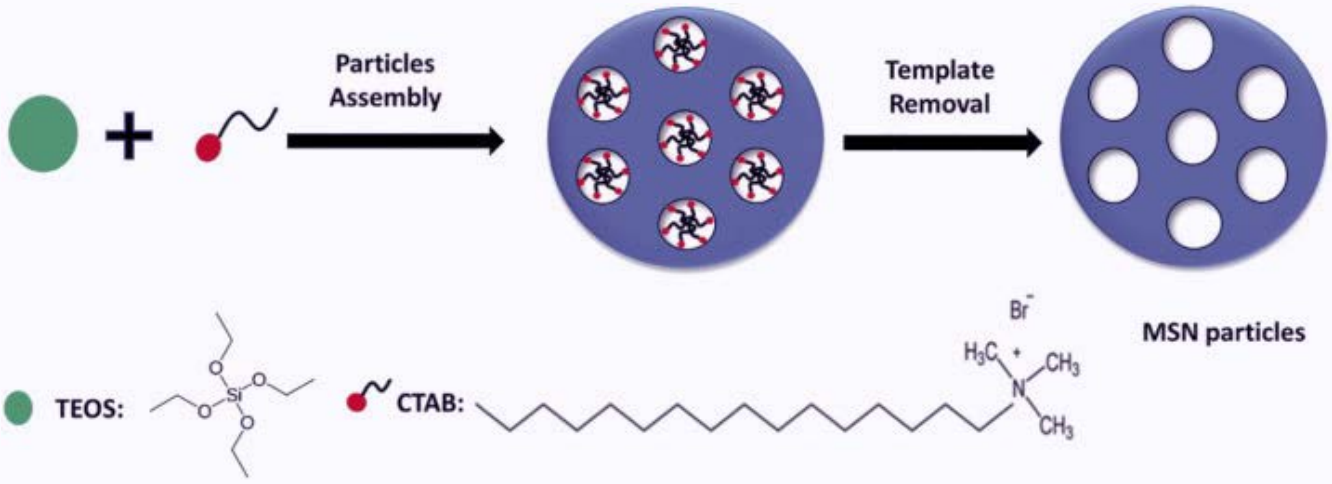
نانو ذرات سیلیکا مزوپور- محرک پاسخگو- تحویل مواد مخدر- هدف گذاری- کاربردهای زیست پزشکی

مقدمه

نانوذرات سیلیکا مزوپور[1] یک کلاس نوظهور از نانومواد هستند که به دلیل خواص منحصر به فرد و کاربردهای بالقوه خود در دارورسانی توجه قابل توجهی را در زیست پزشکی به خود جلب کرده‌اند. MSNها دارای نسبت سطح به حجم بالا، اندازه منافذ قابل تنظیم و زیست سازگاری هستند و می‌توانند با بخش‌های هدف‌گیری مختلف عمل‌کرده شوند، که آن‌ها را به یک پلت فرم ایده‌آل برای تحویل دارو تبدیل می‌کند. این مقاله در مورد سنتز، خواص و کاربردهای مختلف MSN در دارورسانی بحث خواهد کرد.

سنتزMSN

MSNها را می توان با استفاده از روش‌های مختلفی مانند روش‌های سل-ژل، مبتنی بر قالب و روش‌های خود مونتاژی سنتز کرد. روش سل-ژل شامل هیدرولیز و تراکم آلکوکسیدهای فلزی در حضور مواد قالب است که منجر به تشکیل سیلیس مزوپور می‌شود. روش‌های مبتنی بر الگو مستلزم استفاده از یک ماده قالب قربانی است که بعداً حذف می‌شود و معماری سیلیکای مزوپور را پشت سر می‌گذارد. در نهایت، روش‌های خودآرایی از سورفکتانت‌ها یا کوپلیمرهای بلوک برای هدایت تشکیل ساختار مزوپور استفاده می‌کنند. هر روشی مزایا و محدودیت‌های خود را دارد.
روش های سنتز برای MSNها را می توان به دو دسته اصلی تقسیم کرد:سنتز مبتنی بر الگو و سنتز غیر قالب.



سنتز مبتنی بر الگو روشی است که برای سنتز نانوذرات سیلیکا مزوپور استفاده می‌شود. در این روش از یک مولکول الگو برای هدایت تشکیل نانوذرات سیلیکا مزوپور استفاده می‌شود. مولکول قالب به عنوان یک داربست عمل می‌کند و ساختار و شکل نانوذرات سیلیکا مزوپور مورد نظر را فراهم می‌کند. سپس مولکول الگو از محصول نهایی خارج می‌شود و نانوذرات سیلیکا مزو متخلخل بسیار منظم و یکنواخت باقی می‌ماند. این روش امکان کنترل دقیق اندازه ذرات، شکل و توزیع اندازه منافذ را فراهم می‌کند.

1. MSNs

علاوه بر این، می‌توان از آن برای سنتز ذرات با عملکردهای خاص مانند فعالیت کاتالیزوری یا قابلیت تحویل دارو استفاده کرد. سنتز غیرقالبی روشی برای سنتز نانوذرات سیلیکا مزوپور بدون استفاده از الگو است. این روش شامل هیدرولیز و چگالش پیش‌سازهای سیلیس، مانند تترا اتیل ارتوسیلیکات[2]، در حضور کاتالیزور اسید یا باز است. نانوذرات به‌دست‌آمده معمولاً شکل کروی دارند و ساختار مزوپور بسیار منظمی دارند. این روش برای تولید نانو ذرات سیلیکا مزو متخلخل با طیف وسیعی از اندازه‌های منافذ، از ۲ تا ۵۰ نانومتر استفاده شده است. روش سنتز بدون قالب به دلیل ساده و مقرون به صرفه بودن آن سودمند است و می‌توان از آن برای تولید ذراتی با سطح بالایی از یکنواختی و تکرارپذیری استفاده کرد.

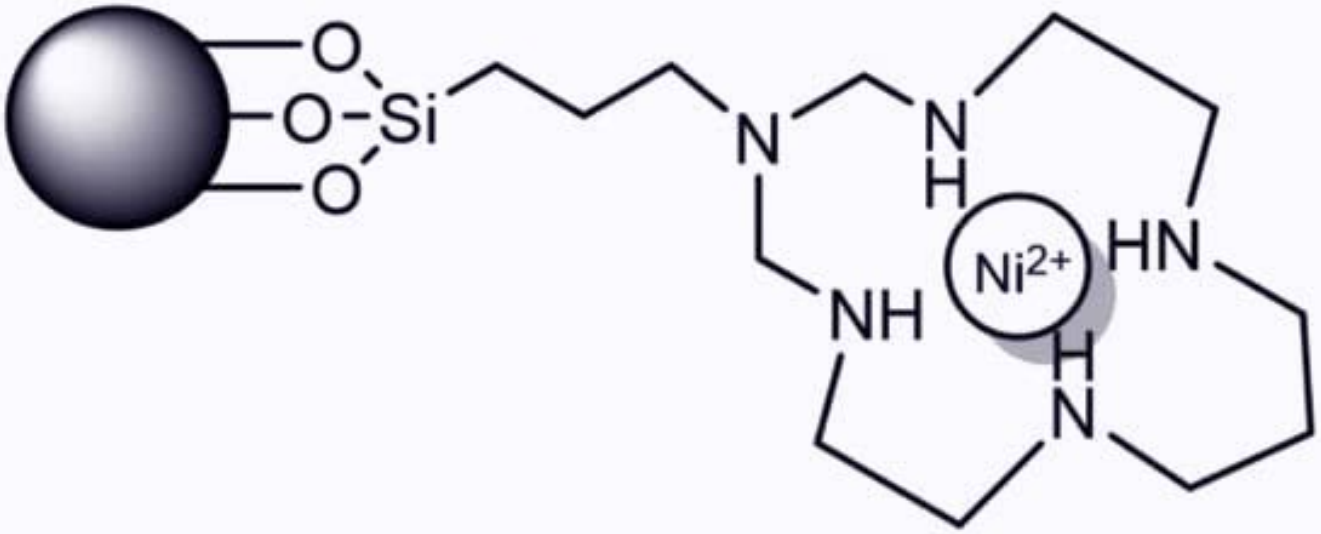
MCM-۴۱ به طور گسترده‌ای به عنوان یک کاندید بالقوه برای برنامه‌های کاربردی دارورسانی مورد مطالعه قرار گرفته است و با استفاده از سورفکتانت‌های کاتیونی به عنوان الگوهای ترکیبی سنتز شد. سورفکتانت کاتیونی[3] به عنوان یک عامل جهت‌دهنده ساختار برای طراحی یک سیستم دو فازی متشکل از MSNs و فسفات کلسیم برای تحویل داروی خاص استخوان (داکسی سایکلین هیدروکلراید) استفاده شد. غلظت‌های متوسط از سورفکتانت‌ها برای به دست آوردن ساختار مزوپور مورد نظر توصیه می‌شود. منافذ بزرگتر مواد مزوپور سیلیس مبتنی بر SBA را در مقایسه با مواد MCM مشخص می‌کند. در سال ۲۰۱۴، نسل جدیدی از MSNهای مبتنی بر قرص شناور برای بهبود الگوی تحویل داروهای آبگریز(کورکومین) و هیدروفیل(کاپتوپریل) سنتز شد. قرص‌های حاصل حلالیت بهبود یافته برای کورکومین و رهش طولانی مدت برای کاپتوپریل را نشان دادند.

ویژگی‌های MSN

MSNها دارای نسبت سطح به حجم زیاد و قطر منافذ یکنواخت در محدوده ۲-۵۰ نانومتر هستند. این ساختار منحصر به فرد اجازه می‌دهد تا ظرفیت بارگیری دارو بالا و آزادسازی پایدار داروها با سرعت کنترل شده وجود داشته باشد. علاوه بر این، MSNها زیست سازگار، غیرسمی هستند و می‌توانند به راحتی با بخش‌های هدف‌گیری مختلف مانند پپتیدها، آنتی‌بادی‌ها یا آپتامرها برای دارورسانی هدفمند عمل کرده شوند. علاوه بر این، MSNها می‌توانند از داروها در برابر تخریب محافظت کنند، حلالیت دارو و فراهمی زیستی را بهبود بخشند، و اثربخشی درمانی داروها را افزایش دهند. نانوذرات سیلیکا مزوپور می‌توانند از داروها در برابر تخریب در بدن محافظت کنند و با ایجاد یک سد محافظ در اطراف مولکول‌های دارو، فراهمی زیستی آن‌ها را افزایش دهند. MSNها از یک شبکه متخلخل سیلیس تشکیل شده‌اند که می‌تواند مولکول‌های دارو را در کپسوله کند و از تخریب ناشی از عوامل محیطی مانند pH، دما و نور محافظت کند. MSNها همچنین دارای سطح بزرگی هستند که سرعت جذب در بدن را افزایش می‌دهد و در نتیجه فراهمی زیستی را افزایش می‌دهد.

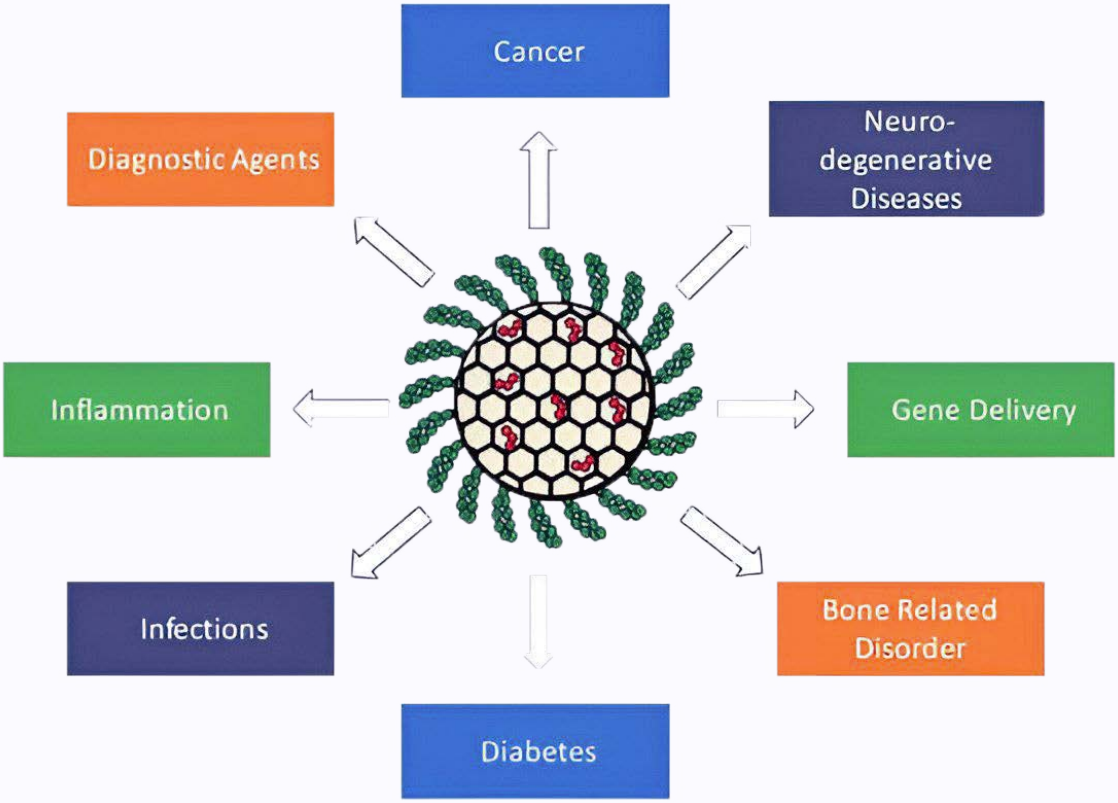
2. TEOS
3. CTAB

علاوه بر محافظت از داروها در برابر تخریب، MSNها همچنین می‌توانند برای تحویل چندین دارو به طور همزمان استفاده شوند. این کار با کپسوله کردن هر مولکول دارو در بخش خود در ساختار MSN انجام می‌شود. این اجازه می‌دهد تا چندین دارو با سرعت‌های متفاوت بسته به ویژگی‌های فردی آن‌ها آزاد شوند. علاوه بر این، این روش تحویل کنترل دقیق‌تری بر آزادسازی هر مولکول دارو را امکان پذیر می‌کند، که می‌تواند به کاهش عوارض جانبی و بهبود کارایی کمک کند.



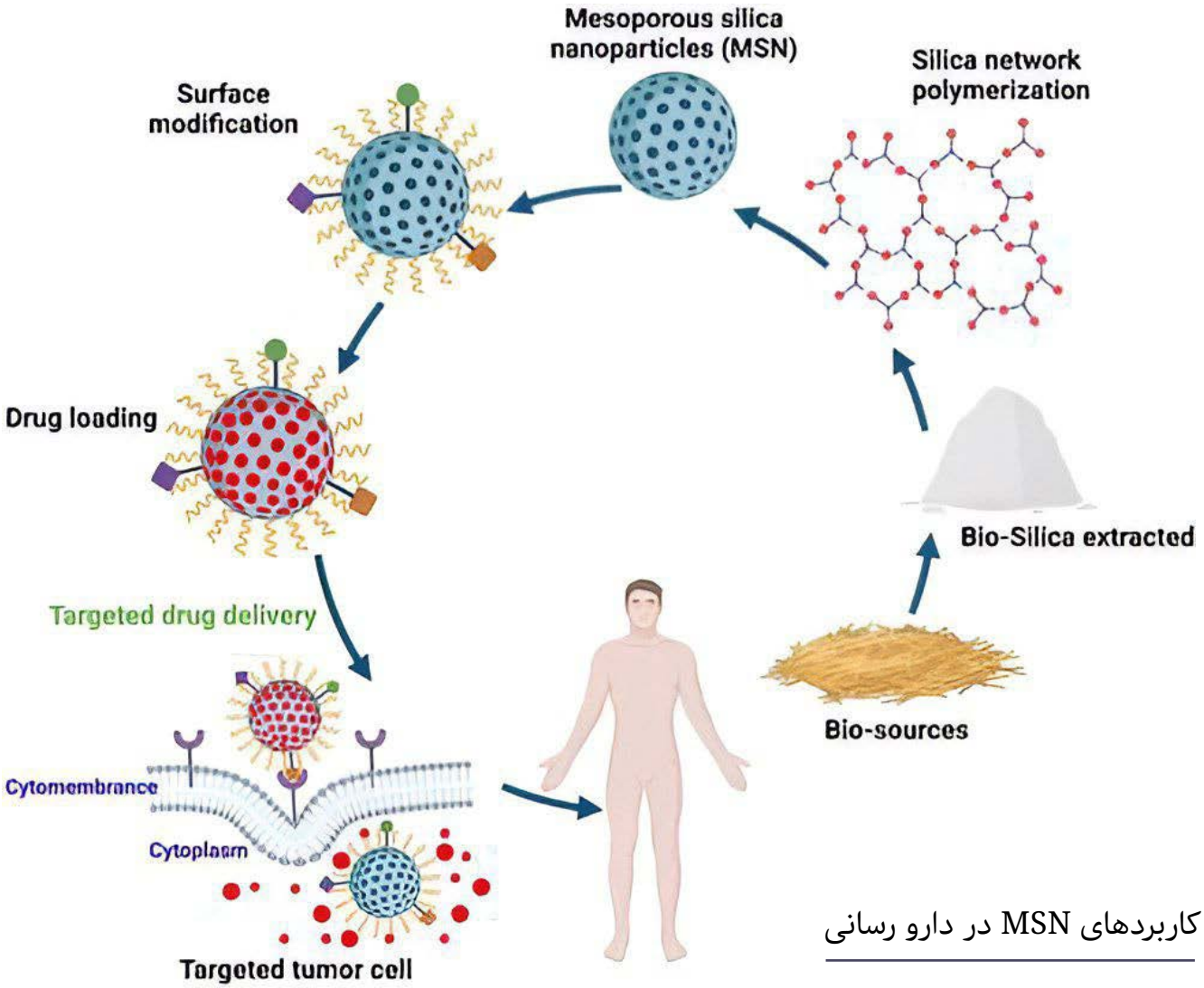
کاربردهای MSN در دارورسانی

MSNها به دلیل خواص منحصر به فرد خود نتایج امیدوارکننده‌ای را در کاربردهای مختلف دارورسانی نشان داده‌اند. MSNها می‌توانند طیف وسیعی از مولکول‌های دارو از جمله مولکول‌های کوچک، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک را در خود محصور کنند. علاوه بر این، اندازه منافذ قابل تنظیم MSNها را می‌توان به راحتی تنظیم کرد تا یک مولکول دارویی خاص را در خود جای دهد. نشان داده شده است که MSNها فراهمی زیستی دارو، پایداری و اثربخشی درمانی را افزایش می‌دهند



و در عین حال سمیت دارو را کاهش می‌دهند که منجر به بهبود نتایج بیمار می‌شود. در درمان سرطان، MSNها می‌توانند داروهای ضد سرطان را مستقیماً به محل تومور برسانند و در عین حال سمیت را برای بافت‌های سالم به حداقل می‌رسانند. MSNهایی که با بخش‌های هدفمند عملکردی دارند می‌توانند دارورسانی انتخابی به سلول‌های سرطانی را بهبود بخشند. در درمان بیماری‌های عفونی، MSNها را می‌توان برای افزایش تحویل آنتی‌بیوتیک‌ها و عوامل ضد میکروبی به محل عفونت استفاده کرد که منجر به بهبود کارایی می‌شود.

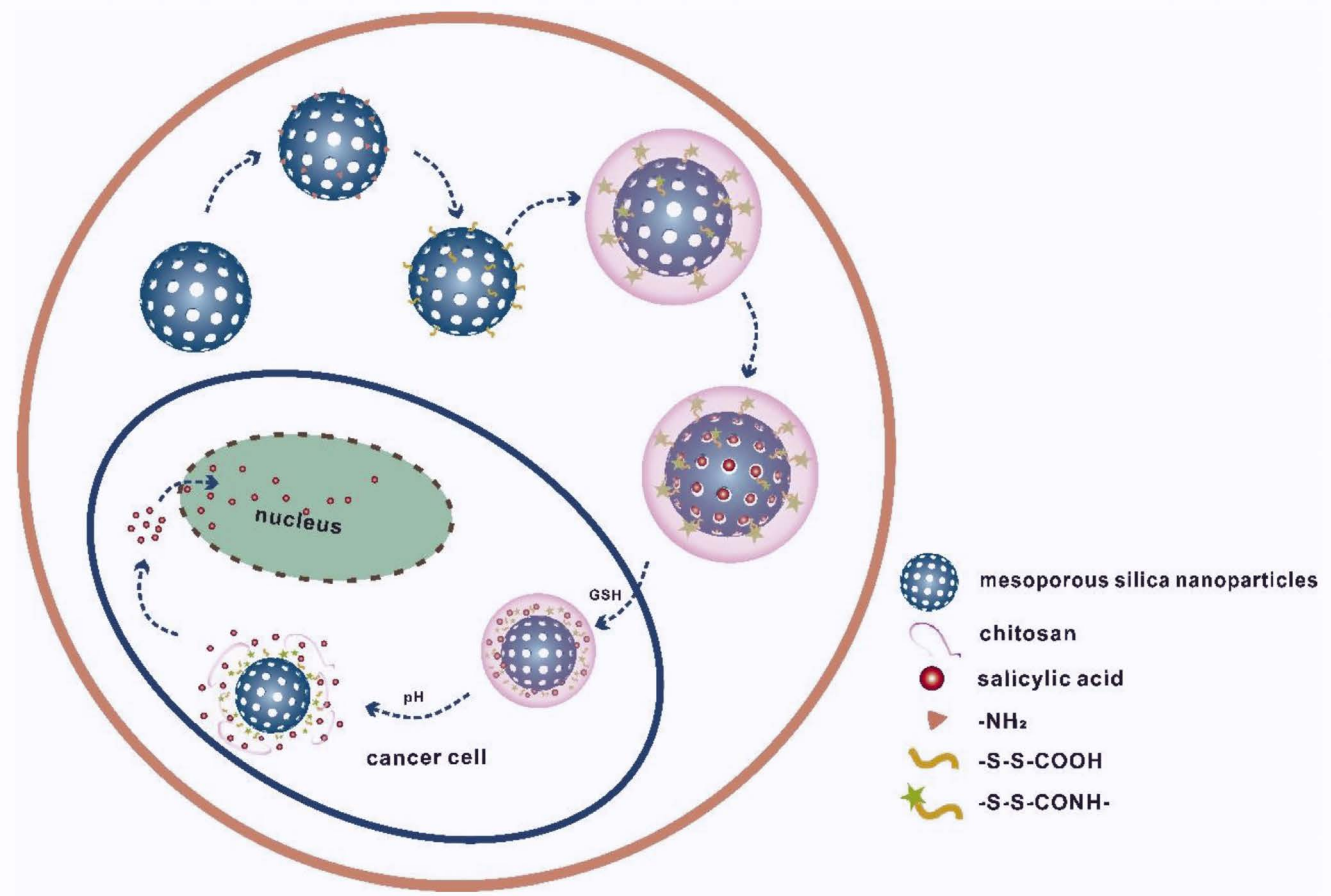
برای دستیابی به یک اثر درمانی موثر، MSNها باید بتوانند محموله خود را با استفاده از رویکردهای مختلف فرار آندوزومی بر روی سیتوپلاسم آزاد کنند. نانوذرات با بارهای مثبت بر روی سطح خود می توانند پاسخ ایمنی و سمیت سلولی قابل توجهی را در مقایسه با گونه‌های خنثی و آنیون ایجاد کنند. موضوع مهم دیگر تعداد گروه‌های (SiOH-) در لایه سطحی MSNها است. این گروه‌های عاملی می‌توانند با مولکول‌های بیولوژیکی برهمکنش منفی داشته باشند.



کاربردهای MSN در دارو رسانی

فرآیند بارگیری و رهاسازی محموله از MSNها

فرآیند بارگیری محموله و رهاسازی دارو از نانوذرات سیلیکا مزوپور فرآیندی است که شامل استفاده از MSN به عنوان وسیله‌ای برای تحویل داروها، پروتئین‌ها و سایر مولکول‌ها می‌شود. این فرآیند با سنتز MSNها با اندازه منافذ و شیمی سطح مورد نظر آغاز می‌شود. سپس مولکول‌های محموله با استفاده از تکنیک‌های مختلف مانند برهمکنش‌های الکترواستاتیک، برهم‌کنش‌های آبگریز یا پیوند کووالانسی در منافذ MSN بارگذاری می‌شوند. پس از بارگیری، محموله را می‌توان با تغییر pH یا دمای محیط یا با استفاده از محرک‌های خارجی مانند نور یا امواج فراصوت، به صورت کنترل شده از MSNها رها کرد. این فرآیند برای رساندن داروها به نقاط خاصی در بدن با دقت و کارایی بیشتر نسبت به روش‌های سنتی دارورسانی استفاده شده است. سیستم‌های جدید دارورسانی، به ویژه نانوساختارهایی که برای بهبود حلالیت دارو، تغییر متابولیسم دارو و فارماکوکینتیک برای افزایش تجمع دارو در محل‌های هدف و به حداقل رساندن اثرات نامطلوب مرتبط طراحی شده‌اند. دو پارامتر ضروری برای تعیین عملکرد یک سیستم تحویل دارو، ظرفیت بارگذاری و پروفایل‌های رهاسازی دارو هستند.



انواع محرک

MSNها را می‌توان با گروه‌های عملکردی مختلف تغییر داد تا مواد پاسخگو به محرک‌ها ایجاد شود. مواد پاسخگو به محرک‌ها موادی هستند که می‌توانند به محرک‌های خارجی مانند pH، دما، نور و میدان‌های مغناطیسی پاسخ دهند. به عنوان مثال، MSNها را می توان با گروه‌های حساس به pH اصلاح کرد که باعث می‌شود ذرات در پاسخ به تغییرات pH متورم یا منقبض شوند. همچنین می‌توان آن‌ها را با گروه‌های حساس به نور که باعث تغییر شکل ذرات یا آزاد شدن محتویات خود در مواجهه با نور می‌شوند، اصلاح کرد. علاوه بر این، MSNها را می‌توان با گروه‌های حساس به دما تغییر داد که باعث می‌شود ذرات در دماهای بالاتر محلول‌تر شوند. در نهایت، MSNها را می‌توان با گروه‌های مغناطیسی تغییر داد که به آن‌ها اجازه می‌دهد با استفاده از یک میدان مغناطیسی خارجی دستکاری شوند. دو نوع محرک شناسایی می‌شوند: انواع درون‌زا و برون‌زا. محرک‌های بیولوژیکی درون‌زا شامل pH، ردوکس، گلوکز و سیستم‌های آنزیمی است. محرک‌های نوع درون‌زا تفاوت‌های بین بافت آلوده و محیط میکروسکوپی اطراف این بافت را در مقایسه با فیزیولوژی بافت طبیعی پیش‌بینی می‌کنند. به عنوان مثال، محرک‌های بیرونی یا خارجی، اثرات حرارتی، مغناطیسی و اولتراسوند هستند. دومی به دلیل کنترل احتمالی تجمع حامل در موقعیت‌های خاص در اطراف بافت‌های هدف و دقت در زمان‌بندی آزادسازی بار، کاربردهای بالینی بالاتری دارند.

تحویل/رهاسازی دارو با تحریک حرارتی

استراتژی این رویکرد به تغییر دمای محیط اطراف ذرات بارگذاری شده با دارو بستگی دارد. در مطالعات اخیر پیشنهاد استفاده از نانوذرات اکسید آهن فوق مغناطیسی داده شده است که گرما را در پاسخ به میدان مغناطیسی متناوب آزاد می کنند.

انتشار دارو با تحریک مغناطیسی

متکی بر آزادسازی نانوذرات مغناطیسی و دارویی در پاسخ به میدان مغناطیسی اعمال شده است.

کاربرد در کاتالیزورها و واکنش‌های شیمیایی

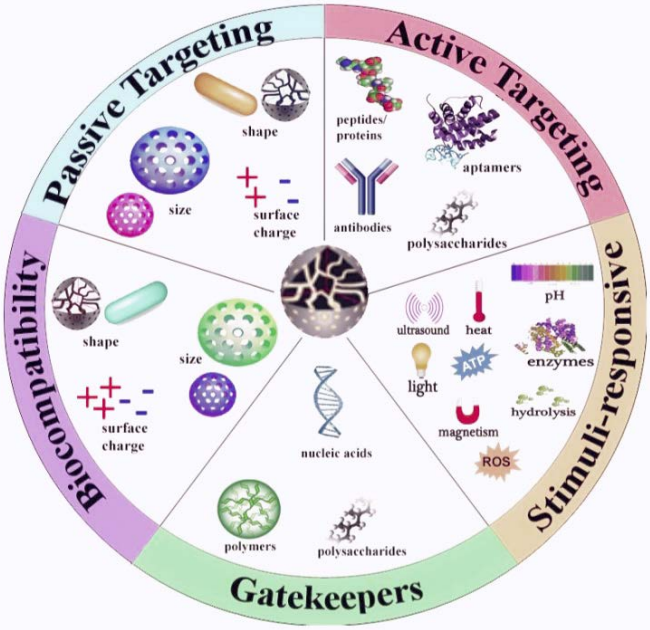
علاوه بر دارورسانی، MSNها به دلیل سطح بالای سطح و اندازه منافذ قابل تنظیم به عنوان کاتالیزور در واکنش‌های شیمیایی مختلف نیز استفاده شده‌اند. ساختار مزوپور امکان انتشار موثر واکنش‌دهنده‌ها و محصولات را فراهم می‌کند و سرعت واکنش و گزینش‌پذیری را بهبود می‌بخشد.

کاربرد در حسگرهای زیستی

MSNها همچنین به دلیل توانایی خود در جذب انتخابی مولکول‌های خاص بر روی سطوح، پتانسیل را به عنوان سکوهای سنجش نشان داده‌اند. می‌تواند به عنوان حسگرهای جذاب با حساسیت بالا برای تشخیص آنالیت‌های مختلف در شرایط in vitro و in vivo استفاده شود. این امر منجر به توسعه حسگرهای مبتنی بر MSN برای تشخیص آنالیت‌های مختلف مانند فلزات سنگین یا مولکول‌های زیستی شده است. چالش واقعی در واکسن‌ها شامل القای یک پاسخ ایمنی قوی و ایمن در میزبان با هزینه کم است. نانومواد سیلیکا مزوپور به دلیل حفظ آنتی ژن و تحویل آن به سلول‌های حاضر می‌توانند به عنوان حامل آنتی ژن استفاده شوند. از سوی دیگر، نانومواد سیلیس نیز برای تحویل واکسن DNA با تکیه بر روش گذرا آنتی ژن مورد نظر در سلول‌های میزبان استفاده شد.

چالش‌های MSN

علیرغم ویژگی‌های امیدوارکننده و کاربردهای بالقوه آن‌ها، هنوز چالش‌هایی وجود دارد که باید قبل از استفاده گسترده از MSN در کاربردهای عملی به آن‌ها پرداخت. این موارد شامل بهبود پایداری در محیط‌های بیولوژیکی و بهینه‌سازی روش‌های سنتز آن‌ها برای تولید در مقیاس بزرگ است.



پایداری ضعیف: نانوذرات سیلیکا مزو متخلخل به دلیل اندازه کوچک و سطح بالایشان مستعد تجمع و انحلال هستند.

ظرفیت بارگذاری کم: اندازه منافذ کوچک نانوذرات سیلیکا مزو متخلخل تعداد موادی را که می‌توان در آن‌ها بارگذاری کرد محدود می‌کند.

سنتز دشوار: سنتز نانوذرات سیلیکا مزو متخلخل به کنترل دقیق دما، pH و سایر پارامترها نیاز دارد که افزایش مقیاس تولید را دشوار می‌کند.

زیست سازگاری کم: نانوذرات سیلیکا مزو متخلخل همیشه زیست سازگار نیستند، که می‌تواند استفاده از آن‌ها را در کاربردهای پزشکی محدود کند.

نتیجه‌گیری

MSNها یک کلاس هیجان‌انگیز از نانومواد با پتانسیل بالایی در کاربردهای دارورسانی به دلیل خواص منحصر به فردشان هستند. MSNها می‌توانند طیف وسیعی از داروها را در خود محصور کنند، از آن‌ها در برابر تخریب محافظت کنند، اثر بخشی درمانی آن‌ها را افزایش دهند و نتایج بیمار را بهبود بخشند. MSNها در کاربردهای مختلفی مانند درمان سرطان، درمان بیماری‌های عفونی و ژن درمانی امیدوارکننده بوده‌اند. با تحقیقات بیشتر، MSNها پتانسیل ایجاد انقلابی در تحویل دارو و بهبود مراقبت از بیمار را دارند.

منابع

1. Slowing, I. I., Vivero-Escoto, J.L., Wu, C. W., & Lin, V. S. (2008). Mesoporous silica nanoparticles as controlled release drug delivery and gene transfection carriers. Advanced drug delivery reviews, 60, 1278-1288.

2. osenholm, J. M., & Sahlgren, C. (2018). Applications of mesoporous silica nanoparticles in medicine. Journal of materials chemistry B, 6, 707-724

3. Wu, S. H., Mou, C. Y., & Lin, H. P. (2013). Synthesis of mesoporous silica nanoparticles. Chemical Society Reviews, 42, 3862-3875.

4. Fang Z, Li X, Xu Z, Du F, Wang W, Shi R, Gao D (2019). Hyaluronic acid-modified mesoporous silica-coated superparamagnetic Fe3O4 nanoparticles for targeted drug delivery.

5. Front. Mater., 19 February 2020. Mesoporous Silica Nanoparticles for Bio-Applications

6. Samira Jafary , Hossein Derakhshankhah, Loghman Alaei, Ali Fattahi, Behrang Shiri . (2018). Mesoporous silica nanoparticles for therapeutic/diagnostic applications.

7. Ghada G.abdo. Moustafa M.Zagho. Ashraf Khalil. (2020). Recent advances in stimuli-responsive drug release and targeting concepts using mesoporous silica nanoparticles

قانون نانو

زهرا اصغری‌نژاد- کارشناسی شیمی کاربردی دانشگاه الزهرا(س)
asgharinejad.zahra@gmail.com

چکیده

فناوری نانو، علمی نوپا و نوظهور است که به سرعت درحال پیشرفت و ورود به زندگی روزمره ماست؛ این درحالی است که دانشمندان هنوز به ایمن بودن محصولات تولیدی اطمینان کامل ندارند. چون برای ارزیابی ایمنی محصولات نانو نمی‌توان از تمامی روش‌های موجود برای سایر مواد استفاده کرد، نیاز به تحقیقات بیشتری برای بررسی تمام جوانب استفاده از محصولات تولیدی جدید با فناوری نانو وجود دارد که زمان بیشتری می‌طلبد. بنابراین، دولت‌های کشورهای توسعه یافته در تلاش‌اند تا با وضع قوانین و دستور عمل‌هایی به کنترل هرچه بیشتر این علم و کاهش خطرات احتمالی در آینده دست یابند. در این مقاله ضمن اشاره به تعدادی از مطالعات انجام شده و بررسی دیدگاه‌های موجود برای ارزیابی ایمنی محصولات تولیدی با فناوری نانو، با تعدادی از قوانین بین‌المللی و منطقه‌ای در آمریکا و سازمان های مرتبط با آن‌ها آشنا می‌شویم.

کلمات کلیدی

نانومواد، قانون گذاری در حوزه فناوری نانو، خطر، ایمنی، کشاورزی، صنایع غذایی

مقدمه

با توسعه سریع فناوری نانو و بروز خطرات ناشناخته، سم‌شناسان و قانون‌گذاران بیش از پیش به این حوزه توجه نشان می‌دهند. وظیفه دولت‌ها شناسایی و کنترل خطرات تهدیدکننده سلامت است. از طرفی، شرکت‌های تولیدکننده که بیشترین بهره را از تولید نانومواد به دست می‌آورند، با قوانین ناپایدار زیست محیطی مواجه هستند که کسب و کار آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و چون نمی‌توان مانع پیشرفت حوزه نانو شد، شناختن مخاطرات مرتبط و مدیریت آن‌ها برای بهره‌گیری ایمن از مزایای این علم نسبتاً نو اهمیت پیدا می‌کند. بنابراین، مطالعه و بررسی قوانین بین‌المللی در حوزه نانو در کشورهای توسعه‌یافته، به دیگر دولت‌ها کمک می‌کند تا با مدیریت زمان و هزینه، استراتژی‌های صحیح را در دستور کار خود قرار دهند؛ اما پیش‌از آن با ارزیابی ایمنی نانومواد بیشتر آشنا می‌شویم.

تلاش‌های سازمان های بین المللی برای تدوین استانداردهای همگانی

نانوتکنولوژی با توسعه سریع خود توانسته زمینه‌های مختلف علوم همچون الکترونیک، پزشکی، انرژی و صنعت را متحول کند. در همین راستا، سم‌شناسان قانون‌گذار تلاش می‌کنند تا مشکلات و خطرات قابل ایجاد توسط نانو مواد را تا حد ممکن کاهش دهند. در فرآیند مهندسی نانو مواد به ذراتی با اندازه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر (کمتر از یک هزارم قطر موی انسان) می‌رسیم که خواص منحصر به فردی دارند و درنتیجه، قوانین، استانداردها و روش‌های ارزیابی خطر برای آن‌ها متفاوت از ذرات غیرنانو است. بررسی دقیق و تدوین استانداردهای جدید به حدی مهم است که برخی کشورها بودجه زیادی به این حوزه اختصاص می‌دهند، به طور مثال آمریکا در سال ۲۰۱۲ بودجه بخش تحقیقات در حوزه نانومواد را به ۲٫۱ میلیارد دلار افزایش داد.

هم اکنون در کشورهای توسعه یافته، نگرانی‌های بسیاری در مورد توسعه فناوری نانو از جهت ایجاد خطرات مبهم سم‌شناسی که در آینده می‌تواند مشکل آفرین باشد، وجود دارد وبرای رفع آن، اقداماتی به صورت انفرادی یا منطقه‌ای در دستور کار قرار داده شده است. آشنایی با این رویکردها برای کشورهای در حال توسعه وعلاقه‌مند به بومی‌سازی دانش نانو مهم و سودمند است. در حال حاضر نمی‌توان نانوتکنولوژی را با وجود مخالفان و موافقان بسیار، کاملاً ایمن یا تماماً زیان‌آور دانست چراکه در قوانین بین‌المللی، آیین‌نامه، تست استاندارد یا قانون یکپارچه‌ای برای نانوتکنولوژی وجود ندارد؛ هرچند که ورود نانومواد به بازارهای جهانی و تبادلات بین‌المللی، باعث تلاش در راستای یکپارچه کردن قوانین و استانداردها شده است. در همین راستا سازمانی بین‌المللی موسوم به OECD[1]، مطالعاتی برای کاهش خطرات و مزایای استفاده از ترکیبات نانومواد طراحی کرده‌اند.

کشورهای اروپایی، قاره آمریکا، جنوب شرق آسیا، ایران، ترکیه و استرالیا عضو این سازمان هستند. سازمان OECD فعالیت های خود را در نوامبر۲۰۰۷ با ایجاد برنامه‌های حمایتی از تولیدکنندگان در جهت تست نانومواد به منظور ایجاد ایمنی فناوری نانو، آغاز کرد که در آن تعدادی از کشورهای عضو متعهد شدند تا بودجه برنامه‌های تحقیقاتی ایمنی نانو را فراهم کنند. در ابتدای امر، با همکاری متقابل بین صنعت، دانشگاه و دولت، ۱۱ نانوماده سنتتیک (با مصرف تجاری قابل توجه) لیست شد و تحقیقات پیرو ایمنی و استفاده‌های آتی آن‌ها آغاز شد. به علاوه، سازمان بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC[2]) با همکاری سازمان جهانی بهداشت، در سال ۲۰۰۸ اقدام به ترسیم منوگراف نانولوله کربن و اولویت‌های مربوط به آینده ۲۰۱۰ تا ۲۰۱٤ تحقیقاتی نانومواد کرد.

در این منوگراف، نانولوله کربنی به احتمال زیاد برای انسان سرطان‌زا معرفی شد و این مسأله تجارت و بازار این ترکیب را تحت تاثیر قرار داد.

نانو فناوری در کشاورزی

از آن جا که نانوفناوری در کشت، تولید، فرآوری یا بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود و نانومواد مهندسی‌شده ممکن است به غذا اضافه شوند؛ ارزیابی خطر استفاده از نانومواد در کشاورزی و غذا اهمیت پیدا می‌کند. درحالی که اطلاعات دراین زمینه محدود است. سازمان‌های خواروبار/بهداشت جهانی وضعیت فعلی این ارزیابی‌ها را بررسی کرده‌اند و در قالب گزارش‌هایی ارائه داده‌اند.

1. Organization for Economic Co-operation and Development 2. International Agency for Research on Cancer

نانو مواد در گیاهان

گزارش‌های انتشار یافته در مورد اثر متقابل نانوذرات و گیاهان خوراکی نشان از درک ناکافی از سمّیت گیاهی نانوذرات دارد. مطالعات محدودی که در خصوص انباشت نانومواد مهندسی شده در گیاهان زراعی ازجمله کلزا، تربچه، کاهو، ذرت و خیار انجام شده است، نشان داده که در میان نانومواد مورد مطالعه، نانومواد مبتنی بر کربن فولرن C۷۰ و فولرولز[3] (۲۰(OH)C٦٠) و اکثر نانومواد بر پایه فلز دی‌اکسید تیتانیوم، اکسید سریم، مگنتیت، اکسید روی، طلا، نقره، مس و آهن، در گیاهان انباشته می‌شوند. این ترکیبات ذخیره‌شده در گیاهان می‌توانند به مصرف‌کنندگان منتقل شوند. اثرات منفی نانوذرات در گیاهان زراعی همانند کاهش میزان جوانه‌زنی، کاهش رشد ریشه و تأخیر در گل‌دهی بسته به نانوماده و گیاه مورد نظر، مشاهده شده است.

نانومواددرغذا

در حال‌حاضر داده‌های قابل اعتمادی برای انجام یک ارزیابی شفاف در مورد ایمنی مواجهه دهانی یا خوراکی با نانو مواد موجود در غذا وجود ندارد .در گزارش فائو، سازمان بهداشت جهانی، آمده است که برای نانومواد غیرمرتبط با مواد غذایی نیز بایستی به‌دلیل احتمال آلودگی منابع غذایی، ارزیابی سمّیت خوراکی صورت بگیرد .هم اکنون، به دلیل فقدان اطلاعات در مورد سمّیت احتمالی نانومواد، تشخیص دقیق مقدار مجاز و ایمن مصرف روزانه ممکن نیست.

3. Fullerols

مطالعات مختلفی در گزارش فائو، سازمان جهانی بهداشت، آمده است که یکی از آن‌ها نشان می‌دهد که تحقیقات مرتبط با ایمنی مواجهه خوراکی با نانومواد، از لحاظ مشخص کردن پارامترهای فیزیکوشیمیایی نانومواد ضعیف بوده است و در برخی دیگر آمده است که آزمون‌های برون‌تنی[۴] و درون‌تنی[۵] فقط درصورت مشخصه‌یابی[۶]نانومواد معدنی دارند و هر ماده و محصول نیاز به تعیین مشخصات دارد. بنابراین؛ نتایج مطالعات سمّیت‌شناسی زمانی می‌توانند برای پیش‌بینی سمّیت سایر نانومواد مورد استفاده قرار گیرند که نانومواد به طور کامل مشخصه‌یابی شوند، چرا که تغییر در هرکدام از مشخصه‌ها ممکن است منجر به تغییر در فعالیت زیستی بینجامد. از آن‌جا که در بهداشت شغلی، به سم‌شناسی نانوذرات در ریه توجه بیشتری می‌شود تا سمّیت نانومواد در روده؛ در مورد اثر ضدِمیکروبی نانومواد مانند نانوذرات نقره بر جمعیت میکروبی طبیعی در دهان و روده اطلاعات زیادی وجود ندارد .تحقیقات برای یافتن رابطه‌ای بین حضور نانومواد در غذاها و آغاز و تشدید برخی بیماری‌های خاص روده، مانند کرون و سندرم روده تحریک‌پذیر، به نتایج متناقضی رسیده است که نیاز به تحقیقات بسیار بیشتری دارد.

ایمنی نانومواد چگونه ارزیابی می‌شوند؟

ارزیابی ایمنی این مواد به خواص شیمیایی کاملاً شناخته‌شده‌شان بستگی دارد. دو پارامتر اصلی عبارتند از: زیست‌پایداری و قابلیت هضم. بر مبنای شکل‌های ایجاد شده نانومواد معدنی، سه فرانامه مختلف مشخص شده است:

۱. نوع اول، نانومواد قابل هضم و زیست‌ناپایدار مانند شکل‌های نانویی یک نمک معدنی که قبل از قرار گرفتن در معرض هرگونه مواجهه سلولی، هضم خواهد شد؛ که در این صورت برای سلول‌ها و بافت‌ها، هیچ تفاوتی در مقایسه با اشکال معمول ماده نخواهد داشت.

۲. نوع دوم، نانومواد قابل هضم و زیست‌ناپایدار مانند فرمول بندی های نانوریشالی[۷] یا فریتین، که فقط تا اندازه‌ای در روده تجزیه می‌شوند؛ بنابراین ممکن است به‌عنوان ساختارهای نانو جذب شوند امّا به‌سرعت در سلول‌ها شکسته خواهند شد.

۳. نوع سوم، نانومواد غیرقابل هضم و زیست‌پایدار که ممکن است دست‌نخورده باقی بمانند و موجب بروز پیامدهایی شوند از جمله این که قبل از جذب سلولی، مواد جذب‌شده سطح آن‌ها ممکن است در معده حذف شده و در روده توسط مولکول‌های لومینال جایگزین شوند.

4. In vitro
5. In vivo
6. Characterization
7. Nanomicellar

دیدگاه‌های مختلفی برای توصیف جنبه‌های خاص نظام‌های متفاوت نانو سم‌شناسی وجود دارد که در بعضی از آن‌ها این سه اصل استفاده می‌شود:

- اصل انتقال: درک شرایط و اشکال ورود نانومواد به داخل سلول و ایجاد یک پاسخ سمی
- اصل سطح: نشان دادن این واقعیت که برای ذرات کوچک‌تر دارای مولکول‌های فعّال سطحی، نسبت اتم‌ها یا مولکول‌هایی که در سطح واقع شده و با ساختارهای زیستی واکنش می‌دهند، به‌طور تصاعدی با کاهش ابعاد افزایش می‌یابد.
- اصل ماده: تغییرات در ابعاد (مثلاً در جهت نانویی شدن) اثرات یکسانی روی همه مواد نمی‌گذارد، بلکه این تغییرات به خصوصیات ماده و ترکیبات آن، از جمله ناخالصی‌ها، بستگی دارد.

از آن‌جا که درحال حاضر ارزیابی خطر با مواد شیمیایی شناخته‌شده و بدون توجه به اندازه ذره انجام می‌شود، شناخت کافی در مورد سمّیت ذرات نانو برای تقسیم‌بندی به گروه‌های کم‌خطر و پرخطر وجود ندارد. بنابراین، برای ارزیابی خطر نانومواد باید بررسی موردبه‌مورد با توجه بیشتر به مواجهه خوراکی شود.

نانومواد در حیطه حوزه‌های اصلی ارزیابی خطر مواد شیمیایی کلاسیک قرار می‌گیرند؛ این حوزه‌ها در سطح بین‌المللی عبارتند از: مکمل‌های غذایی، باقی‌مانده آفت‌کش‌ها، باقی‌مانده داروهای دامپزشکی، برخی افزودنی‌های فرآوری مثل زی‌مایه‌ها[8] و گاهی اوقات ریزمغذی‌ها؛ با این حال، مثلاً برای یک ماده نانوپلاستیک که قرار است در بسته‌بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد، در حال‌حاضر هیچ چهارچوب تجزیه تحلیل خطری در دنیا موجود نیست. با وجود آن که محصولات جدید غذایی در حال ایجاد و ورود به بازار هستند، با اطلاعات موجود نمی‌توان ارزیابی کرد که آیا ایده‌های موجود صرفاً تصورات کلّی هستند یا ناشی از مواجهه مصرف‌کنندگان با غذاهای تهیه شده از نانومواد/نانوفناوری هستند. قلمداد کردن یک محصول به‌عنوان یک نانوماده یا به‌عنوان یک کاربرد نانوفناوری، به تعاریف مدنظر قانون‌گذار بستگی دارد؛ که عموماً دو معیار ابعاد نانویی محصول و تغییر هم‌زمان خصوصیات به‌واسطه تغییر در اندازه برای ایجاد آن در نظر گرفته می‌شود و یک نانوماده حقیقی، باید دارای هر دو معیار باشد.

هم اکنون، ۲۱ آژانس ملّی و منطقه‌ای ایمنی غذا طی چند سال گذشته بررسی‌هایی برای ارزیابی اثرات نانومواد اضافه شده به غذا انجام داده‌اند که در نتیجه‌ی آن، مقررات و دستورالعمل‌هایی برای درک بهتر از چگونگی ارزیابی نانومواد در آینده منتشر شده‌است.

8. Enzymes

سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی دستورالعمل‌های منتشرشده خود در مورد آزمون‌های شناسایی خطر و مشخصه‌یابی مواد شیمیایی غذایی مثل مواد افزودنی، آفت‌کش‌ها، داروهای دامپزشکی و مواد دیگر در مواجهه با انسان مثل مواد آرایشی را بررسی کرده و نتیجه‌گیری کرده است که به‌طور کلی این آزمون‌ها برای نانومواد قابل اجرا هستند. رویکرد مؤسسه بین‌المللی علوم زندگی، برای نانومواد‌ی که قرار است در مواد غذایی استفاده شوند به این ترتیب است که اطلاعات موجود درباره مواد معمولی مرور شده و توضیح می‌دهد که کدام خصوصیت ماده معمولی می‌تواند برای اندازه نانویی آن تعمیم داده شود. توسعه و کاربرد این رویکرد می‌تواند منجر به کاهش نیاز به انجام آزمون‌های حیوانی شود. کمیته علوم و فناوری مجلس بریتانیا، توصیه می‌کند تا یک پایگاه داده از اطلاعات مربوط به نانومواد تولیدی ایجاد شود که در آن صورت، به همکاری بازیگران صنایع مواد غذایی، برای پیش‌بینی نیازهای آتی ارزیابی ایمنی و کمک به اولویت‌بندی تحقیقات کمک شایانی می‌کند.

قانون‌های موجود حوزه نانو تکنولوژی در آمریکا

سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (EPA)[9] با تشویق شرکت‌های تولیدکننده نانومواد به شرکت در برنامه نظارت بر نانومواد (NMSP)[10]، اطلاعات مربوط به نانومواد سنتز شده را داوطلبانه از آن‌ها در اختیار می‌گیرد و به جای تحمیل استانداردها بر شرکت‌ها، قوانین را به صورت همکاری دوطرفه تدوین می‌کند. این رویکرد در بیشتر سازمان‌های قانون‌گذاری در آمریکا وجود دارد و به سرعت در سایر کشورها نیز در حال گسترش است.

9. Environmental Protection Agency
10. Nanoscale Materials Stewardship Program

قانون TSCA

از مهم ترین قوانینی که سبب کاهش ریسک مواد سمی توسط سازمان های نظارتی می‌شود، لایحه کنترل مواد سمی (TSCA)[11] است که موادی با کمترین ریسک بر سلامتی انسان را معرفی می‌کند. سازمان‌های نظارتی با استناد به این قانون مشکلات احتمالی مواد شیمیایی جدید را بر سلامتی انسان قبل از ورود به بازار بررسی می‌کنند .از جمله بخش‌های مهم دولتی در زمینه اجرای این قانون، سازمان EPA است که برنامه نظارت آن بر نانومواد از سال ۲۰۰۷ شروع شد و پس از آن، با برنامه‌های تحقیقات فناوری نانو در سال ۲۰۱۱، مؤثرترین قدم‌ها در راستای شناسایی، کنترل خطرات و جلب همکاری تولیدکنندگان مواد نانو برداشته شد. بر اساس بخش پنجم قانونTSCA ، تولیدکنندگان مواد شیمیایی پس از تولید ماده جدید و قبل از تجاری‌سازی، ۹۰ روز مهلت دارند تا اطلاعات لازم در خصوص خواص ماده را در اختیار EPA قرار دهند، سازندگانی که به نحوی این زمان را کوتاه‌تر کنند، شامل تخفیف مالیاتی و طرح‌های تشویقی دولت می‌شوند. از سال ۲۰۰۵ تاکنون صدها ماده جدید به EPA معرفی شده و تنها تعدادی از آن‌ها با داشتن شرایط لازم، اجازه ورود به بازار را دریافت کرده‌اند. در بخش هشتم این قانون، توضیحات کامل در رابطه با شرایط لازم برای اخذ مجوز برای یک ماده جدید شیمیایی آمده است که شامل تکمیل اطلاعات مربوط به ریسک‌های ماده، مسائل مربوط به ایمنی و بهداشت، مخاطرات زیست محیطی و نحوه دفع پسماندها است. مواد معرفی شده به EPA، بازنگری و بررسی می‌شوند و در نهایت در فهرست مواد تحت حمایت این قانون درمی‌آیند. به صورت پیش فرض تمام نانومواد تولید شده به‌عنوان یک ماده شیمیایی جدید در نظر گرفته می‌شوند و باید تمام مراحل ثبت و دریافت مجوز را همانند سایر مواد شیمیایی جدید، طی کنند. به طور مثال، از نظر EPA برخی از نانومواد با ویژگی‌های مشابه همانند نانولوله و کربن‌فلورسنس یا آن‌ها که به هر دو صورت نانو و میکرو موجودند و قبلاً بررسی نشده‌اند، ماده جدید محسوب می‌شوند و باید مراحل ثبت و آزمایشات تحقیقاتی ایمنی و بهداشتی را طی کنند. سازمان EPA شرایطی فراهم کرده تا تولیدکنندگان بتوانند قبل از هر گونه تحقیقات بیشتر، ماده جدید را در فهرست این سازمان بررسی کنند. این مسئله سبب شده تا اطلاعات به صورت داوطلبانه در اختیار EPA قرار بگیرد و همکاری مساعدتری بین تولیدکننده، واردکننده و این سازمان صورت پذیرد.

11. Toxic Substances Control Act

قانون FIFRA

در آمریکا، قانونی تحت عنوان (قانون فدرال حشره‌کش، قارچ‌کش و جونده‌کش‌ها (FIFRA)[۱۲]) وجود دارد که بر نانومواد نیز نظارت می‌کند. این قانون شامل یک سری دستورالعمل در خصوص توزیع، فروش و استفاده از آفت‌کش‌ها است که تمام نانومواد مورد استفاده در دفع آفات را تحت کنترل دارد. تمام آفت‌کش‌های توزیع یا فروخته‌شده در آمریکا تحت نظارت EPA هستند و طبق همین قانون ثبت شده‌اند. این قانون، با هدف استفاده از آفت‌کش‌ها بدون ایجاد اثرات غیرقابل‌قبول در محیط‌زیست و سلامت انسان تلاش می‌کند تمامی خطرات کشف شوند و استفاده از آفت‌کش‌ها از نظر اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و همچنین خطرات ناشی از باقی ماندن آن‌ها در زنجیره غذایی انسان بررسی شوند و برای این کار شامل استانداردهایی است که برای ثبت و تعریف آفت‌کش‌ها به کار گرفته می‌شود. بنابراین، آفت‌کش‌های تحت شرایط این قانون در صورت استفاده خطر سمیت و اثرات مضر انسانی و محیطی قابل توجهی ایجاد نمی‌کنند. این قانون برای اولین بار در سال ۱۹۴۷ مطرح شد و در پی آن هزاران آفت‌کش به ثبت رسید. در این خصوص سازندگان و واردکنندگان آفت‌کش‌ها، موظف شدند محصولات خود را تحت نظارت و مطابق شرایط EPA ثبت کنند. پس از به روزرسانی این قانون در سال ۱۹۸۸، حدود ۱۸۵ نوع دستورالعمل مختلف برای ۶۰۰ نوع محصول اعلام شد، این قانون EPA را مجاز دانست تا پس از بررسی‌های بیشتر و کسب اطلاعات جدید، شرایط استفاده از هر آفت‌کش را تغییر داده و قوانین مرتبط را به روزرسانی کند. همچنین بر اساس این قانون، EPA مجاز است تا در صورت نیاز، یک نوع آفت‌کش خاص را ممنوع و تمام محصولات موجود را منهدم کند. هزینه و جبران خسارت‌های این عملیات طبق قانون بر عهده دولت است. علاوه بر EPA سازمان‌های دیگری نیز بر تولید و استفاده از نانومواد نظارت دارند که یکی از آن ها، سازمان غذا و دارو آمریکا است؛ که بر موادغذایی، لوازم آرایشی ـ بهداشتی و داروسازی نظارت دارد و همانند EPA بر اساس قوانین FIFRA و TSCA عمل می‌کند.

12. Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act

قانون OFPA

اداره کشاورزی آمریکا با مسئولیت نظارت بر محصولات دامی و کشاورزی، در سال ۲۰۱۵ با اعلام بیانیه‌ای به‌کارگیری نانوتکنولوژی در محصولات غذایی موسوم به ارگانیک را تحت شرایط سختگیرانه‌ای قرار داد. این مسئله در پی اجرای برنامه ملی محصولات ارگانیک مطرح شد. در سال ۲۰۱۰، هیأت برد تعیین استانداردهای محصولات ارگانیک به اتفاق، تصمیم بر حذف نانوتکنولوژی از این نوع محصولات گرفتند. بر اساس قانون، محصولات غذایی ارگانیک ، وزیرکشاورزی می‌تواند فهرست مواد مجاز برای استفاده در محصولات غذایی را اعلام کند .لازم به ذکر است، در بخش۲۰۵ و ٦٠٥ از آیین‌نامه‌های مربوط به USDA تمام مواد مجاز اعلام شده است.

بر این اساس تمام نانومواد تولیدی مورد استفاده در محصولات ارگانیک باید شرایط زیر را دارا باشند:

۱. بررسی و گرفتن تایید توسط NOSB
۲. مجاز به افزوده شدن در فهرست اعلامی از سوی USDA
۳. بررسی به درخواست شرکت‌های تولیدکننده و اخذ مجوز

این قانون NOSB را ملزم می‌کند تا موادی را که تولیدکنندگان درخواست استفاده از آن را در محصولات دارند، ارزیابی و شرایط استفاده و حمل آن‌ها را اعلام کند. در صورتی که شخص یا سازمانی تقاضای اضافه کردن ماده‌ای جدید به فهرست اعلام شده را داشته باشد، می‌بایست بر اساس قانون OFPA عمل کند و الزامات آن را فراهم آورد. لازم به ذکر است به منظور جلوگیری از ایجاد تضاد، USDA قانون خود را مطابق با قوانین و تعریف‌های اعلام شده از سوی EPA و FDA هماهنگ کرده است.

جمع‌بندی

بررسی قوانین به خوبی نشان می‌دهد نگرانی‌ها و ابهامات زیادی برای قانون‌گذاران در خصوص آینده نانوتکنولوژی وجود دارد که عمده‌ی آن به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی در این زمینه و نوپا بودن این علم است. با این حال، محققان و سیاستمداران هرچه بیشتر به سمت همکاری و هم‌افزایی پیش می‌روند. البته پیش از همه، ثبت اطلاعات جامع و بررسی ایمنی و بهداشت ماده مطرح شده اهمیت دارد، چراکه لازمه تدوین صحیح قوانین و اجرای آن‌ها برای کنترل و مدیریت، شناخت کافی از مواد تولیدی و تحقیق و بررسی خطرهای آن‌هاست .بنابراین، برای مدیریت صحیح خطرها و حفظ سرمایه های انسانی، باید از رویکردهای جهانی و تجربیات دیگر کشورها در این زمینه بهره برد و قوانین را بومی‌سازی کرد.

منابع

1. www.nanoeducation.ir
2. EPA, TSCA Inventory Status of Nanoscale Substances – General Approach. 2008.
3. USA, TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT. 2002. p. 107–377.
4. EPA, Nanotechnology White Paper 2007.
5. MARK DUVALL, A.W., regulation of nanotechnologynanomaterials at epaaround the world: recent developmentscontext, P.C. Beveridge & Diamond, Editor. 2011. p. 1-22.
6. EPA, EPA History: FIFRA Amendments of 1988, EPA, Editor. 1988, EPA press release: USA.
7. USDA, This memorandum clarifies the status of nanotechnology in organic productionhandling under the U.S. Department of Agriculture (USDA) organic regulations at 7 C.F.R. Part 205. , U.S.D.o. Agriculture, Editor. 2015: USA. p. 1-2.
8. OECD. TestingProgramme of Manufactured Nanomaterials. 2016; Available: http://www.oecd.org/chemicalsafety/nanosafety/testing-programme-manufactured.

معرفی دانشمند

پروفسور نادر انقطاع

رضوان سادات میرکریمی- کارشناسی

شیمی کاربردی دانشگاه الزهرا(س)

rezvanmir79@yahoo.com

نادر انقطاع؛ دانشمند ایرانی پیشتاز نانوفناوری که در جایگاه برابر با اینشتین و گراهام بل قرار می‌گیرد...

نادر انقطاع، متولد ۱۶ مهر ۱۳۳٤، استاد دانشگاه پنسیلوانیا در فیلادلفیا می‌باشد. پروفسور انقطاع مدرک کارشناسی خود را با رتبه برتر در رشته مهندسی برق از دانشگاه تهران کسب کرد؛ سپس راهی کالیفرنیا شد و موفق به کسب فوق لیسانس و دکترای خود را از موسسه فناوری کالیفرنیا گردید. پس از گذراندن یک سال به عنوان محقق فوق دکتری در مؤسسه فناوری کالیفرنیا و چهار سال به عنوان دانشمند تحقیقاتی ارشد در بخش Dikewood شرکت علوم کمان در سانتا مونیکا، به هیئت علمی دانشگاه پنسیلوانیا پیوست، جایی که درجات بالاتری را طی کرد. او دکتری افتخاری علوم فناوری خود را از دانشگاه آلتو فنلاند در ۷ اکتبر ۲۰۱٦، دکتری افتخاری (.Dr. rer. nat. h.c) از دانشگاه اشتوتگارت آلمان در ۱۸ نوامبر ۲۰۱٦ و مدرک دکتری افتخاری از موسسه پلی‌تکنیک دانشگاه فنی ملی اوکراین خارکف را در ۳ نوامبر ۲۰۱۷ کسب کرد. فعالیت‌های تحقیقاتی فعلی او طیف گسترده‌ای از حوزه‌ها از جمله اپتیک، فوتونیک، فراماده، الکترودینامیک، امواج مایکروویو، نانو اپتیک، فوتونیک گرافن، تصویربرداری و سنجش با الهام از چشم گونه‌های جانوری، آنتن‌های مایکروویو و نوری و فیزیک و مهندسی میدان‌ها و امواج می‌باشد.

پروفسور نادر انقطاع، دانشمند ایرانی آمریکایی دانشگاه پنسیلوانیا، بعد از نام آوران بزرگ عرصه علم و دانش همچون انیشتین، تسلا و گراهام‌بل موفق به دریافت مدال بنجامین فرانکلین ۲۰۲۳ شد. به نقل از پن‌تودی، پروفسور نادر انقطاع، استاد مهندسی برق و سیستم در دانشگاه پنسیلوانیا یکی از ۹ نفری است که در این سال به دلیل دستاوردهای فوق‌العاده‌اش در رهبری علمی، مهندسی و تجاری موفق به دریافت جایزه بنجامین فرانکلین شد. مدال بنجامین فرانکلین یکی از قدیمی‌ترین جوایز علمی در حوزه علم و مهندسی است که از سال ۱۸۲۴ توسط موسسه فرانکلین در آمریکا اهدا می‌شود.

لری دوبینسکی، رئیس و مدیر عامل موسسه فرانکلین، می‌گوید: ما مفتخریم که میراث دیرینه مؤسسه فرانکلین را در به رسمیت شناختن افراد برای کمک‌هایشان به بشریت ادامه می‌دهیم. این پیشرفت‌های خارق‌العاده در حوزه‌های مهمی مانند برابری اجتماعی، پایداری و ایمنی به‌طور قابل‌توجهی ما را به سمت تغییرات مثبت حرکت می‌دهند و بنابراین زمینه را برای آینده‌ای بسیار خوب فراهم می‌کنند. مدال بنجامین فرانکلین ۲۰۲۳ در مهندسی برق به انقطاع به دلیل نوآوری‌های دگرگون کننده‌اش در مهندسی مواد جدید که با امواج الکترومغناطیسی با روش‌های بی‌سابقه‌ای در تعامل هستند و کاربردهای گسترده‌ای در محاسبات فوق‌سریع و فناوری‌های ارتباطی دارند، اهدا شد.

دکتر انقطاع می‌گوید: من به عنوان یک دانشمند و یک اهل فیلادلفیا، از دریافت مدال فرانکلین بسیار مفتخر هستم. دریافت جایزه‌ای که برندگان پیشین آن برخی از قهرمانان علمی من مانند آلبرت انیشتین، نیکولا تسلا، الکساندر گراهام بل و ماکس پلانک بوده‌اند، بالاترین افتخار است. من از مؤسسه فرانکلین برای اعطای این جایزه بسیار سپاسگزارم.

لیز مگیل، رئیس دانشگاه پنسیلوانیا، می‌گوید: کار پیشگامانه پروفسور انقطاع در زمینه فرامواد و نانو اپتیک، راه را برای دستیابی به قابلیت‌های محاسباتی جدید و متحول کننده در آینده باز می‌کند. دانشگاه پنسیلوانیا عصر رایانه‌ها را با ایجاد اولین رایانه دیجیتال قابل برنامه‌ریزی در جهان در سال ۱۹۴۵ آغاز کرد. کار پروفسور انقطاع ادامه دهنده این سنت تحقیقات و اکتشافات پیشگامانه است که آینده را متحول خواهد کرد. ما خوشحالیم که او مدال بنجامین فرانکلین را دریافت کرده است.

THE FRANKLIN INSTITUTE *Awards*

وی جوایز متعددی برای تحقیقات خود دریافت کرد که از جمله آن:

۱. عضویت آکادمی ملی مخترعین ایالات متحده (NAI) در سال ۲۰۱۵
۲. مدال طلای جامعه بین المللی اپتیک و فوتونیک (SPIE)
۳. جایزه دانشکده مهندسی و علوم امنیت ملی سال ۲۰۱۵ از وزارت دفاع ایالات متحده
٤. جایزه دستاورد برجسته سال ۲۰۱۵
۵. مدال طلای بالتازار از اتحادیه بین المللی علوم رادیو (URSI) در سال ۲۰۱۴
٦. جایزه George H. Heilmeier در سال ۲۰۰۸ برای تعالی در تحقیق
۷. عضو ۵۰ دانشمند مجله آمریکایی Scientific در علوم و فناوری در سال ۲۰۰۶
۸. جایزه الکترومغناطیس IEEE در سال ۲۰۱۲
۹. مدال هزاره سوم IEEE

پروفسور انقطاع حوزه نانو مدارهای نوری را پایه‌گذاری کرد که نانوالکترونیک و نانوفوتونیک در آن با هم ادغام شده‌اند. او همچنین به ایجاد و توسعه حوزه اپتیک نزدیک به صفر و مواد اپسیلون نزدیک به صفر با گذردهی الکتریکی نزدیک به صفر مشهور است. او از طریق فعالیت‌های خود مرزهای جدیدی را پشت سر گذاشته که برای مثال می‌توان به محاسبات نوری در مقیاس نانو و کنترل پراکندگی برای پوشش و شفافیت اشاره کرد. کار او پیامدهای گسترده‌ای در شاخه‌های مختلف مهندسی برق، علم مواد، اپتیک، امواج مایکروویو و الکترودینامیک کوانتومی داشته است. نادر انقطاع علاقه زیادی به امواج دارد؛ نه آن گونه که شما موج سواری می‌کنید یا دریانوردی می‌کنید، بلکه آن‌هایی که در هوا حرکت می‌کنند و در هر دو بخش مرئی و نامرئی طیف الکترومغناطیسی قرار دارند.

او دانشمندی است که می‌خواهد این امواج را درک کند، با آن‌ها کاوش کند و چگونگی استفاده از آن‌ها را در راه‌های جدید و مبتکرانه برای ایجاد ابزارها و قابلیت‌های جدید کشف کند. شیفتگی او از کودکی در ایران آغاز شد، زمانی که از یک رادیو ترانزیستوری شگفت زده شد که چگونه می‌تواند صداها و موسیقی را از هوا بیرون بکشد. کنجکاوی او در مورد امواج نامرئی که باعث شد او را به یکی از محققان پیشرو در الکترونیک، اپتیک و فرامواد تبدیل کند که امکان استفاده و دستکاری امواج الکترومغناطیسی را به روش‌هایی که قبلا غیرممکن بود، فراهم می‌کرد. کاربردهای بالقوه آن‌ها فراتر از الکترونیک معمولی گسترش می‌یابد و شامل مدارهای فوتونیک، نانوالکترونیک و ارتباطات پیشرفته، محاسبات و کاربردهای نظامی می‌شود. با سنتز موادی که برای خواص الکترومغناطیسی خاص طراحی شده‌اند، دانشمندانی مانند انقطاع به دست آوردهای باورنکردنی رسیدند که منعکس‌کننده چشم اندازهای علمی تخیلی و فانتزی است. یکی از آن‌ها "پوشش پلاسمونیک" نامیده می‌شود که به طول موج‌های خاصی از نور اجازه می‌دهد تا در اطراف جسمی که با انواع فرامواد پوشانده شده است؛ خم شود و آن‌ها را به طور موثر نامرئی کند. با این حال، کار پروفسور انقطاع بسیار فراتر از این احتمالات غیرعادی است. یکی از شناخته‌شده‌ترین مشارکت‌های او در مواد پارامتر شدید است، که در آن‌ها خواص الکترومغناطیسی خاص به روش‌هایی که در طبیعت یافت نمی‌شود به نزدیک صفر یا حتی کمتر از صفر کاهش می‌یابد. انقطاع همچنین ساختارهای "امگا" با ضریب شکست موج کمتر از صفر را اختراع کرده است که امکان کوچک سازی شدید دستگاه‌های نوری را فراهم می‌کند. چنین فناوری‌هایی چشم‌اندازهای جدید و هیجان‌انگیزی را برای محاسبات، ارتباطات و سایر کاربردها باز می‌کنند که با الکترونیک سنتی بسیار دشوار یا غیرممکن است. مدارهای "متاترونیک نوری" او می‌توانند به عنوان آنالوگ نانواپتیکی مدارهای الکترونیکی معمولی بسیار بزرگتر عمل کنند و انرژی بسیار کمتری مصرف کنند و فضای بسیار کمتری را اشغال کنند. کار او همچنین به پیشرفت‌های جدیدی در بیوتکنولوژی و تصویربرداری پزشکی منجر شده است. همه این نوآوری‌ها ناشی از رویکردهای بسیار خلاقانه پروفسور انقطاع برای کنترل برهم‌کنش‌های نور و ماده به روش‌هایی است که قبلاً محقق نشده بود.

منابع

1. https://live-sas-physics.pantheon.sas.upenn.edu/people/standing-faculty/nader-engheta
2. www.fi.edu/en/laureates/nader-engheta
3. www.radiofarda.com
4. www.sharghdaily.com

مصاحبه با جناب دکتر عبدالحمید علیزاده

پیرامون گرایش شیمی آلی و ارتباط آن با نانوتکنولوژی

فرناز ظاهری- کارشناسی شیمی کاربردی- دانشگاه الزهرا(س)
farnaz.zaheri7@gmail.com

مهدیه نظری الوارسی- کارشناسی شیمی کاربردی دانشگاه الزهرا(س)
mnazarimahdieh8@gmail.com

گرایش شیمی آلی یکی از حوزه‌های مهم و پرطرفدار در علم شیمی است. در این گرایش، تمرکز روی مطالعه ترکیبات آلی و واکنش‌های آن‌ها قرار دارد. با تحصیل در گرایش شیمی آلی، می‌توان در حوزه های متفاوت که به حیات مرتبط است اعم از حیات انسان ها و جانداران دیگر، به عنوان پژوهشگر، متخصص یا کارشناس در بخش های مختلف شیمی، داروسازی، مواد غذایی، نفت و گاز، محصولات آرایشی و بهداشتی و صنایع دیگر مشغول به فعالیت شد. همچنین می‌توان در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به عنوان مدرس و پژوهشگر فعالیت کرد. بدین ترتیب، برای آشنایی بیشتر با این حوزه از شیمی، مصاحبه ایی خواندنی با جناب دکتر عبدالحمید علیزاده، عضو هیات علمی گروه شیمی آلی دانشگاه الزهرا(س) را داشتیم که به زیبایی شیمی آلی را توصیف می‌کنند و ارتباط این گرایش را با نانوتکنولوژی برایمان شرح می‌دهند.

آقای دکتر سلام! خوشحالیم که امروز میزبان شما در نشریه کوانتوم دات هستیم؛ اگر امکانش هست کمی از خودتان برای ما بگویید.

به نام خدا، عبدالحمید علیزاده هستم، عضو هیات علمی دانشکده شیمی دانشگاه الزهرا(س). در دوره لیسانس، شیمی کاربردی را در دانشگاه آزاد تهران و کارشناسی ارشد را در گرایش شیمی آلی دانشگاه بوعلی سینا همدان و دکتری را در رشته شیمی، گرایش ترکیبی آلی و نانوذرات که به صورت مشترک با دو استاد راهنما از دانشگاه بوعلی سینا و دانشگاه وسترن انتاریو[1] کانادا تحصیل کردم. دوره تحقیقاتم در یک سال آخر دکتری را در کانادا تکمیل کرده اما فارغ التحصیل دانشگاه بوعلی سینا هستم. از سال ۱۳۹۶ به صورت مدعو ۳ سال با دانشگاه الزهرا همکاری داشتم و از سال ۱۳۹۹ به خانواده الزهرایی‌ها پیوستم. الان هم در دانشکده شیمی، گروه شیمی آلی مشغول می‌باشم.

1. The University of Western Ontario (UWO), Canada

گرایش شیمی آلی را چطور توصیف می‌کنید؟ به نظرتان این گرایش برای چه افرادی مناسب‌تر است؟

در خصوص شیمی آلی می‌توانم بگویم که در همه جای دنیا، شیمی آلی، شیمی حیات و به نوعی شیمی جانداران، یعنی آنچه که درآن زیست است، شناخته می‌شود و من هم همین تعریف را قبول دارم. کما اینکه، در شیمی آلی وقتی فصل های مختلف را در کلاس تدریس می‌کنم، در پشت ذهنم هنگام درس دادن، درگیر این هستم که این مطلب از شیمی آلی در کجای زندگی، نقش دارد. وقتی از اسیدها گفته می‌شود، مثلا سیتریک اسید، استیک اسید و یا اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع و یا وقتی به کربوهیدارت‌ها اشاره می‌شود، مثلا در میوه‌جات و قندها، ذهنم درگیر می‌شود و چیزی جز زندگی درون شیمی آلی نمی‌بینم.

اگر جهان هستی را در ماده و انرژی تعریف کنیم و اگر برای ماده قالبی درنظر بگیریم، برای انرژی یک فضا می‌خواهیم که این فضا در شکل ماده خودش را نشان می‌دهد. شیمی آلی ارتباط این دو را به زیبایی به تصویر می‌کشد. این رشته و گرایش برای کسانی قابل توجه است که به زنده بودن ماده علاقمند باشند و همینطور جدا از دید مادی، دیدی معنوی نیز داشته باشند. رشته شیمی آلی، جهان هستی را از یک نگاه دیگری نشان می‌دهد. زیبایی رشته ما جایی است که خلقت را از دریچه علم ببینیم و وقتی که کم می‌آوریم، از دریچه انرژی و معنویت و ایمان وارد می‌شویم.

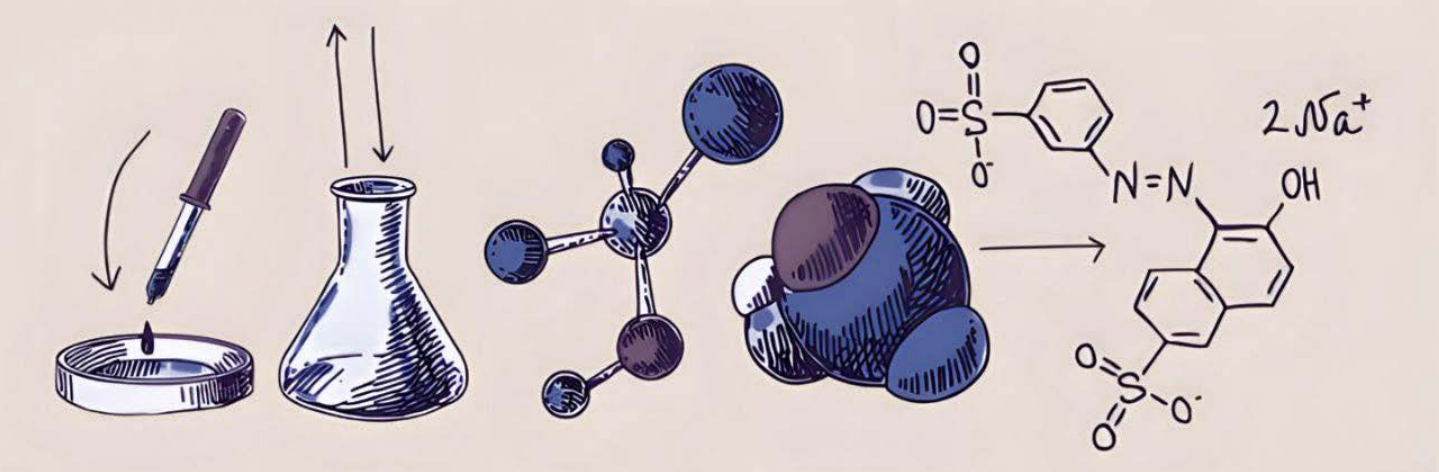
بین شیمی آلی و نانوتکنولوژی چه ارتباطی وجود دارد؟

خودم کسی هستم که بهترین و شیرین‌ترین ارتباط را لمس کرده و ایجاد کردم. در سال ۱۳۸٤ تحصیلاتم در مقطع دکتری تمام شد و از کانادا بازگشتم و با دوره نانوتکنولوژی آشنا شدم و پایان‌نامه من به سمت نانوذرات طلا رفت. خب من دانشجوی شیمی آلی بودم و استاد راهنمای ایرانیم استاد شیمی آلی بود در صورتی که استاد راهنمای خارجیم تخصص نانوتکنولوژی داشت. سال ۱۳۸٤ که به تازگی ستاد توسعه فناوری نانو شکل گرفته بود، یادم می‌آید که یک روز از ستاد به خانه‌مان زنگ زدند و ستاد بسیار موفق در ترویج نانوتکنولوژی است. برایم جالب بود که من که پیش‌زمینه شیمی آلی دارم در نانوتکنولوژی چه حرفی برای گفتن دارم . یک زمینه‌ایی به نام surface modification را تعریف کردم؛ یعنی اصلاح سطح نانوذرات به کمک مولکول‌های آلی و بسیاری از دانشجویان ارشد و دکتری که سالیان دراز در دانشگاه رازی در خدمتشون بودیم اساس را بر این قرار دادیم که یک دانشجوی شیمی آلی بیاد و حرفی جدید در حوزه نانوتکنولوژی بزند. مثلا یک اتر تاجی شکل که مولکول آلی است و داخل آن بارهای منفی زیادی وجود دارد، می‌تواند جاذب خوبی برای کاتیون‌های فلزی (متناسب با اندازه حفره و اندازه کاتیون می‌تواند برای سدیم، منیزیم، لیتیم، سزیم و حتی کاتیون‌های عناصر واسطه هم مثل سرب، جیوه و... کاربرد داشته باشد.) باشد. ما این مولکول‌های آلی را روی سطح نانوذرات قرار می‌دهیم و رفتار و خواص فیزیکی و شیمیایی را وقتی که در اندازه نانو محصور می‌شود، بررسی می‌کنیم و از این طریق توانستیم از مولکول‌های آلی به عنوان حسگر، کاتالیزور و جاذب استفاده کنیم.

نانوتکنولوژی به زیبایی می‌تواند از شیمی‌آلی استفاده کند تا با ایجاد یک کامپوزیت و یا یک هیبدرید از طریق نشاندن مولکول آلی روی سطح نانو، خواص نانوسیستم را به مواد آلی و یا خواص مواد آلی را به سیستم نانویی خود، منتقل کند.

فرصت‌های شغلی گرایش شیمی آلی را چگونه می‌بینید؟

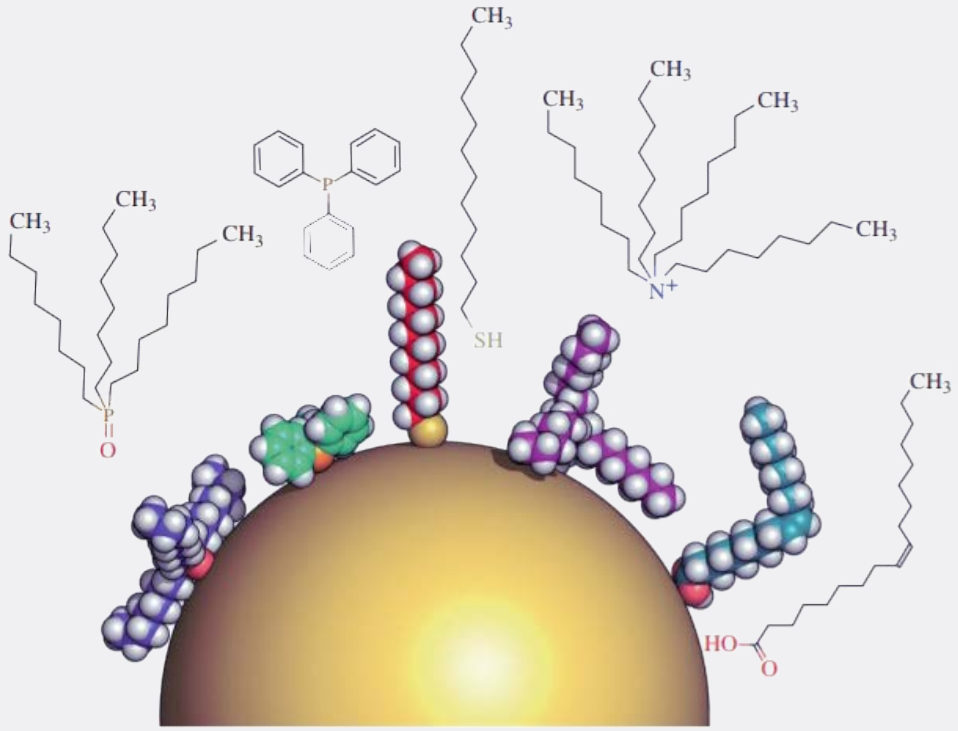
اگر در یک جامعه ایده‌آل صحبت کنیم، نه در جامعه‌ای که فرصت شغلی ایجاد نمی‌شود یا جامعه‌ای که از یک بی‌نظمی رنج دهنده‌ای برخوردار است؛ برای افرادی که در رشته شیمی آلی تحصیل کنند، بهترین فرصت شغلی برای کسانی است که مسیر تحقیقاتی و صنعتی آن گره خورده به سه چیز باشد: سلامت بشر یعنی علوم پزشکی، داروسازی، بیوشیمی، علوم آزمایشگاهی و...، سلامت محیط زیست که به انرژی‌های پایدار، مدیریت پسماند، بازیافت، جاذب‌ها، کاتالیزورها، صنایع جانبی نفت، پتروشیمی و غیره برمی‌گردد و سلامت سایر جانداران. که همه این‌ها فضاهای مناسبی هستند که فردی که در شیمی آلی فارق التحصیل شده می‌تواند درآن جا حرفی برای گفتن داشته باشد.



تحقیق را ترجیح می‌دهید یا تدریس؟

به شدت تدریس! در جوامعی مثل فلاند، ژاپن و یا کانادا که با آن‌ها آشنایی دارم، فرزند تا سن ۷ سالگی آموزش خاصی نمی‌بیند، مگر مسائل بسیار بنیادین که در مهد کودک هم به آن‌ها یاد داده می‌شود که موارد اکتسابی‌اند مثل راه رفتن و کودک هرجا که باشد آن‌ها را یاد خواهد گرفت و فقط در این بازه سنی رشد می‌کند. در طول مدرسه، مهارت‌های زندگی را فرا می‌گیرند و در سن ۱۸ سالگی، چون یک فردی است با مهارت در اصول زندگی، توانایی تصمیم‌گیری و یافتن شغل و حتی ازدواج را خواهند داشت. در دوره لیسانس از نظر من سواد اصلی یک دانشجو شکل می‌گیرد. یک فرد می‌تواند تنها کارشناسی را گذرانده باشد و فرد با سوادی باشد و دیگری خیر. لازمه این اتفاق در دوره‌ی لیسانس، ارائه تدریس خوب است. برای همین اگر نیاز داریم که به یک فرد در دکتری، پژوهش کردن را یاد دهیم؛ لازم است که فرد پایه علمی خوبی داشته باشد. برای همین، اهمیت تدریس برای من بالاتر از پژوهش است.

اگر یک تدریس خوب و یک علم خوب به دانشجو داده شود، بعدا در دوران تحصیلات تکمیلی می‌توان پژوهش خوب را به او منتقل کنیم. در غیر این صورت، طوطی وار فقط می‌تواند تقلید کند بدون اینکه چیزی از علم بداند. برای من تدریسی لذت بخش است که همراه با پژوهش باشد و بلعکس. امروزه، جوامع دانشگاهی به نسل های مختلفی تفکیک شده اند. شاید ۵۰ تا ۶۰ سال پیش، یک استاد خوب، استادی بود که خوب درس میداد؛ ۲۰ تا ۳۰ سال پیش، استاد خوب، استادی با تدریس مطلوب و توانایی پژوهش خوب بود. شاید تا ۵ تا ۸ سال پیش، یک استاد خوب علاوه بر تدریس و پژوهش، استادی بود که بتواند علم را به صنعت ربط دهد، دانش بنیانی فکر کند. امروزه در جوامع پیشرفته، به دانشگاه های نسل چهارم و پنجم فکر می‌کنند. یک فرد دانشگاهی در کنار تدریس خوب و توانایی پژوهش و ارتباط دادن بین علم و صنعت، باید بتواند تاثیرگذاری اجتماعی را هم داشته باشد. در دوران کرونا و بعد از آن، خیلی از کشورها به نسل جدیدی از دانشگاه و دانشگاهیان فکر کردند. یک فرد مناسب، علاوه بر چهار ویژگی پیشین، باید برای جهان پیرامون خویش و جهان هستی، چاره ایی داشته باشد. برای محیط زیست، جانداران، انرژی و غیره. همانطور که عرض کردم شیمی آلی یکی از رشته هایی است که به خوبی به این حوزه فکر می‌کند. پس اگر زیرساخت های خوبی را با این اشاراتی که زدم، داشته باشیم، در آینده می‌توانیم در فضای جدید دانشگاهیان حرفی برای گفتن داشته باشیم. انسان‌ها در دوره کودکی الفبای بدیهیات، در دوره دبستان و دبیرستان مهارت های زندگی، در دوره لیسانس سواد و علم، در دوره فوق لیسانس مهارت های عملی و پژوهش و در دوره دکتری باید مستقل از ناظر، خلق ایده بکنند و آن را عملیاتی و در نهایت به نتیجه برسانند. این محصولات انسانی هنگامی که به جامعه تزریق می‌شوند تبدیل به یک جامعه توسعه یافته می‌شود. لذا اگر هر کدام از حلقه های بیان شده مفقود شود، توسعه نیز در آن جامعه مفقود خواهد شد.



از دوران دانشجویی خودتان برایمان بگویید. چه عاملی در آن زمان مشوق شما برای ادامه مسیر و ادامه تحصیل بود؟

دو اتفاق در دوره دانشجویی برای اینجانب بسیار تاثیرگذار بود. اولین آن، هنگام فراگرفتن درس‌های شیمی آلی۲ و شیمی تجزیه۲ که دروس به شدت دشواری بودند که من با گروهی از دوستان دانشگاه با داشتن برنامه‌ای جدی مطالعه می‌کردیم. درس شیمی آلی ۲ را در آن زمان بالاترین نمره را گرفته بودم ولی از این درس متنفر بودم و درس شیمی تجزیه ۲ را نیز دومین نمره بالا کلاس کسب کرده بودم. این دو درس باعث شدند این گرایشات را با تنفر شروع کنم و در نهایت عاشقشان بشوم به خصوص در شیمی تجزیه بخش الکتروشیمی و الکتروسنتز که در پژوهش‌های خود نیز آورده‌ام. در شیمی آلی ۳ با استاد علی سیدی اصفهانی یکی از مترجمان کتاب موریسون بوید آشنا شدم که جذابیت شخصیت ایشان مرا جذب خود کرد. همه کلاس‌های این استاد را پیگیری و دنبال می‌کردم. بعد از این تاثیر بزرگ تصمیم به برداشتن ترم تابستانه و تمام کردن دوره لیسانس در طی ۷ ترم و ادامه تحصیل در مقطع فوق لیسانس را گرفتم. دومین اتفاق در زمان دوره دکتری بود که در کانادا به سر می‌بردم و با استادی آشنا شدم که سنبل هوش بالا، حرفه‌ای بودن در علم شیمی و نانوتکنولوژی، یک همسر خوب و از همه مهم‌تر یک پدر ایده‌آل بود. به طوری که سبک زندگی این استاد در زمینه تدریس و پژوهش و تاثیرگذاری و داشتن یک خانواده خوب، یک محوریت درست برای طراحی زندگی من ایجاد کردند که با شور و شعف خاصی از ایشان نام می‌برم.

از نظر شما مهم‌ترین چالش‌هایی که یک دانشجو با آن مواجه است چیست؟ توصیه شما برای مادانشجویان؟

اولین مشوق من برای ادامه تحصیل از ابتدا پدر من بودند و ایشان آنقدر روی این موضوع حساس بودند که در هر مقطعی آمادگی داشتند بعد از اتمام تحصیل، سرمایه گذاری کنند که در صنعت شیمی فعالیت کنم. خوشبختانه قبل از فوت ایشان درجه دکتری را کسب کرده و ۵ سال به عنوان استاد تدریس کردم و پدر من ثمره همه عشق علاقه‌ای که برای من هزینه کرده بودند را دیدند. اما مهم‌ترین چالش یک دانشجوی ۱۸ ساله برنامه ریزی، الویت دهی به کارها و اهداف است. درس خواندن، سرکار رفتن، پیدا کردن دوست خوب، ازدواج، همزمان کار کردن و درس خواندن و... است و به عنوان یک استاد معتقد هستم که ما به شما شیمی یاد می‌دهیم و شما به ما روانشناسی می‌آموزید و این یک معامله دو سر سود است. دانشجویان باید مهارت الویت‌دهی به آنچه که در ذهن خود دارند را فرا بگیرند. دانشجویان در طول ترم تغییر می‌کنند و در حال رشد می‌باشند اما تغییر بنیادین خطرناک است، چارچوب باید تعریف شود. اگر شما بدانید بعد از گذراندن ٤ سال لیسانس می‌خواهید چکار کنید شما به هیچ آموزشی نیاز ندارید و این سوال "بعد از ٤ سال چکار کنم؟" یک سوال اساسی دانشجو است که باید از خودش بپرسد. چالش مهم آن است که بعد از ٤ سال نمی‌توانند آنچه که باید انجام بدهند را الویت بدهند. من سال دوم دانشگاه بین فوتبال و شیمی یکی را انتخاب کردم، آن زمان فرصت خوبی در یکی از تیم های تهران ایجاد شد که من بعد از تست قبول شده بودم اما مربی به من گفت چرا در جلسات صبح حضور ندارید و بعد از مطلع شدن از دانشجو بودن من، من را مجبور به انتخاب بین فوتبال و شیمی کردند و من شیمی را انتخاب کردم و ترجیح دادم یک فرد دانشگاهی باشم اما در کنار آن به فعالیت ورزشی خود نیز ادامه دادم. چالش دوم برنامه ریزی است، اینکه چطور درس‌های ارائه شده در طول ترم را بخوانیم به خودتان بستگی دارد. دانشجو باید روزی ده ساعت درس بخواند و برنامه درسی داشته باشد، ۹۰ روز برنامه‌ریزی؛ باید بدانید و به خودتان نگاه کنید که امروز چه کار کرده‌ام و فردا میخواهم چکار کنم. برنامه ۱۰۰-۹۰ روزه داشته باشید. توصیه من این است که در دانشگاه سواد یاد بگیرید، علم فرا بگیرید، تلاش کنید و بپرسید. سر کلاس ها فعال باشید و از استاد تا جایی که می‌توانید یاد بگیرید، چه از نظر شخصیت، علم، پژوهش و... . ابتدا با دیگران مشورت کنید و سپس بعد از نوشتن الویت‌های خود، برنامه ریزی کنید. تکلیف برای خود تعیین کنید. از ۳٦۵ روز سال شما ۱۸۰ روز خود را برای گذراندن دو ترم سپری می‌کنید و ۱۸۰ روز باقیمانده خود را می‌توانید برای کسب تجربه های جدید یا حتی استراحت استفاده کنید و برای باسواد شدن در آن ۱۸۰ روز تلاش کنید.

- **ممنون از شما استاد که همیشه در کنار ما هستید، خیلی سپاس گزاریم که دعوت کوانتوم دات را پذیرفتید. اگر نکته‌ای هست بفرمایید.**

با آرزوی موفقیت برای شما. برای نشریه شما آرزوی دوام، پایداری و سربلندی دارم.

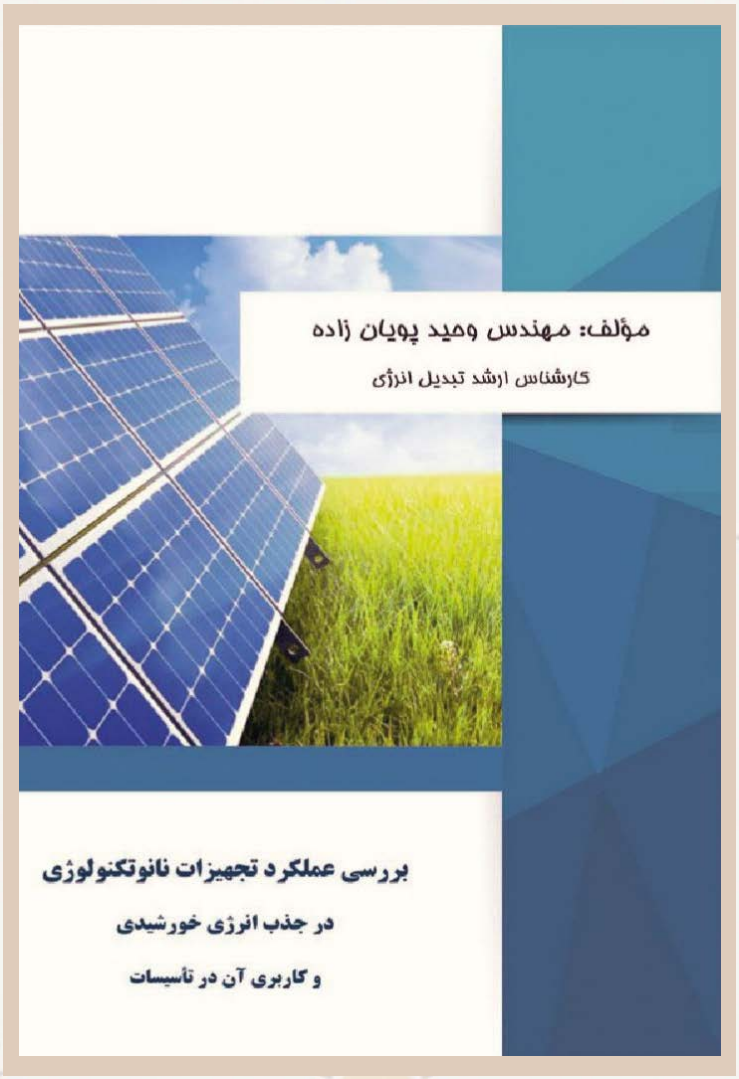
کـــــتابخانه کوانتوم دات

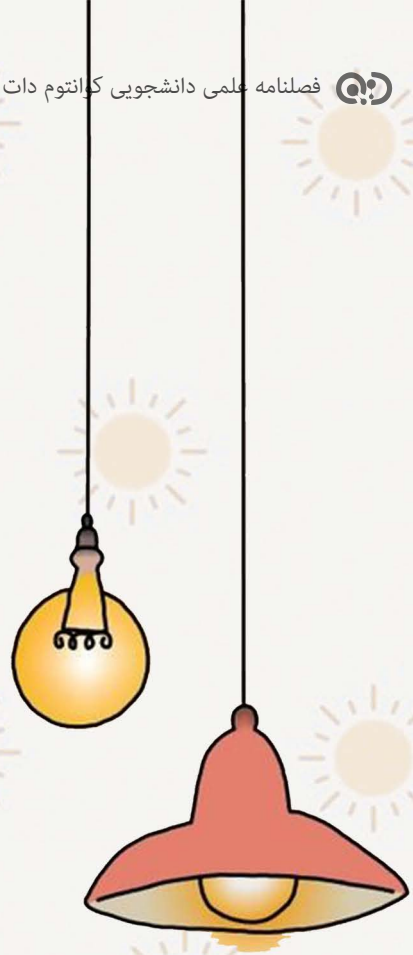
اینبار معرفی کتابی با موضوع ارتباط فناوری نانو و انرژی خورشیدی نانوتکنولوژی می‌تواند راهی مناسب برای پاسخگویی به مشکلات گوناگون باشد.

زینب پرتواعلم-کارشناسی شیمی کاربردی-دانشگاه الزهرا (س)
zeynab79prtt@gmail.com

در این بخش از کتابخانه کوانتوم‌دات به معرفی کتابی دیگر در حوزه نانوتکنولوژی و کاربردهای آن می‌پردازیم. کتابی که برای این شماره در نظر داریم تا با یکدیگر با آن آشنا شویم؛ کتاب بررسی عملکرد تجهیزات نانوتکنولوژی، در جذب انرژی خورشیدی و کاربری آن در تاسیسات، است. مهندس وحید پویان زاده، کارشناس ارشد تبدیل انرژی، این کتاب را در هفت فصل به نگارش درآورده است.

در مقدمه این کتاب آمده است: انرژی خورشیدی که توسط نور خورشید به زمین می‌رسد می‌تواند تا ده هزار برابر از مجموع تمام انرژی‌های تولیدی نیروگاه‌های زمین انرژی در اختیار ما قرار دهد؛ اما مشکل اصلی در چگونگی به دست آوردن این انرژی و چگونگی به کاربردن آن است. در این کتاب نوآوری‌های انجام‌گرفته در جذب و تبدیل نور خورشید به انرژی قابل‌استفاده توسط روش‌های نانو شرح داده‌شده است؛ و در ادامه تاثیرات استفاده از نانو سیالات در دستگاه‌ها و تجهیزات خورشیدی مرتبط با ذخیره، تبدیل و انتقال انرژی خورشیدی در سلول‌های خورشیدی پرداخته‌شده است.





این پژوهش نوآوری‌های انجام‌گرفته در جذب و تبدیل نور خورشید به انرژی قابل‌استفاده توسط روش‌های نانو که از لایه پلاستیکی که روی آن یک لایه فلز نانو مش و زیر آن از یک لایه فلز معمول مورداستفاده در سلول‌های خورشیدی تشکیل‌شده و استفاده از مواد زیستی بر پایه کربن به‌جای استفاده ازموادمعمول همانند سیلیکون که یک سلول اورگانیک است و می‌تواند نور خورشید را توسط شکل هندسی غیرمعمول خود با راندمان بالایی جذب کند و سیالات الکتریستی پرشده با نانو کریستال‌ها که می‌توان به‌صورت رنگ یا پرینت شده بر روی صفحات خورشیدی استفاده کرد که ساختاری غیرسیلیکونی داشته و از نانو کریستال‌های کادمیوم سلنید استفاده‌شده است و در ادامه کتاب تاثیرات استفاده از نانو سیالات در دستگاه‌ها و تجهیزات خورشیدی مرتبط با ذخیره، تبدیل و انتقال انرژی خورشیدی و در کلکتورها و سلول‌های خورشیدی پرداخته‌شده است.

پیوند نانو و مکانیک

آرزو قدیری- کارشناسی مهندسی مکانیک – دانشگاه الزهرا(س)
arezooghadiri436@gmail.com

چکیده

همان‌گونه که ریچارد فاینمن در سال ۱۹۵۹ به طور غیر مستقیم بیان کرد، باید منتظر انقلابی عظیم در عرصه علم و فناوری باشیم. او اعلام کرد دوست دارد همه دایره المعارف را در نوک سوزنی جای دهد. این همان چیزی است که اکنون با جرئت می‌توان گفت امکان‌پذیر است و فناوری نانو چنین جسارتی را به دانشمندان می‌دهد تا اینچنین ادعاهایی را بیان کنند. در دهه‌های اخیر بی‌شک این فناوری نانو بوده است که توجه همه دانشمندان علوم و مهندسی را به خود جلب کرده است. با این اوصاف، نقش مهندسی مکانیک در کمک به این انقلاب علمی و صنعتی چیست؟! با توجه به اهمیت موضوع سعی بر آن شد تا در کلماتی هر چند کوتاه به بیان پیشرفت‌های ایجاد شده در این زمینه بپردازیم و نانو مکانیک و بعضی از شاخه‌های آن مانند: نانوسیالات، نانوتریبولوژی، و سیستم‌های میکرو- نانو الکترومکانیکی را معرفی کنیم.

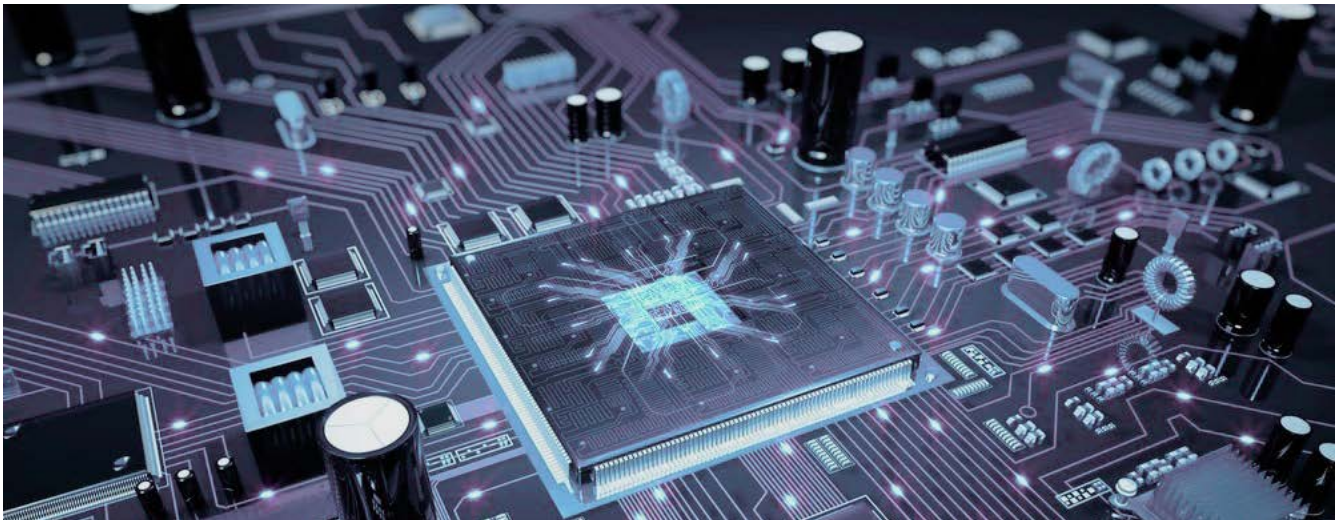
کلمات کلیدی

فناوری نانو-مکانیک-الکترومکانیک-سیالات-ترایبولوژی

مقدمه

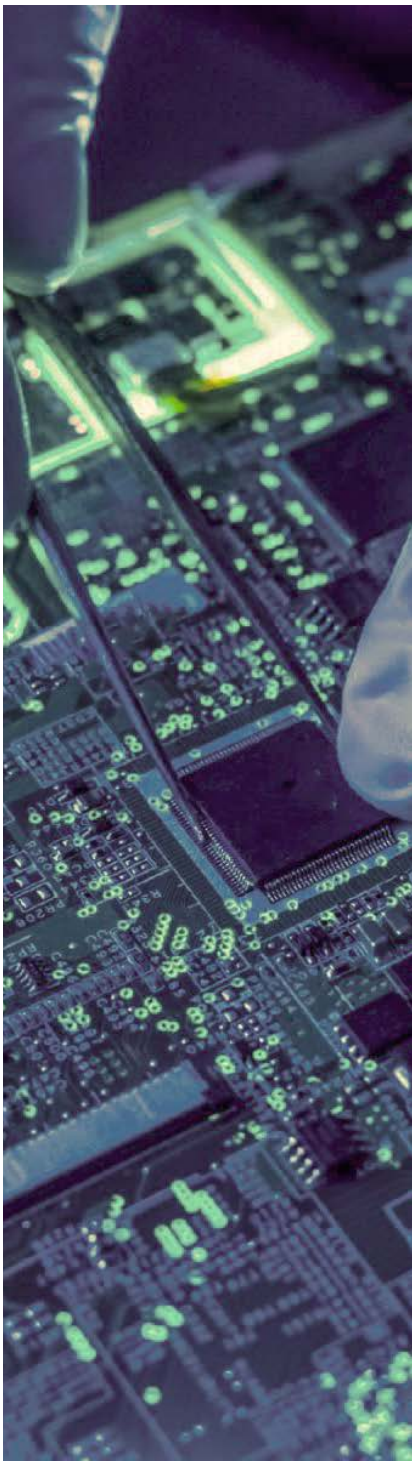
فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. از همین تعریف ساده برمی‌آید که فناوری نانو یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌هاست. گستره حوزه نانو، صنعت مکانیک را نیز در بر می‌گیرد. فناوری نانو از همان ابتدای ورودش به عرصه علم در مهندسی مکانیک نیز بحث محافل بود، نیاز و تمایل به ساخت و تولید سیالات با هدایت حرارتی بالا، برای استفاده در سیستم‌های خنک‌کننده و تبریدی و نیز ساخت سیالات دارای خواص الکتریکی و مغناطیسی با اضافه کردن نانوذرات، در این حوزه از فناوری نانو قرار می‌گیرد. همچنین با توجه به نو بودن این فن‌آوری، روز به روز کاربردهای جدیدی از آن در این صنعت معرفی می شود. در این مقاله به پیشرفت های فناوری نانو در دو حوزه یعنی نانو کامپوزیت‌ها و سیستم‌های نانو الکترومکانیکی پرداخته شده است. نانومکانیک شاخه‌ای از علوم نانو است که کاربرد خواص فیزیکی مکانیکی (کششی، حرارتی و جنبشی) سیستم‌های فیزیکی را در مقیاس نانومتری مطالعه می‌کند. نانومکانیک بر روی مجموعه مکانیک کلاسیک، فیزیک حالت جامد، مکانیک آماری، علوم مواد و شیمی کوانتومی ظهور کرده است. به عنوان یک حوزه علوم نانو، نانومکانیک پایه علمی فناوری نانو را فراهم می‌کند.

نانومکانیک به عنوان یک علم بنیادی مبتنی بر برخی اصول تجربی (مشاهدات اساسی) یعنی اصول کلی مکانیک و اصول خاص ناشی از کوچک بودن اندازه‌های فیزیکی موضوع مورد مطالعه است. نانو مکانیک روی ویژگی‌های مکانیکی نانوسیستم‌ها و نانو ساختارهای مهندسی تمرکز دارد. این سیستم‌ها شامل نانو ذرات[1]، نانو پودرها[2]، نانو میله‌ها[3]، نانو نوارها[4]، نانو لوله‌های کربنی[5] و نانولوله‌های نیتریدبور[6]، نانو پوسته‌ها[7] ، نانو موتورها[8] و غیره... است. برخی از زمینه‌های پرکاربرد نانو مکانیک شامل سه حوزه ۱)نانوسیالات، ۲)نانوترایبولوژی و ۳) سیستم‌های نانو الکترومکانیک می باشند.

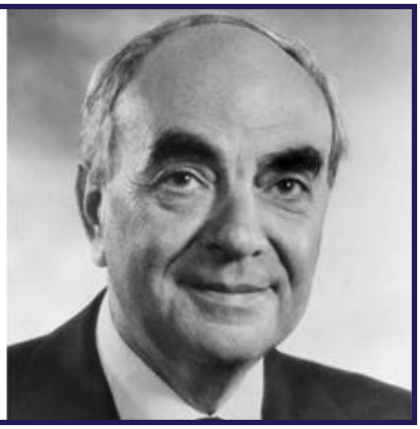


1.Nano particle
2.Nano powder
3.Nano wire
4.Nano rods
5.Carbon Nanotubes
6.Boron Nitride Nanotube
7.Nano shells
8.Nano motors

نانو سیالات



یکی از محدودیت‌های اساسی در پیشرفت مبدل‌های حرارتی ضریب انتقال حرارتی بسیار پایین سیالات عامل بکار رفته (نظیر آب، روغن و ..) در آن‌ها بود. مطالعات نشان داد که به کارگیری ذرات جامد فلزی و غیرفلزی در این سیالات می‌توانست به نحوی چشم‌گیر ضریب انتقال حرارتی آن‌ها را افزایش دهد. نانو سیالات که از توزیع ذرات با ابعاد نانو در سیالات معمولی حاصل می‌شوند، نسل جدیدی از سیالات با پتانسیل بسیار زیاد در کاربردهای صنعتی هستند. اندازه ذرات مورد استفاده در نانو سیالات از ۱ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر است. این ذرات از جنس ذرات فلزی همچون مس، نقره و یا اکسید فلزی همچون آلومینیوم اکسید و اکسید مس و... هستند. سیالات متداولی که در زمینه انتقال حرارت استفاده می‌شوند ضریب هدایت حرارتی پایینی دارند. ذرات نانو به دلیل بالا بودن ضریب هدایتی‌شان با توزیع در سیال پایه باعث افزایش ضریب هدایت حرارتی سیال که یکی از پارامترهای اساسی انتقال حرارت محسوب می‌شود، می‌گردند. از اساسی‌ترین کاربردهای نانوسیالات می‌توان به کاربرد در مبدل‌های حرارتی، حمل و نقل، سرمایش سیستم‌های الکترونیکی، سیستم‌های گرمایشی و مطبوع و پزشکی (حمل دارو در بدن) اشاره کرد. همچنین خصوصیات حرارتی نانوفیلدها، منجر به ایجاد مدل‌های جدید ریاضی برای نانوسیال‌ها، شناسایی فرصت‌های غیرمعمول برای تولید خنک‌کننده‌های نسل بعدی مانند خنک کننده‌های هوشمند برای رایانه‌ها و خنک کننده‌های ایمن برای راکتورهای هسته ای شده است.



دیوید تابور، (۲۳ اکتبر ۱۹۱۳ - ۲۶ نوامبر ۲۰۰۵) فیزیکدان بریتانیایی بود که از پیشگامان اولیه تریبولوژی، مطالعه برهمکنش اصطکاکی بین سطوح بود و به دلیل کتاب درسی تأثیرگذار خود در مقطع کارشناسی «گازها، مایعات و جامدات» شهرت داشت.

نانو ترایبولوژی

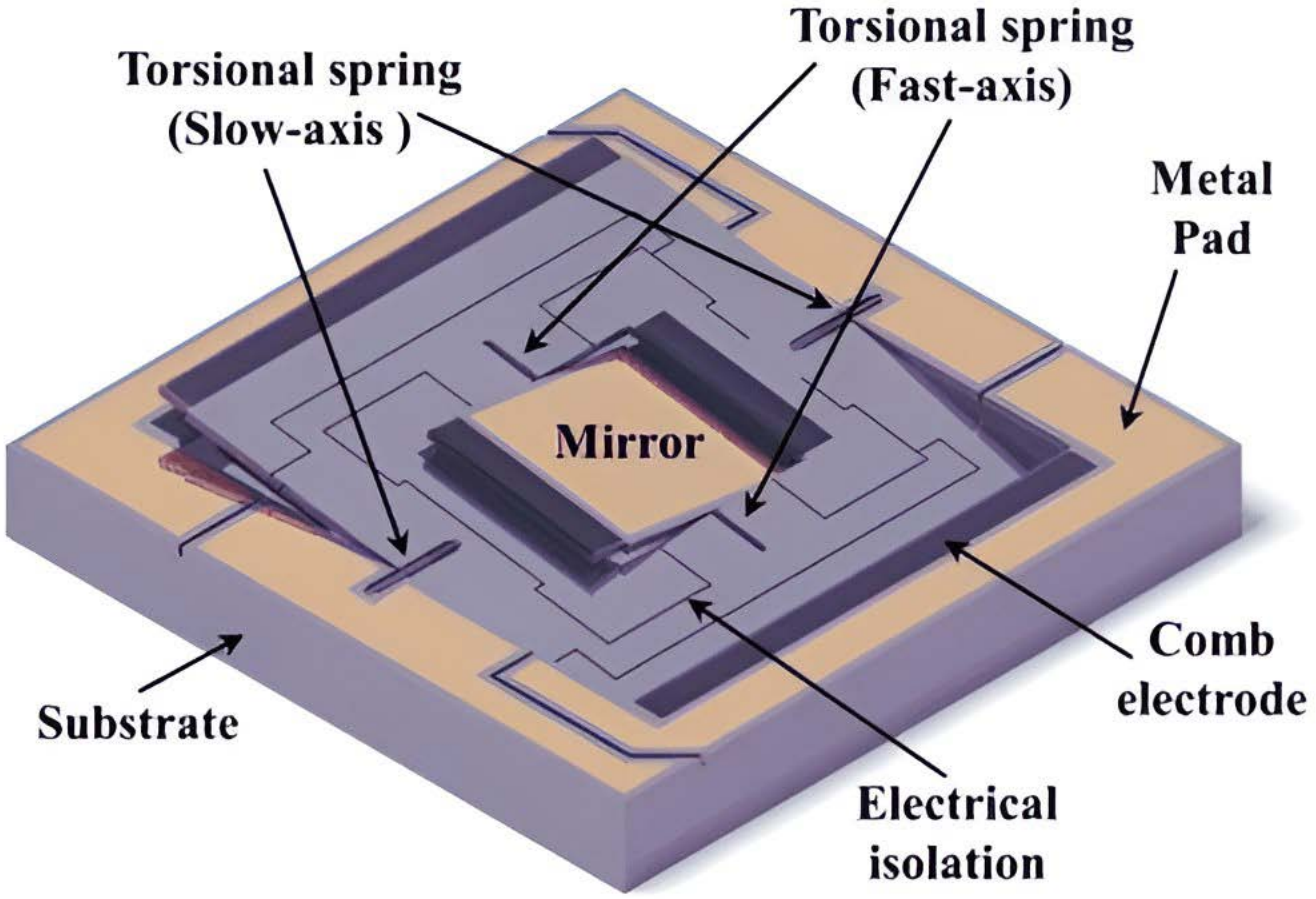
اگر شما اتومبیلی را خریداری کرده‌اید که به مدت ۱۰ سال نیاز به تعویق روغن یا گریس کاری را نداشته باشد، در این اتومبیل از روغن و گریسی استفاده شده که از مواد نانو ساخته شده‌اند. اصلی‌ترین وظیفه نانو روان کاران[9] کاهش اصطکاک و خوردگی قطعات همراه با دوام و کارایی بیشتر است. ورود این موارد به بازار تغییرات بسیار زیادی را به دنبال خواهد داشت. ترایبولوژی[10] دانش بررسی برهم‌کنش سطح و حرکت است. بررسی اصطکاک، روان‌کاری و سایش در این شاخه صورت می‌پذیرد. تریبولوژی میان‌رشته‌ای از مهندسی مکانیک و دانش مواد است که در سال ۱۹۶۴ میلادی به وسیله دیوید تابور فیزیکدان بریتانیایی به عنوان یک دانش نوین عرضه گردید. نانو ترایبولوژی شاخه‌ای از ترایبولوژی است که به مطالعه پدیده‌های اصطکاک در مقیاس نانو می‌پردازد و تمایز اصلی این دو در واقع به علت درگیری نیروهای اتمی در تشخیص رفتار نهایی سیستم است. هدف نهایی نانو ترایبولوژی دست یابی به روانکارهایی است که هیچگاه نیاز به تعویض و یا ترمیم نداشته باشند.

سیستم‌های نانوالکترومکانیک

در اواخر ۱۹۵۰فیزیکدانی به نام ریچارد فاینمن، با پیشنهاد جایزه ۱۰۰۰ دلاری برای اولین فردی که موفق به ساخت موتور الکتریکی کوچک‌تر از ۱ اینچ (۲٫۵٤سانتیمتر)شود، توجه مردم را به این موضوع جلب کرد در کمال حیرت ویلیام مک لیلان با کوشش فراوان و صرف ساعات بسیار خسته کننده، توانست این کار را با انبرک دستی و یک میکروسکوپ انجام دهد.

9. Lubricant nano
10. Tribology

کاری که فاینمن شروع کرد در واقع آغازگر جریان بزرگی از دانش بود که منجر به سیستم‌های مایکرو الکترومکانیکی (MEMS) و سپس نانو الکترومکانیکی (NEMS) شد. توجه اصلی نانو الکترومکانیک بر روی ساختن تجهیزاتی است که دارای کارکردهای الکتریکی و مکانیکی در ابعاد نانو می‌باشند. NEMS سطح پیشرفته کوچک‌سازی شده ادوات MEMS هستند. آن‌ها دربرگیرنده ادوات مختلفی نظیر حسگرها، فعال‌کننده‌ها، محرک‌ها و بسیاری دیگر از ادوات نانو هستند. خواص متفاوت ادوات مبتنی بر NEMS شامل قدرت الکتریکی بالا و ... باعث منحصر به فرد شدن آن‌ها شده است. موتور مک لیلان در حال حاضر در مؤسسه فن‌آوری کالیفرنیا در معرض نمایش بوده و مدت‌ها است که از چرخیدن بازمانده است. هدف فاینمن از این کار به حرکت در آوردن چرخ‌های دانشگاه‌ها وآزمایشگاه و حتی خطوط تولید صنعتی بود. در همین راستا در انجمن MEMS برخی تولیدات واقعاً شگفت‌انگیز را ارائه داده است. از پروژکتورهای دیجیتالی شامل میلیون‌ها میکروآیینه الکتریکی گرفته تا میکروحسگرهای حساس به حرکت که در کیسه هوای ماشین‌های به کار رفته است.



نتیجه‌گیری

با وجود تمامی تأخیرهایی که در زمینه مطالعه و کاربرد سیستم‌های میکرو- نانو الکترومکانیکی در ابتدا صورت گرفت اما در طول چند دهه گذشته پیشرفت‌های بسیار چشم‌گیری در این حوزه به وجود آمده و امروزه دنیا با شتاب فراوان در حال حرکت به این سمت می‌باشد. هر چند در این مسیر موانع فراوان وجود دارد اما حرکت رو به جلو در کنار پیشرفت تکنولوژی، به سرمایه گذاری و سود اقتصادی دستگاه‌های ساخته شده نیز بستگی دارد. تکنولوژی سیستم‌های میکرونانوالکترومکانیکی در کنار جنبه‌های کاربردی فراوان امکان ساخت کامل‌تر و دقیق‌تر سیستم‌ها، بازده بیشتر، صرفه‌جویی در انرژی و حتی کاهش هزینه‌ها در بلند مدت را نیز به ما می‌دهد. شاید این نکته جالب باشد که اولین حوزه تأثیر این تکنولوژی بر روی ماکرو سیستم‌ها و ابزار مرتبط با آن‌ها است. به عنوان مثال بازده کاربردی موتورهای احتراقی دستگاه‌های تبدیل انرژی و بسیاری از فرآیندهای ساخت و تولید دیگر با استفاده از این سیستم‌های پیشرفته بسیار بیشتر خواهد بود. با تمامی پیشرفت‌هایی که امروزه صورت پذیرفته، هنوز مسیرهای ناشناخته فراوانی در این راه وجود دارد که شاید شناخت حتی یکی از این مسیرها منجر به پیدایش شاخه‌های جدیدتر و کاربردی‌تری در تکنولوژی و علوم مهندسی شود. پتانسیل فناوری نانو در دگرگونی تمدن بسیار هیجان انگیز خواهد بود و رویای انقلاب علمی و صنعتی فناوری نانو در صورتی به واقعیت تبدیل خواهد شد که دانشمندان عرصه علوم و مهندسی بتوانند پدیده‌های مقیاس نانو را به‌درستی درک کنند. نکته‌ای که باید مورد توجه قرار گیرد این است که پیشرفت در زمینه فناوری نانو وابسته به همکاری چند جانبه دانشمندان علوم مختلف است. در این میان محققان مهندسی مکانیک نیز دارای وظایف مربوط به خود خواهند بود و همانطور که ذکر شد ظهور و پیشرفت فناوری‌های جدیدی مانند، نانوسیالات، نانوتریبولوژی و سیستم‌های میکرو-نانوالکترومکانیکی و...مرهون تلاش این گروه از محققان است؛ البته هنوز راه بسیار زیادی در رسیدن به اجرای عملی این تکنولوژی‌ها وجود دارد.

منابع

۱. مومنی خبیصی، حامد،۱۳۹۳،کاربرد فناوری نانو در صنعت مکانیک،اولین طرح تعاملی صنعت با دانشگاه:همایش سالانه پژوهش‌های کاربردی در علوم مهندسی و پایه،تهران

۲. wikipedia.org/wiki/David_Tabor

۳. kiosknano.com

٤. https://iins.ir/nanomechanics

یک آسمان آبی

سایه اسماعیل مقدم- کارشناسی شیمی محض- دانشگاه الزهرا(س)
sayeh.emoghaddam@gmail.com

چکیده

فعالیت‌های انسانی باعث افزایش هر روزهٔ آلودگی هوا می‌شوند. این آلودگی‌ها باعث ایجاد اثرات مخرب و بیماری‌های مختلفی بر سلامت انسان‌ها می‌شوند؛ بنابراین، باید راه‌حلی جدی برای این مشکل یافت. نانوذرات به‌دلیل ویژگی‌هایی مانند واکنش‌پذیری و سطح بالا، عملکرد خوبی به‌عنوان حسگر، کاتالیست، فیلتر و ... دارند. این ذرات به ما در شناسایی، اندازه‌گیری و حذف یکی از مهم‌ترین معضلات دنیای امروز، یعنی آلاینده‌های سمی و خطرناک در هوا، آب و خاک کمک می‌کنند.

کلمات‌کلیدی

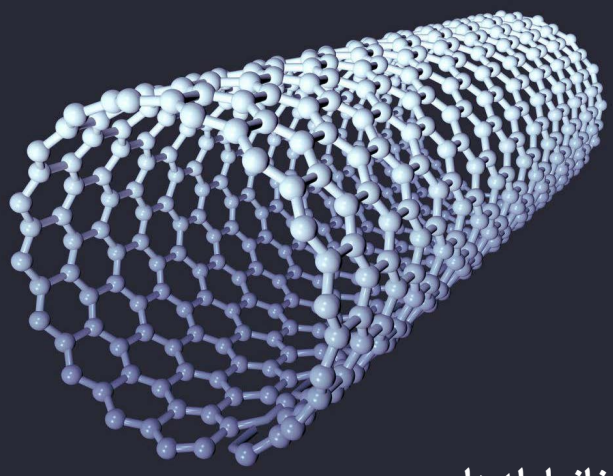
آلودگی هوا، نانوتکنولوژی، نانولوله، نانوحسگر، نانوفوتوکاتالیست

مقدمه

وجود هر مادهٔ معلق در هوا اعم از گاز، جامد و مایع که سلامت و کیفیت زندگی انسان‌ها و دیگر جانداران را به خطر بیندازد، به‌عنوان آلودگی هوا شناخته می‌شود. دستاوردهای بشر از جمله پیشرفت در صنایع مختلف، در کنار همهٔ اثرات مثبتی که بر زندگی انسان‌ها می‌گذارد، مشکلاتی مانند افزایش آلودگی هوا را نیز به‌دنبال دارد. آلودگی هوا یکی از معضلات بزرگ دنیای امروز است و آسیب‌های زیادی به انسان‌ها، حیوانات و محیط زیست وارد می‌کند و سالیانه جان میلیون‌ها نفر در دنیا را می‌گیرد. این موضوع، با پیشرفت صنایع و افزایش جمعیت، هر روز مشکل‌سازتر می‌شود. یکی از مهم‌ترین آلاینده‌هایی که از فعالیت صنایع تولید می‌شود، گاز دی‌اکسید کربن است؛ این گاز بخش اصلی گازهای گلخانه‌ای است. گازهای گلخانه‌ای باعث گرمایش زمین می‌شوند. این موضوع، اثرات بازگشت‌ناپذیر و طولانی‌مدتی بر اتمسفر و منابع آبی کرهٔ زمین می‌گذارند و زندگی انسان‌ها را تغییر می‌دهند. فناوری نانو تا حد زیادی در نابود کردن گازهای گلخانه‌ای و دیگر آلاینده‌های خطرناک، کارآمد و موثر است. در ادامه، به برخی از کاربردهای فناوری نانو در کنترل و از بین‌بردن آلودگی هوا می‌پردازیم.

نانوحسگرها

با فعالیت صنایع مختلف، روزانه حجم زیادی از گازهای سمی وارد هوا می‌شوند. در این شرایط، یکی از راهکارهای مهم برای کنترل آلودگی هوا، پایش پیوستهٔ میزان آلاینده‌های معلق در هوا است. بنابراین، ما به حسگرهایی نیاز داریم تا غلظت آلاینده‌ها را نشان دهد. ضروری است که این حسگرها قادر به تشخیص غلظت‌های بسیار کم آلاینده‌ها نیز باشند. در این شرایط، نانوحسگرها به کمک ما آمده‌اند. یک دسته از این نانوحسگرها، غبارهایی هوشمند از جنس سیلیکون در ابعاد نانو هستند. این غبارهای ریز می‌توانند به مدت طولانی در هوا معلق بمانند و نوع و میزان آلاینده، فشار، دما و رطوبت محیط را پایش کنند و سپس داده‌های موجود در خود را به یک پایگاه مرکزی با سرعتی حدود یک کیلوبایت در ثانیه بفرستند. نوع دیگری از نانوحسگرها نیز وجود دارند که از نانولوله‌های یک یا چندلایه تشکیل شده‌اند. این حسگرها علاوه بر تشخیص سریع آلاینده‌های معمول هوا، می‌توانند مقادیر خیلی کم آلاینده‌های سمی و خطرناکی مانند آلودگی‌های بیوشیمیایی جنگی را نیز شناسایی کنند. این حسگرها قابلیت جذب برخی آلاینده‌های موجود در هوا را نیز دارند.



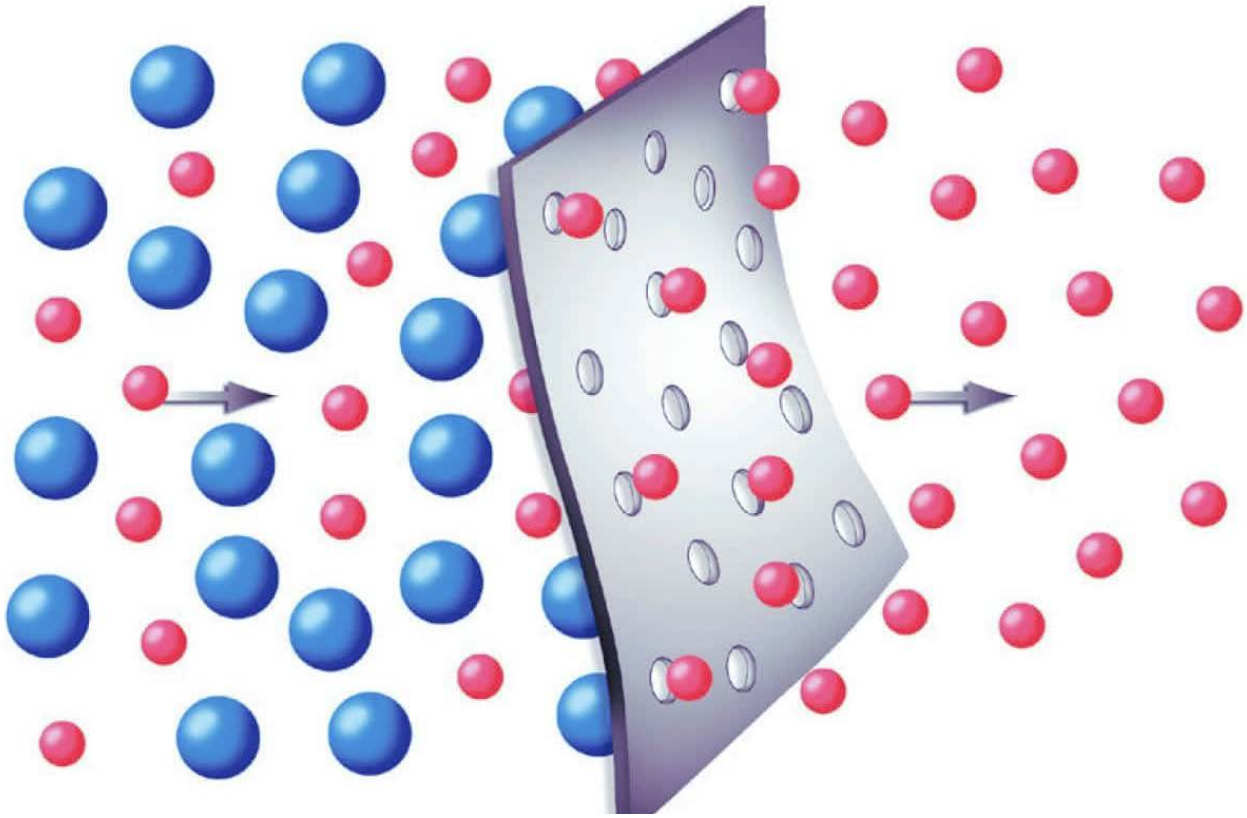
نانولوله‌ها

نانولوله‌های کربنی به دلیل ویژگی‌هایی مانند انعطاف‌پذیری، خاصیت ارتجاعی بالا، سطح مقطع بالا و ساختارشان (کوچک و توخالی) برای حذف آلاینده‌ها بسیار کاربردی هستند. این نانولوله‌ها، توانایی بساری در جذب آلاینده‌هایی مانند ترکیبات آلی، معدنی، رادیونوکلوئیدها و فلزات سنگین دارند. می‌توان از همین ویژگی برای جذب آلاینده‌های حاصل از صنایع مختلف و سوختن بنزین در وسایل نقلیه استفاده کرد. دسته‌ای از آلاینده‌های سمی مهم که این نانولوله‌ها قابلیت جذب سطحی آن‌ها را دارند، دیوکسین‌ها هستند. دیوکسین‌ها نوعی آلایندهٔ آلی پایدار (مدت زمان زیادی در محیط باقی می‌مانند) و دارای قابلیت انتقال بالایی هستند. به همین دلیل، باعث آلودگی طولانی مدت هوا، آب و خاک شده و به‌راحتی به چرخهٔ غذایی انسان‌ها وارد می‌شوند. ورود این مواد به بدن انسان باعث اختلال در سیستم ایمنی و سرطان خواهد شد. از این رو، نقش نانولوله‌های کربنی در نابود کردن این آلایندهٔ سمی و خطرناک، بسیار مهم است.

نانوفیلترها

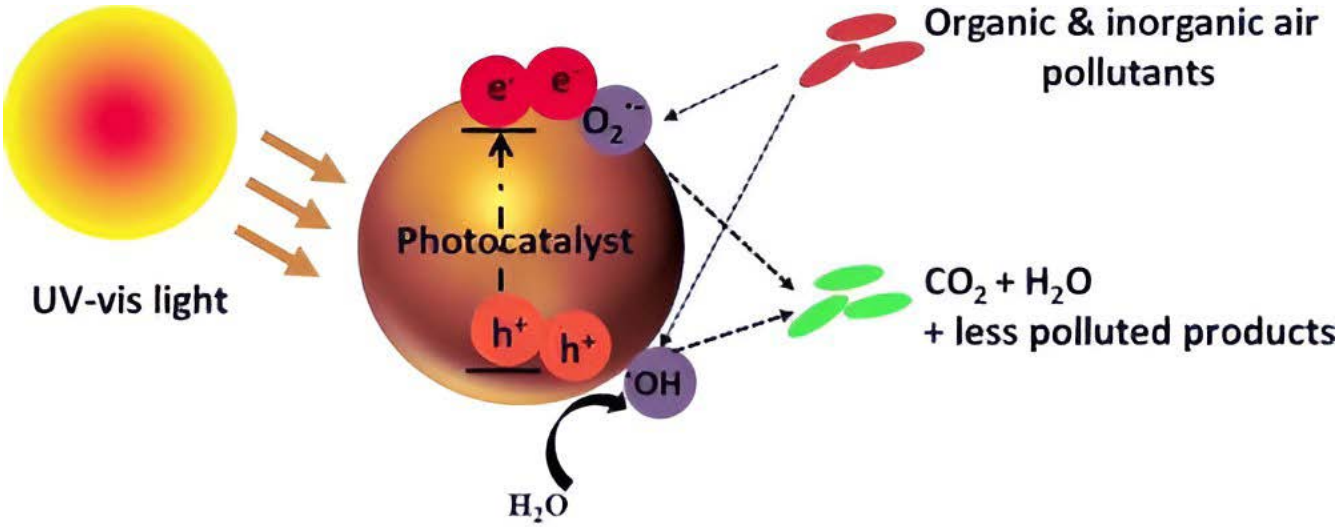
فیلترهای هوا قطعاتی هستند که بر سر راه ورودی هوای موتور خودرو قرار می‌گیرند و از ورود ذرات معلق به هوا جلوگیری می‌کنند. هرچه عملکرد این فیلترها بهتر باشد، موتور با بازدهی بالاتری کار می‌کند و مصرف سوخت کاهش می‌یابد. به همین ترتیب، گازهای گلخانه‌ای کمتری آزاد شده و آلودگی هوا کاهش می‌یابد. فیلترهای معمولی حدود ۸۰ تا ۹۰درصد ذرات بزرگتر از ابعاد ۲٫۵میکرومتر را جذب می‌کنند و عمرکوتاهی دارند. در نانوفیلترها، لایه‌ای از الیاف پلیمری برای افزایش جذب بر روی صفحهٔ فیلتر قرار می‌گیرد. به‌دلیل وجود نانوالیاف در ساختارشان، ذرات معلق با ابعاد کمتر از ۲٫۵میکرومتر و حتی ابعاد نانو را نیز جذب می‌کنند. در نتیجه، کمترین میزان آلودگی از آن‌ها عبور می‌کند و مصرف سوخت حدود ۵ تا ۱۵درصد کاهش می‌یابد و کمک بزرگی به کاهش آلودگی هوا می‌کند. از نانوفیلترها برای فیلترکردن گازهای خروجی کارخانه‌ها هم استفاده می‌شود و از رهاشدن گازهای سمی در محیط زیست جلوگیری می‌کند.

به‌دلیل سطح بالا، این نانوفیلترها قابلیت جذب مقادیر بسیار زیادی از آلاینده‌ها را دارند و به همین دلیل، طول عمر بیشتری نسبت به فیلترهای معمولی دارند. دیر اشباع‌شدن این فیلترها باعث کمترشدن افت فشار و افزایش بازدهی دستگاه و کاهش انرژی مصرفی می‌شود. همین موضوع، از آزاد شدن بیشتر گازهای سمی و افزایش الودگی هوا جلوگیری می‌کند. یکی از ویژگی‌های مهم نانوفیلترها، قابلیت عامل‌دار شدن آن‌ها است که بر روی گزینش‌پذیری آن‌ها اثر دارد. به‌صورتی که امروزه برای آلاینده‌هایی مانند دی‌اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و ... می‌توانیم غشاهای اختصاصی داشته باشیم.



پوشش‌های نانوفوتوکاتالیستی

نانوفوتوکاتالیست‌هایی مانند دی‌اکسید تیتانیم و اکسید روی، آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه آلاینده‌های آلی و زیستی را به‌سرعت حذف می‌کنند. به همین دلیل، می‌توان برای رنگ‌آمیزی سطوح از این فوتوکاتالیست‌های نانویی استفاده کرد. این مواد بسیار فراوان، ارزان و غیرسمی هستند و دارای سطح بالا، سایز و حجم منافذ زیاد و چگالی کم هستند. ذرات TiO۲، نیمه‌رساناهایی هستند که با فوتون‌های نور باردار می‌شوند و واکنش‌های اکسایش-کاهش در سطح آن‌ها رخ می‌دهد. این واکنش‌ها باعث تبدیل آلاینده‌های آلی به آب و دی‌اکسید کربن می‌شوند. به همین ترتیب، این پوشش نانوفوتوکاتالیستی به‌سرعت ترکیبات سمی مانند نیترید، فرمالدهید، بنزن، آکرولین و ... را تصفیه می‌کند. امروزه، استفاده از نانوذرات TiO۲ در تولید مصالح ساختمانی مانند سیمان، بتن، رنگ و ... به‌دلیل توانایی این نانوذره در تصفیهٔ هوا رایج شده است.



جمع‌بندی

ارزیابی‌های انجام‌شده در این سال‌ها، نشان‌دهندهٔ پیشرفت‌های فناوری نانو در تولید فیلترها، کاتالیست‌ها، حسگرها و ... برای سیستم‌های پایش و کاهش آلودگی هوا است و این علم، پتانسیل بسیار زیادی در این زمینه دارد. استفاده از فناوری نانو در صنایع، علاوه بر کاهش آلاینده‌ها باعث کاهش مصرف انرژی، افزایش بهره‌وری اقتصادی و کاهش هزینه‌ها نیز شده است.

منابع

1. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90034-8.00017-8
2. civilica.com
3. www.sid.ir
4. indnano.ir/wp-content/uploads/129-Air-Pollution-Reduction.pdf
5. nanoclean.ir
6. nanoclub.ir
7. news.nano.ir
8. polymermall.com/articles/The-impact-of-nano-filters-on-reducing-fuel-consumption-and-air-pollution

کلید کشف جنایت

سارا حبیبی- کارشناسی رشته مهندسی مکانیک- دانشگاه الزهرا (س)
sarahabb044@gmail.com

چکیده
امروزه نحوه ارتکاب جرایم، پیچیده‌تر از هر زمان دیگری شده است و به فراخور آن، کشف جرایم نیز نیازمند ابزار پیچیده و فنی‌تری نسبت به روش‌های سنتی و دیرین است. به همین روی فناوری نانو در علوم جنایی وارد شده است و از شناسایی گرفته تا منحصرسازی و ارزیابی اسناد و ادله جمع‌آوری‌شده در صحنه جرم، کاربرد فراوان پیدا کرده است. فناوری نانو با توجه به قابلیت‌های فراوان آن در تشخیص و آشکارسازی سریع و دقیق آثار جرم، می‌تواند در راستای جلوگیری از وقوع جرم و شناسایی متخلفان موثر باشد.

کلمات کلیدی
نانوتکنولوژی- کشف- جرم- اثرانگشت- DNA

مقدمه
افزایش جرم و جنایت، باعث از بین رفتن حس امنیت در جامعه می‌شود و وحشت و اضطراب در عموم مردم ایجاد می‌کند. همین امر در زمان کنونی عاملی شده است تا برای تقویت توان مقابله علمی با مجرمان، پای فناوری نانو به عرصه علوم جنایی باز شود. ورود نانوتکنولوژی به این عرصه از دو مسیر می‌باشد. در وهله اول می‌تواند به‌صورت تشخیص و تجزیه و تحلیل نمونه‌ها در ابعاد و مقیاس نانو باشد که با روش‌های روتین تجزیه و تحلیل اسناد، امکان‌پذیر نمی‌باشد و دوم می‌تواند به‌صورت کمکی باشد که نانومواد به جمع‌آوری و تشخیص اسناد و شواهدی که قبل‌تر غیرقابل‌شناسایی و تجزیه و تحلیل بوده‌اند، می‌کنند.

در ادامه بیشتر با کاربردهای علم نانو در این زمینه آشنا می‌شویم:

- **کاربرد نانوتکنولوژی در کشف آثار انگشت**

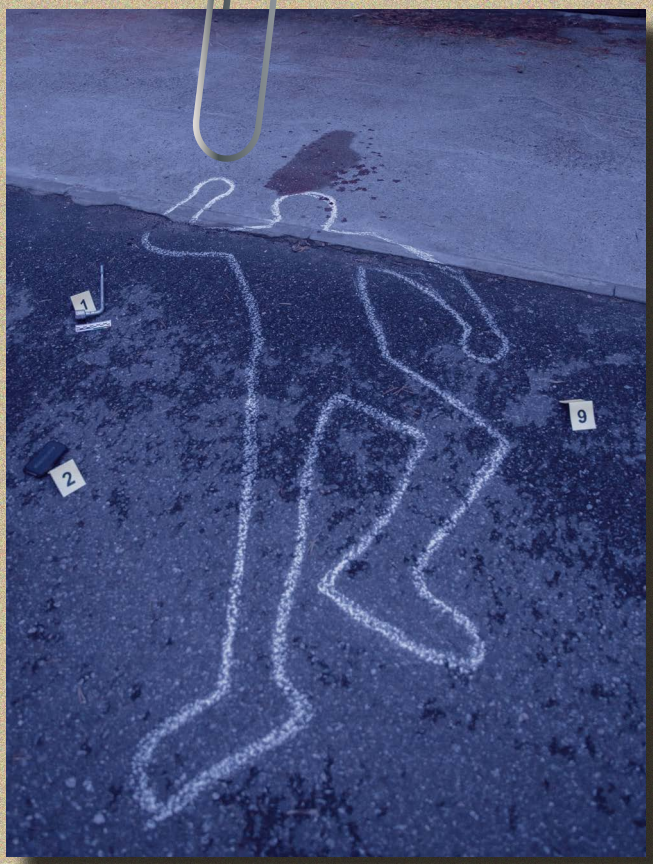
پژوهشگران موفق به کشف روش جدیدی برای ظهور آثار انگشت پنهان روی سطوح بدون حفره مانند پلاستیک فلز و سطوح شیشه‌ای رنگی و... شده‌اند که شامل نانوذرات اکسید تیتانیم می‌باشد. این ترکیب کشف‌شده به دلیل داشتن خواص بصری الکتریکی و فوتوکاتالیزوری به‌طور گسترده‌ای موردمطالعه قرارگرفته‌است. ممکن است بتوان از این نانوذرات به‌صورت یک خمیر نقاشی، اسپری محلول یا حتی به‌صورت شناور در یک شناساگر ویژه استفاده کرد. به‌هرحال از خواص مهم این ماده، جذب سطحی ترکیب‌ها و عمل کردن آن به‌عنوان یک درخشان‌کننده نوری است که برای کارشناسان قانونی بسیار جالب‌توجه می‌باشد. برای آشکارسازی مطمئن و سریع اثرانگشت، نانوذرات طلا و نقره نیز مدت‌هاست که مورداستفاده می‌باشند. همچنین فناوری نانو علاوه بر آشکار کردن اثرانگشت می‌تواند به تشخیص برخی خصوصیات صاحب اثرانگشت، مثل برخی بیماری‌های وی و معتاد بودن به کوکائین یا الکل و یا برآورد سن و جنسیت کمک کند.

- **کاربرد نانوتکنولوژی در کشف DNA**

تجزیه و تحلیل DNA جز نوآورانه‌ترین کاربردهای فناوری نانو در تحقیقات جنایی محسوب می‌شود. نانو تکنیک‌های استخراج، جداسازی و شناسایی توالی‌های DNA، می‌توانند به کارآگاهان کمک نمایند تا از طریق پوست، بزاق دهان، اسپرم و موارد این‌چنینی، ویژگی‌های جسمی صاحب DNA، مانند سن، جنس، رنگ پوست، مو و چشم وی را در زمانی کوتاه‌تر تشخیص دهند.

- **کاربرد نانوتکنولوژی در جرم جعل**

تجزیه وتحلیل دقیق نوشته‌ها از دیگر مزایای علم نانو است. با استفاده از نانولوله‌هایی موسوم به AFM، افسران پلیس و متخصصین آزمایشگاه‌های جرم‌شناسی، می‌توانند سطوح کاغذ را در مقیاس نانو، مطالعه نمایند. میزان فشار بر روی کاغذ، نوع جوهر، نحوه نوشتن و غیره، از مواردی است که می‌تواند در تشخیص جعلی بودن دستخط و نیز شناسایی نویسنده آن، کمک کند.



- **کاربرد نانوتکنولوژی در کشف بقایای انفجار**

باقی‌مانده‌های مواد منفجره، می‌تواند به محلی بسیار دورتر از محل واقعی پراکنده شود و همین مسئله، می‌تواند کار را برای کارآگاهان و جرم‌شناسان دشوار نماید. نانوفناوری امکان شناسایی مقادیر کم از مواد منفجره را در محل جرم فراهم نموده و کار را به‌شدت تسهیل می‌کند. همچنین با استفاده از فناوری نانو، امکان شناسایی ذرات میکروسکوپی پودر اسلحه روی دست تیرانداز نیز فراهم می‌گردد. نانوذرات کورکومین و نانوذرات آمینه، به‌صورت قابل‌توجهی حساس بوده و امکان شناسایی ماده منفجره را مهیا می‌کنند.

نتیجه‌گیری

امروزه با گسترش و فراگیری علم نانو در عرصه علوم جنایی شاهد کم شدن نواقص و خلاهای علمی هستیم که کارشناسان قانونی درگذشته برای شناسایی و برخورد با متخلفین، با آن مواجه بودند. ادامه یافتن تحقیقات بر روی توسعه این فناوری در عرصه جنایی، نویدبخش آینده‌ای ایمن و عاری از جرم است.

منابع

۱. چالش‌های اخلاقی کاربرد فناوری نانو تکنولوژی در کشف جرم - رضا سعودی، قاسم زمانی، ابومحمد عسگرخانی - مجله پژوهش‌های اخلاقی، سال دهم، شماره سه (۱۳۹۹)

۲. کاربرد نانوتکنولوژی در کشف علمی جرم - نسرین مرادی، یونس معروفی - مجله کارآگاه، دوره دوم، سال هفتم، شماره ۲۸، (۱۳۹۳)

۳. nanomatch.ir

٤. nanokimia.blogfa.com

نانوکامپوزیت های پلیمری

ثنا میرمطلبی- کارشناسی شیمی محض- دانشگاه الزهرا(س)
sanamirmotalebi@gmail.com

چکیده

با توجه به سبکی و مقاومت شیمیایی مناسب پلیمرها در مقایسه با فلزات، استفاده از این مواد در صنایع مختلف هر روز بیشتر شده است. تقویت پلیمرها با ذرات میکرو و نانومقیاس، به دلیل استحکام کم آن‌ها ضروری است. در سال‌های اخیر، یکی از پیشرفت‌های انجام‌گرفته در صنعت پلاستیک و کامپوزیت‌ها توسعه و تجاری‌سازی نانوکامپوزیت‌های پایه پلیمری است. در اینجا تلاش شده است تا درباره نانوکامپوزیت‌های پلیمری و کاربردشان اطلاعات جامعی دراختیار خواننده قرار داده شود.

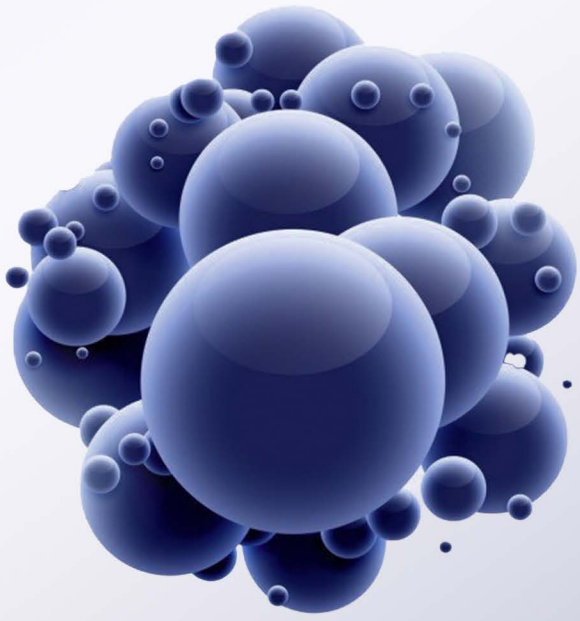
کلمات کلیدی

نانوکامپوزیت-کامپوزیت-پلیمر

مقدمه

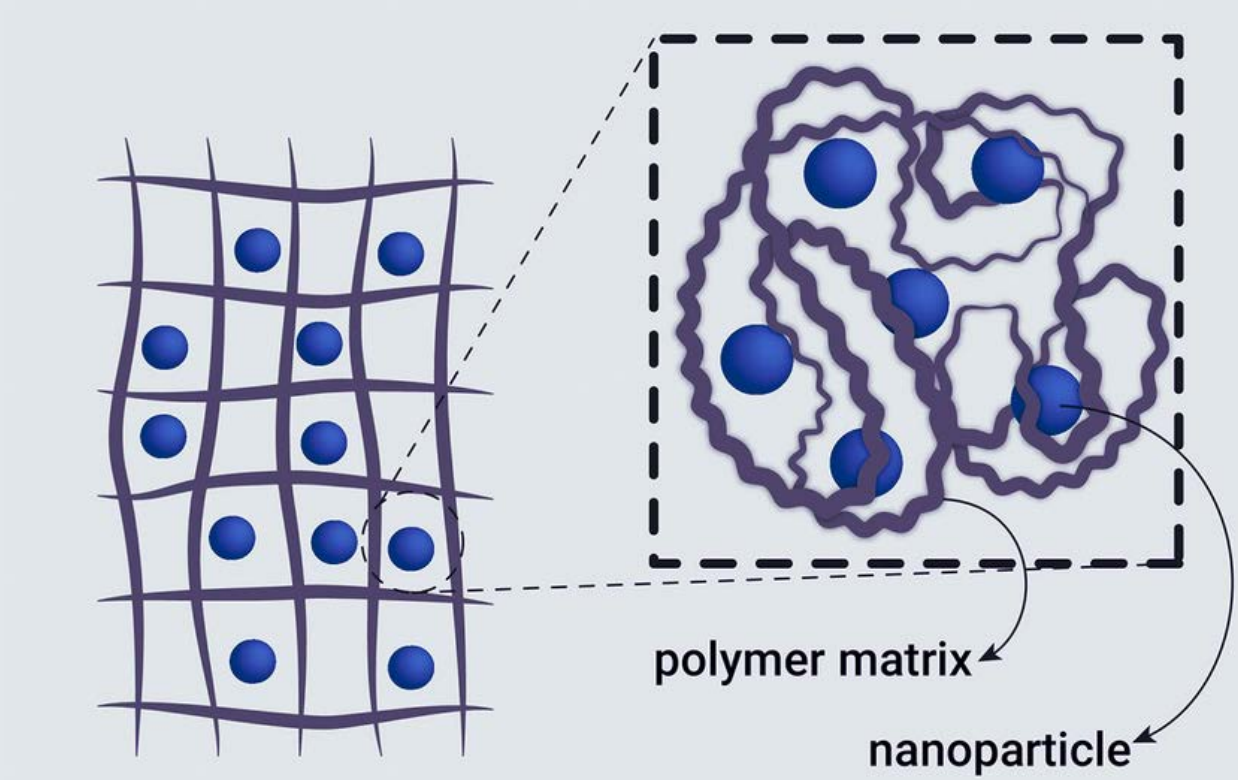
مواد و توسعه مواد از پایه‌های تمدن و فرهنگ انسان می‌باشد. بشر حتی دوره‌های تاریخی را با مواد نامگذاری کرده است. مثل عصر سنگی، عصر برنز، عصر آهن، عصر فولاد(انقلاب صنعتی)، عصر سیلیکون و عصر سیلیکا (انقلاب ارتباطات از راه دور). این نشان می‌دهد که مواد چقدر برای ما اهمیت دارد. ما همواره در کوششیم که از دنیای اطراف خود آگاهی داشته باشیم و آن را بهبود دهیم و ببینیم دنیای ما از چه چیزی ساخته شده است. عصر جدید با شناخت یک ماده مشخص به وجود نخواهد آمد بلکه با بهینه کردن و مشارکت دادن ترکیبی از چند ماده بوجود خواهد آمد. دنیای نانومواد و هیجانات همراه آن، فرصت‌های استثنایی برای تولید انقلاب در مواد کامپوزیتی بوجود آورده است.

نانوکامپوزیت‌ها در مقایسه با کامپوزیت‌ها این مزیت را دارند که با افزودن نانوفیلر، مدول یانگ افزایش می‌یابد ولی وضعیت تنش تسلیم و چقرمگی چندان نامطلوب نمی‌شود. حتی در مواردی در نانوکامپوزیت‌ها هر دو پارامتر تنش تسلیم و چقرمگی (نسبت به ماده زمینه) نیز بهبود می‌یابد. این نوع ویژگی که بهبود یک ویژگی مفید، ویژگی مفید دیگری را کاهش ندهد؛ برتری نانوکامپوزیت‌ها بر کامپوزیت‌هاست. علت این برتری در نانوکامپوزیت‌ها به سطح زیاد و اندازه کوچک نانوفیلرها مربوط است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگرچه پلیمرها را می‌توان به‌عنوان مواد ساختاری بدون تقویت کننده استفاده کرد، اما استفاده از آن‌ها به دلیل خواص مکانیکی پایین محدود می‌شود. استحکام نسبتا کم همراه با مقاومت ضربه‌ای کم از مشخصهٔ اصلی مواد پلیمری است. نانوکامپوزیت‌های پلیمری جایگزین جدیدی برای پلیمرهای فیلر شده معمولی هستند. این نانوکامپوزیت‌ها موادی هستند که در آن‌ها ذرات آلی نانوسکوپی معمولا بین ۱۰۰-۱۰ در حداقل یک بُعد، در پلیمر آلی مانند پلی استیلن، پلی تیوفن و پلی پیرول پراکنده می‌شوند. به دلیل اندازهٔ نانومتری فیلر معدنی، نانوکامپوزیت‌ها در مقایسه با پلیمرهای خالص یا کامپوزیت‌های سنتی آن‌ها خواص بهبود قابل توجهی از خود نشان می‌دهند.



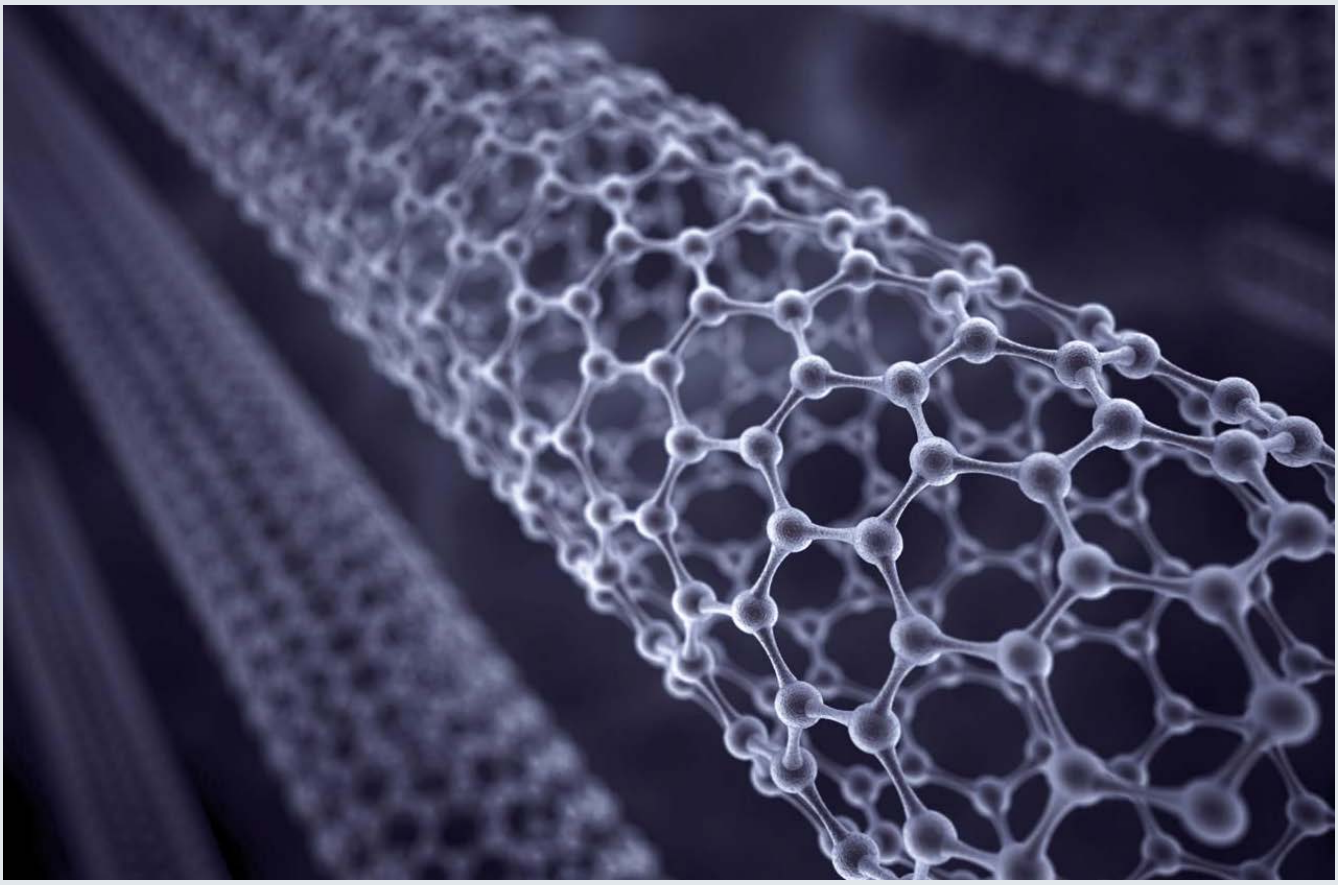
نانوکامپوزیت

نانوکامپوزیت‌ها تعریفی مشابه کامپوزیت‌ها دارند با این تفاوت که در آن‌ها حداقل یکی از سه بعد (طول، عرض یا ارتفاع) فیلر در محدوده نانومتری باشد. متاسفانه در بسیاری از اسناد علمی برای خیلی از نانوساختارها مانند نانوساختارهای هسته-پوسته، نانوساختارهای هیبریدی و ... کلمه نانوکامپوزیت مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ ولی این نام برای این نانوساختارها مورد پذیرش تمام محققین نیست. در اغلب مواقع نانوکامپوزیت‌ها فرم توده‌ای (بالک) دارند ولی موارد زیادی نیز یافت می‌شود که نانوکامپوزیت‌ها در فرم‌های نانوپوشش، لایه نازک و نانوالیاف و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند.همان‌گونه که مشخص شد علت استفاده از کامپوزیت، ایجاد یا بهبود خواصی است که در حالت عادی در ماده زمینه به تنهایی وجود ندارد. اما در بسیاری مواقع در ازای ایجاد یا بهبود این خواص ممکن است تعدادی دیگر از خواص مطلوب ماده تضعیف شوند. به‌عنوان مثال، استفاده از فیلرهای با ضریب یانگ بالا در کامپوزیت‌ها موجب افزایش سفتی ماده موردنظر می‌شود؛ اما در ازای ایجاد این خاصیت، دو ویژگی دیگر یعنی تنش تسلیم و چقرمگی کاهش می‌یابد. نانوکامپوزیت‌ها در مقایسه با کامپوزیت‌ها این مزیت را دارند که با افزودن نانوفیلر، مدول یانگ افزایش می‌یابد ولی وضعیت تنش تسلیم و چقرمگی چندان نامطلوب نمی‌شود. حتی در مواردی در نانوکامپوزیت‌ها هر دو پارامتر تنش تسلیم و چقرمگی (نسبت به ماده زمینه) نیز بهبود می‌یابد. این نوع ویژگی که بهبود یک ویژگی مفید، ویژگی مفید دیگری را کاهش ندهد برتری نانوکامپوزیت‌ها بر کامپوزیت‌هاست. علت این برتری در نانوکامپوزیت‌ها به سطح زیاد و اندازه کوچک نانوفیلرها مربوط است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.



ویژگی‌های نانوکامپوزیت‌های پلیمری

یکی از دلایل گسترش نانوکامپوزیت‌های پلیمری، خواص بی نظیر مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی آن است. نانوکامپوزیت‌های پلیمری عموماً دارای استحکام زیاد، وزن کم، پایداری حرارتی بالا، رسانایی الکتریکی بسیار خوب و مقاومت شیمیایی بالایی هستند.دلیل دوم توسعه نانوکامپوزیت‌های پایه پلیمری و افزایش تحقیقات در این زمینه، کشف نانولوله‌های کربنی در سال ۱۹۹۱ میلادی است. استحکام و خواص الکتریکی نانولوله‌های کربنی به طور قابل ملاحظه‌ای با نانولایه‌های گرافیت و دیگر مواد پرکننده تفاوت دارد. نانولوله‌های کربنی موجب رسانایی و استحکام فوق العاده‌ای در پلیمرها می‌شوند. از نظر نظامی نیز فراهم کردن هدایت الکتریکی در پلیمرها فرصت‌های عالی را به وجود خواهد آورد. به عنوان مثال می‌توان از پوسته‌های الکتریکی- مغناطیسی، کامپوزیت‌های رسانای گرما و لباس‌های سربازان آینده نام برد. این دسته از نانوکامپوزیت‌ها به دلیل خواص منحصر به فردی که دارند، به طور گسترده‌ای در صنایع خودرو،هوا فضا و بسته بندی مواد غذایی گسترش یافته‌اند. از دیگر کاربردهای نانوکامپوزیتهای پلیمری پوشش‌های مقاوم به سایش، پوشش‌های مقاوم به خوردگی، پلاستیک‌های رسانا، حسگرها، آسترهای مقاوم در دمای بالا و غشاهای جداسازی گازها و سیالات نفتی می‌باشد.نایلون اولین پلیمری بود که توسط شرکت تویوتا در سال ۱۹۹۰ برای تهیه نانوکامپوزیت‌ها به کار گرفته شد. اما امروزه از پلیمرهای گرماسخت نظیر اپوکسی، پلی آمید و پلیمرهای گرمانرم نظیر پلی پروپیلن و پلی استایرن به عنوان ماده زمینه این کامپوزیت‌ها استفاده می‌گردد.



مزایا و معایب نانوکامپوزیت های پلیمری

از مزایا نانوکامپوزیت های پلیمری می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. وزن قطعه نهایی در مقایسه با کامپوزیت‌های معمولی کمتر می‌باشد.
۲. استحکام مکانیکی بالاتر در میزان بارگذاری کمتر دارد.
۳. مقاومت بالا در برابر نفوذ گازها و بخارها دارد.
٤. سطح ظاهری بهتری خواهد داشت.
٥. فرآیند پذیری راحت‌تر در آن‌ها مشاهده می‌شود.
٦. تحمل حرارتی بالاتری را دارند.

از جمله معایب این نانوکامپوزیت‌ها نیز می‌توان موارد زیر را برشمرد:

۱. عدم توزیع یکنواخت فاز دوم در فاز زمینه در نانوکامپوزیت‌ها، خواص مکانیکی نانوکامپوزیت‌ها را کاهش می‌دهد. تجمع ذرات پودر بسیار ریز در نانوکامپوزیت‌ها موجب افزایش انرژی سطحی آن‌ها شده، کاهش خواص مکانیکی نانوکامپوزیت‌ها را به دنبال دارد.

۲. همچنین استفاده از مواد شیمیایی گران قیمت برای توزیع یکنواخت فاز دوم در داخل فاز زمینه و جلوگیری از بهم چسبیدن ذرات پودر نانوکامپوزیتی و ساخت نانوکامپوزیت‌هایی با ریزساختاری همگن و خواص مکانیکی بالا، باعث غیراقتصادی شدن و همچنین پیچیده‌تر شدن فرآیند می‌گردد.

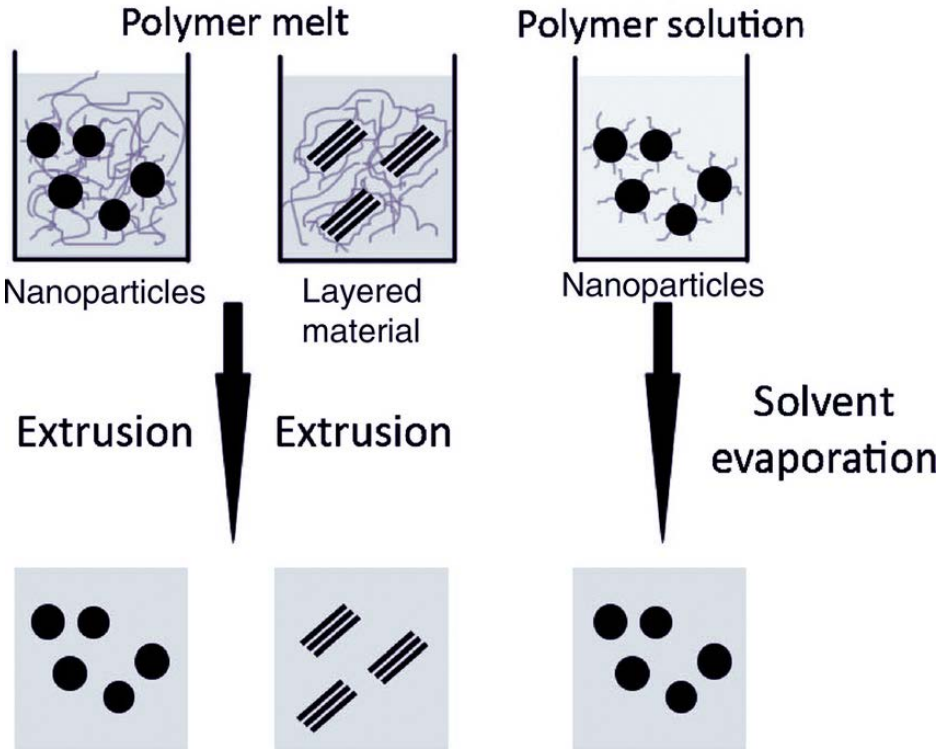
فرایندهای تولید نانوکامپوزیت های پایه پلیمری

به طور کلی سه روش اساسی برای تولید نانوکامپوزیت‌های زمینه پلیمری وجود دارد. این روش‌ها شامل فرآوری مذاب، فرآوری محلول و پلیمریزاسیون درجا می‌باشد. در ادامه، این روش‌ها شرح داده خواهد شد.

فرآوری مذاب

با اینکه فرآوری محلول یک روش مناسب برای پراکندگی نانولوله‌ها و تشکیل کامپوزیت به شمار می‌رود؛ اما برای بسیاری از انواع پلیمرها که غیرقابل حل هستند، مناسب نمی‌باشد. فرآوری مذاب یک روش عمومی برای تولید نانوکامپوزیت است که به طور خاص برای پلیمرهای ترموپلاستیک مفید می‌باشد. این روش از این حقیقت که پلیمرهای ترموپلاستیک ضمن گرم شدن نرم می‌شوند، استفاده می‌کند. پلیمرهای غیربلوری در بالای دمای انتقال شیشه‌ای خود فرآوری می‌گردند؛ در حالیکه پلیمرهای شبه بلوری نیازمند گرم شدن بالای نقطه ذوب خود هستند تا به نرمی کافی برسند. از مزیت‌های این روش، صرف نظر از سازگاری آن با روش‌های صنعتی استاندارد، سرعت و سادگی آن می‌باشد.

به طور کلی، فرآوری مذاب با ذوب گلوله‌های پلیمر برای تشکیل مایع ویسکوز سروکار دارد.



هر افزودنی از قبیل نانولوله کربنی می‌تواند توسط ترکیب برشی با مذاب ترکیب شود. پس نمونه‌های حجمی می‌توانند توسط روش‌هایی از قبیل قالب‌ریزی فشاری، تزریق قالب و اکستروژن ساخته شوند. اما مهم بهینه‌سازی در شرایط فرآوری است، نه فقط برای انواع نانولوله بلکه برای کل بازه ترکیب پلیمر-نانولوله. به این علت که نانولوله‌ها می‌توانند خصوصیات مذاب از قبیل ویسکوزیته را متاثر کنند که منجر به تخریب غیرمنتظره پلیمر تحت شرایط نرخ‌های برشی بالا می‌گردد. معمولا برای تولید نانوکامپوزیت‌های زمینه پلیمری حاوی نانوالیاف کربنی از این روش استفاده می‌شود. محدودیت این روش میزان فاز تقویت‌کننده یا همان مواد پرکننده است. به عنوان مثال برای تولید نانوکامپوزیت سیلیکا/پلی پروپیلن حداکثر میزان نانوذرات سیلیکا ۱۷ درصد وزنی می‌تواند باشد. این فرآیند بدلیل قابلیت آن برای کاربردهای صنعتی، بسیار مورد توجه است.

فرآوری محلول

با استفاده از این روش می‌توان بر بعضی از محدودیت‌های روش مخلوط سازی مستقیم غلبه کرد، ضمن آن‌که می‌توان میزان آگلومراسیون و توده‌های شدن نانوذرات در ماده پلیمری را کاهش داد. در این روش به دو صورت می‌توان نانوکامپوزیت‌های پلیمری را تولید کرد. اگر ماده زمینه پلیمری و نانوذرات تقویت کننده آن در یکدیگر قابل حل شدن باشند، محلول حاصل را می‌توان در یک قالب، ریخته‌گری کرده و نانوکامپوزیت تولید نمود. در غیر این صورت مخلوط مواد نانوکامپوزیت در یک حلال حل شده و در نهایت با تبخیر حلال، نانوکامپوزیت مورد نظر به دست می‌آید. شاید متداول‌ترین روش برای تولید کامپوزیت‌های نانولوله-پلیمر، اختلاط نانولوله‌ها و پلیمر در یک حلال مناسب قبل از تبخیر حلال برای تشکیل یک فیلم کامپوزیت باشد. یکی از مزایای این روش، وارد نمودن پودر نانولوله‌ها در یک حلال برای تسهیل در پراکندگی و عدم توده شدن می‌باشد.

تقریبا همه روش‌های فرایند محلول، مبتنی بر تغییرات روی یک چارچوب عمومی هستند که می‌توان به صورت زیر خالص نمود:

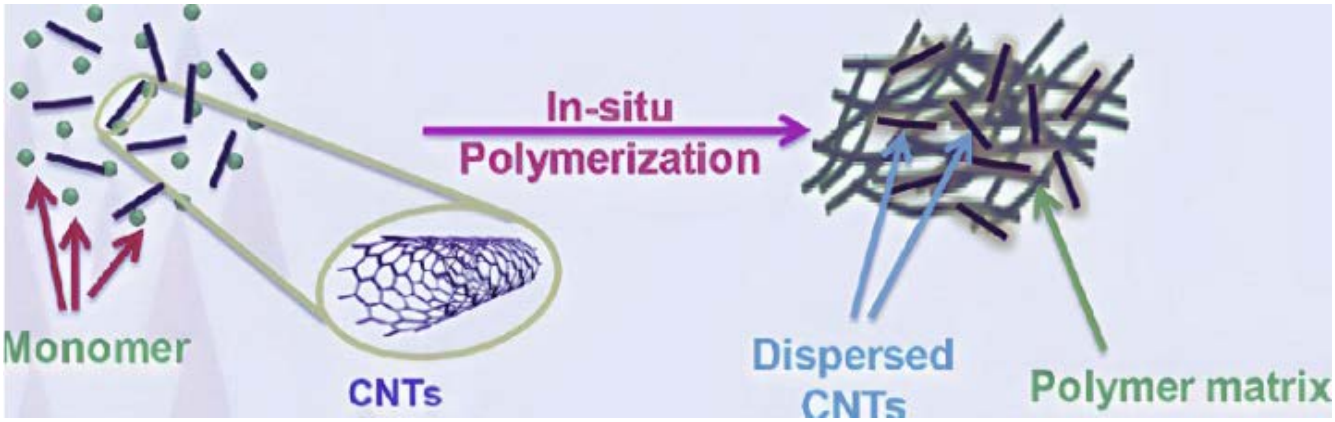
۱. پراکندگی نانولوله‌ها در یک حلال یا یک محلول پلیمر توسط تحریک فعال

۲. اختلاط نانولوله‌ها و پلیمر در محلول توسط تحریک فعال

۳. تبخیر کنترل شده محلول برای باقی گذاشتن یک فیلم کامپوزیت

پلیمریزاسیون درجا

طی ده سال گذشته، روش پلیمریزاسیون درجا در حضور نانولوله‌های کربنی به‌شدت برای تولید پلیمرهای پیوندی با نانولوله‌های کربنی و در نتیجه مواد کامپوزیتی پایه پلیمری گسترش یافته‌اند. مزیت مهم این روش، توانایی پیوند درشت مولکول‌های پلیمر بر روی دیواره نانولوله کربنی می‌باشد. در ضمن، یک روش بسیار مناسب است که اجازه تهیه کامپوزیت‌ها با بارگذاری بالا را می‌دهد و تقریباً قابلیت ترکیب با تمام پلیمرها را دارد. این روش به طور خاص برای پلیمرهایی که غیرقابل حل هستند و یا از نظر گرمایی ناپایدار هستند مهم می‌باشد، که نمی‌توانند به روش‌های فرآوری مذاب و محلول تولید شوند. در این روش، پلیمریزاسیون بستر پلیمری در حضور نانوذرات انجام می‌شود و مونومر در حین تکثیر، ذرات پر کننده را در بر می‌گیرد. نکته کلیدی در این روش، نحوه توزیع ذرات نانو در مونومر است. با کنترل پیوند بین ذرات نانو و ماده زمینه، می‌توان توزیع مورد نظر را به دست آورد. بسیاری از نانوکامپوزیت‌های زمینه پلیمری را می‌توان با این روش تولید کرد.



کاربردهای نانوکامپوزیت های پلیمری

بازار نانوکامپوزیت‌های پلیمری، امروزه به طور چشم‌گیری رو به ترقی است. اخیراً کاربردهای مختلف این نانوکامپوزیت‌ها در بخش‌های پلاستیکی به خصوص در صنعت خودروسازی و بسته‌بندی افزایش یافته است. مطالعات گروه شرکت Freedoniaنشان می‌دهد که در سال ۲۰۲۰، تقاضا برای نانوکامپوزیت‌ها در آمریکا تا ۳ میلیون تن با ارزش تقریبی ۱۵ میلیون دلار افزایش یافته است.

کاربرد نانوکامپوزیت های پلیمری در صنعت الکترونیک

نانوتکنولوژی اساسا در طراحی دستگاه های پیشرفته با کاربردهای الکترونیکی و نوری تعبیه شده است. مقیاس ابعادی دستگاه‌های الکترونیکی امروزه وارد محدوده نانو شده است. کاربرد نانوکامپوزیت‌های پلیمری در این حوزه کاملا متنوع است و کاربردهای بالقوهٔ بسیاری به شرح زیر دارد:

۱.آن ها در حسگرهای شیمیایی، دستگاه‌های الکترولومینسانس، الکتروکاتالیزور، باتری‌ها، پنجره‌های هوشمند و دستگاه‌های حافظه استفاده می‌شوند.

۲. یکی دیگر از کاربردها شامل سلول‌های فتوولتائیک (PV) و فتودیودها، ابرخازن‌ها، رساناهای قابل چاپ، دیودهای ساطع نور (LED) و ترانزیستورهای اثر میدانی می‌شود.

۳. هدایت الکتریکی نانولوله‌های کربنی در پلیمرهای عایق نیز موضوع قابل توجهی بوده است؛ این کاربرد بالقوه شامل حفظ تداخل الکترومغناطیسی، پوشش‌های رسانای شفاف، اتلاف الکترواستاتیک، ابرخازن‌ها، محرک‌های الکترومکانیکی و کاربردهای مختلف الکترود است.

٤. پلیمرهای مزدوج با اجزای مختلف فیلر در مقیاس نانو برای کاربردهای حسگر از جمله حسگرهای گاز، حسگرهای زیستی و حسگرهای شیمیایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نانوفیلرهای مورد استفاده شامل نانوسیم‌های اکسید فلزی، نانولوله‌های کربنی، طلا، نقره، نیکی، مس، پلاتین و ذرات پالادیوم در مقیاس نانو می‌شود.

کاربرد نانوکامپوزیت های پلیمری در صنایع بسته بندی

در صنعت بسته‌بندی، خواص حفاظتی و عبورناپذیری بالای نانوخاک رس‌ها در برابر اکسیژن و دی‌اکسید کربن، برای تولید بطری‌های PET چندلایه و فیلم‌های بسته‌بندی غذاها و نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. از تکنولوژی نانوکامپوزیت‌ها برای افزایش انعطاف‌پذیری در بسته‌بندی و افزایش مقاومت پارگی و سوراخ‌شدن و هم‌چنین کنترل رطوبت بهره گرفته‌اند. هم‌چنین به‌کارگیری نانوکامپوزیت‌ها برای بسته‌بندی، عمر نگهداری مواد را نیز افزایش می‌دهد.

کاربرد نانوکامپوزیت های پلیمری در زیست پزشکی

صنعت زیست‌پزشکی نیز از مزایای حاصل از استفاده از مواد نانوکامپوزیتی بهره‌مند شده است. مواد مورد استفاده در زمینه زیست‌پزشکی بایستی از معیارهای مشخصی مربوط به زیست‌سازگاری، زیست‌تخریب‌پذیری، خواص مکانیکی و گاهی اوقات زیبایی‌شناسی پیروی کنند. در کاربردهایی مثل مهندسی بافت، جایگزینی یا ترمیم استخوان، کاربردهای دندانی و رهایش کنترل شده‌ی داروها، نانوکامپوزیت‌های با پایه پلیمرهای زیستی می‌توانند بر مبنای نیازهای مورد نظر برای محصول به خوبی تطبیق داده شوند.

نتیجه گیری

نانوکامپوزیت زمینه پلیمری، به سیستم‌های دوفازی شامل یک زمینه پلیمری و یک فاز تقویت‌کننده گفته می‌شود که با روش‌های ساده‌تری نسبت به نانوکامپوزیت‌های زمینه فلزی سنتز می‌شوند. اگرچه همچنان چالش‌های مرتبط با ساخت نانوکامپوزیت‌های پلیمری مانند پراکندگی و هم‌ترازی نانولوله‌های کربنی وجود دارد، اما داده‌های موجود نشان می‌دهد؛ مقادیر هدایت الکتریکی و حرارتی آن‌ها، آن‌ها را بعنوان جایگزین ایده آل برای استفاده بعنوان TIM و همچنین در صورت نیاز به پدهای رسانای الکتریکی تبدیل می‌کند. بنابراین طبق مشاهدات و اطلاعات بدست آمده، می توان آینده درخشانی را برای کاربرد تجاری نانوکامپوزیت‌های پلیمری در نظر گرفت.

منابع

۱. عباس رستمی، نانوکامپوزیت‌ها معرفی خواص و روش تولید، سایت آموزش فناوری نانو.

۲. محمد علی مصطفایی و محمد هادی مقیم، تغییر شکل پلاستیک شدید نانوکامپوزیت‌های پلیمری، سایت آموزش فناوری نانو.

۳. رساله دکتری تحت عنوان«ساخت نانوکامپوزیت‌های پلیمر/نانولوله‌های کربنی با استفاده از روش اسپری به منظور بهبود خواص مکانیکی آن‌ها» نوشته آقای دکتر ولی پروانه.

٤. محمد رضا نخعی امرودی و امیر مصطفی پور، مروری بر ساخت کامپوزیت‌ها و نانوکامپوزیت‌های پایه پلیمری با فرایند اصطکاکی اغتشاشی، فصلنامه علمی بسپارش، شماره ۳، صفحه ۳-۱٤، ۱۳۹۸.

5. Hessam Ramezani, Mehdi Sharif, Graphene-Based Polymer Nanocomposites, Polymerization, V4,86-107,2014.

6. Vaia R.A. and Wagner H.D., Framework for Nanocomposites, Mater. Today, 7, 32–37, 2004.

7. Gokkurt T., Durmus A., and Sariboga V., Investigation of Thermal, Rheological, and Physical Properties of Amorphous Poly(ethylene terephthalate)/Organoclay Nanocomposite Films, Appl. Polym. Sci., 129, 2490- 2501, 2013.

8. Tasis D., Tagmatarchis N., Bianco A., and Prato M., Chemistry of Carbon Nanotubes, Chem. Rev., 106, 1105–1136, 2006.

9. Montazeri A., and Rafii H., Multiscale Modeling of Graphene-and Nanotube-Based Reinforced Polymer Nanocomposites, Phys. Lett., A, 44, 4034–4040, 2011.

میلیون ها ترانزیستور در کنار هم!

فاطمه فاطمیان-کارشناسی علوم سلولی و مولکولی-دانشگاه علم و فرهنگ
fatemianfatemeh@gmail.com

ضحی عالمی- کارشناسی بیوتکنولوژی- دانشگاه علم و فرهنگ
zohaalemi1400@yahoo.com

چکیده

ریزتراشه (میکروچیپ) مجموعه‌ای از اجزای الکترونیکی متصل‌به‌هم است که بر روی یک قطعه کوچک مسطح از مواد نیمه‌رسانا مانند سیلیکون یا ژرمانیوم به‌اندازه ویفر (wafer) نقش می‌بندند، مانند ترانزیستورها، مقاومت‌ها و خازن‌ها. یک مدار مجتمع به‌عنوان کلید کنترل‌کننده برای انجام یک کار خاص استفاده می‌شود. ترانزیستور در مدار مجتمع مانند یک کلید روشن و خاموش عمل می‌کند که می‌تواند جریان را روشن یا خاموش کند. نانوتراشه‌ها (نانوچیپ) از ابزارهای تکنولوژیک جدید در راستای پیشبرد دستور کار میکروتراشه‌ای کردن انسان‌ها هست. با توجه به‌اندازه به‌غایت ریز این ابزارها، آن‌ها از ظرفیت لازم برای نفوذ و جاگیری در بدن انسان و تشکیل شبکه‌ای مصنوعی در درون انسان که قابلیت کنترل از بیرون را دارند، برخوردارند.

کلیدواژه

ریزتراشه - نانوتراشه

مقدمه

با به‌کارگیری فناوری‌های چیپ‌ها، کنترل جهانی معنی متفاوتی به خود می‌گیرد؛ می‌شود جامعه انسانی را از طریق جستجو در فضای کوچکی کنترل کرد؛ آن فضا درون بدن انسان‌هاست! با استفاده از فناوری نانوچیپ و میکروچیپ‌ها این فناوری محقق می‌شود. فناوری چیپ‌ها کاربردهای متنوعی دارد در پزشکی، فناوری اطلاعات، رایانه‌ها و... در ادامه به‌صورت تخصصی‌تری این فناوری‌ها را معرفی خواهیم کرد.

نانوچیپ‌ها یا میکروچیپ‌ها؟!

میکروچیپ ها یا ریزتراشه‌ها یک لغت کلی برای توصیف مجموعه بزرگی از قطعات الکترونیکی است که زیرمجموعه‌های زیادی دارد مثل چیپ‌های حافظه و پردازنده‌ها.

ریزتراشه شامل میلیون‌ها ترانزیستور[1] (مهم‌ترین قطعه برای تقویت و قطع و وصل سیگنال در مدار) است و این تعداد بالا براساس قدرت پردازشی موردنیاز و سایر فاکتورها مشخص می‌شود. زمانی که صحبت از تعداد بسیار بالای ترانزیستور می‌شود و نیاز است تا آن‌ها را در یک اندازه چند سانت در چند سانت جای داد، راه‌حل ساخت ترانزیستورها و عنصرهایی است که در مقیاس بسیار ریز میکرو و حتی نانو هستند. سیلیکون برای ساخت ریزتراشه در اولویت کار است و به دلیل داشتن مشخصات مهم و منحصربه‌فرد، امروزه طراحی و تولید ریزتراشه‌ها وابسته به سیلیکون است. سیلیکون جزو عناصری است که در دسته نیمه‌رساناها قرار می‌گیرد و همین امر نکته اصلی برای استفاده از آن در یک تراشه الکترونیکی است. نیمه‌رسانا بودن این عنصر در عمل این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان با ترکیب آن با سایر عناصر، به یک قطعه الکترونیکی دست‌یافت که توانایی قطع و وصل جریان را خواهد داشت.

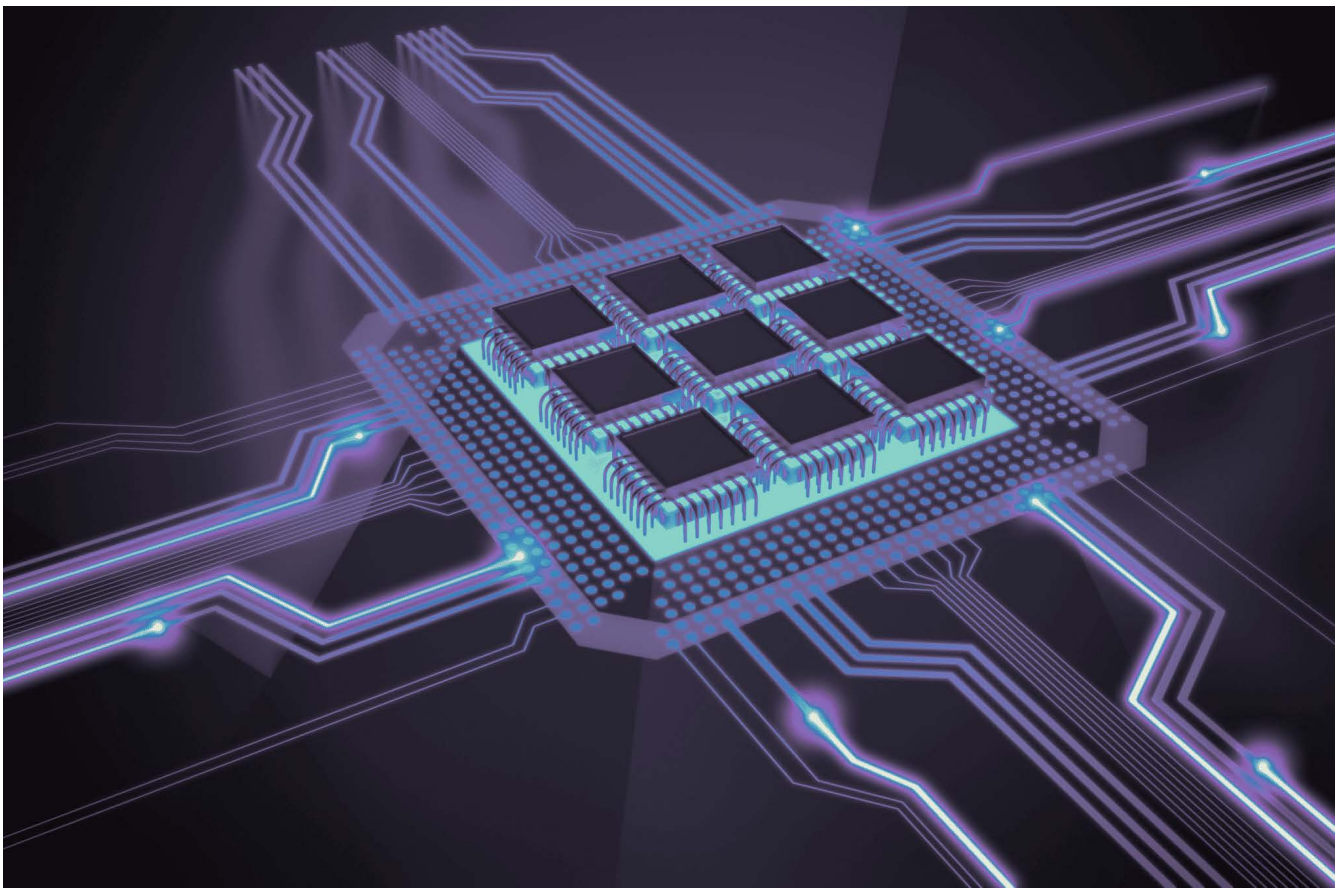
نانوتراشه نوعی ریزتراشه است که با استفاده از فناوری نانو ساخته می‌شود که شامل دست‌کاری مواد در سطح اتمی و مولکولی است. یک نانوتراشه معمولاً بسیار کوچک‌تر از یک ریزتراشه سنتی است و به‌اصطلاح یک دستگاه الکترونیکی غیرفعال است که ابعاد آن در نانومتر اندازه‌گیری می‌شود. یک نانومتر یک میلیاردم متر است. این ریزتراشه‌ها صدها برابر کوچک‌تر از یک دانه برنج هستند. برای درک بهتر می‌توان به یک گلبول قرمز اشاره کرد که ۷۰۰۰ نانومتر است و میانگین اندازه یک ویروس می‌تواند ۱۴ نانومتر باشد!

1.transistor

چرا نانو؟

نانوتراشه‌ها به دلیل اندازه کوچک خود می‌توانند سطوح بالاتری از عملکرد ارائه دهند و دارای ساختار پیچیده‌تر و پیشرفته‌تری هستند و این پتانسیل را دارند که طیف وسیعی از صنایع از جمله الکترونیک، مراقبت‌های بهداشتی و انرژی را متحول کنند. آن‌ها می‌توانند در توسعه انواع جدیدی از حسگرها، دستگاه‌های پزشکی و سایر فناوری‌هایی که نیاز به‌دقت و عملکرد بالایی دارند استفاده شوند. با این حال، توسعه نانوتراشه‌ها هنوز در مراحل اولیه است و باید بر بسیاری از چالش‌ها غلبه کرد. این چالش‌ها شامل مسائل مربوط به ساخت و هزینه و همچنین نیاز به تکنیک‌های جدید برای طراحی و آزمایش نانوتراشه‌ها می‌شود. اندازه‌شان آن‌ها را برای کاشت در بدن انسان ایده آل می‌کند. این ریزتراشه‌ها را می‌توان در قسمت‌های مختلف بدن کاشت. این تراشه‌ها حتی برای نظارت بر عملکردهای بدن مانند بیماری قلبی و دیابت استفاده می‌شوند.

داده‌های جمع‌آوری‌شده از این تراشه‌ها می‌تواند به محققین کمک کند تا تعیین کنند آیا استفاده از داروهای خاص برای انسان بی‌خطر است یا خیر. علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند به ارزیابی ایمنی و کارایی مواد غذایی کمک کنند. همچنین در تعیین اینکه برخی از محصولات آرایشی برای بدن انسان بی‌خطر هستند یا خیر، کمک کنند. همچنین در فرایند پیری که برخی سلول‌ها از بین رفته و جایگزینی نخواهند داشت، می‌توان به کمک این نوع تراشه‌ها و ژن‌درمانی، جلوی این فرایند را گرفت.



این نانوتراشه ابتکاری از سوزن‌های کوچکی تشکیل‌شده است که حاوی DNA و RNA مصنوعی است. این محموله بیولوژیکی بیشتر از طریق جریان الکتریکی کوچکی که به‌سختی توسط بیمار احساس می‌شود به بدن منتقل می‌شود. این یک روش غیرتهاجمی است که تنها چند ثانیه طول می‌کشد و نیازی به تنظیمات آزمایشگاهی خاصی ندارد. در حال حاضر، این تراشه‌ها فقط روی موش‌های آزمایشگاهی آزمایش می‌شوند، اما روزی می‌توانند در انسان کاشته شوند.

یوچیپ یکی از زیرمجموعه‌های میکروچیپ است که از ریزآرایه‌ها است که روی یک بستر جامد قرار می‌گیرند. آن‌ها به محققان اجازه می‌دهند چندین آزمایش را همزمان انجام دهند. آن‌ها بر اساس اصل هیبریداسیون کار می‌کنند، جایی که مولکول‌های اسید نوکلئیک به یک سطح جامد متصل می‌شوند؛ سپس نتایج مشخص می‌شود.

ریزتراشه های DNA

این دسته از ریزتراشه‌های زیستی که وسیع‌ترین و پرکاربردترین دستگاه‌های ریزاندازه در دانش پزشکی هستند و بر اساس استفاده از DNA و RNA طراحی و تولید می‌شوند، اغلب آن‌ها را با DNA میکرو آرایه می‌شناسند.

ریزتراشه پروتئین

ساختار ریزتراشه‌های پروتینی یا آرایه‌های پروتینی همانند ریزتراشه‌های DNA است با این تفاوت که نقش اصلی را پروتئین‌ها در عملیات بیولوژی و ارگان‌های اصلی بازی می‌کند. این ریزتراشه‌ها معمولاً برای آسیب‌شناسی انسانی در داروشناسی به کار رفته و اساس تحقیقات بیولوژی محسوب می‌شوند.

بی‌گمان ریزتراشه‌های پروتینی، یکی از مهم‌ترین روش‌های ایمنی سنجی و آنتی‌بادی در سطح تشخیصات کلینیکی است.

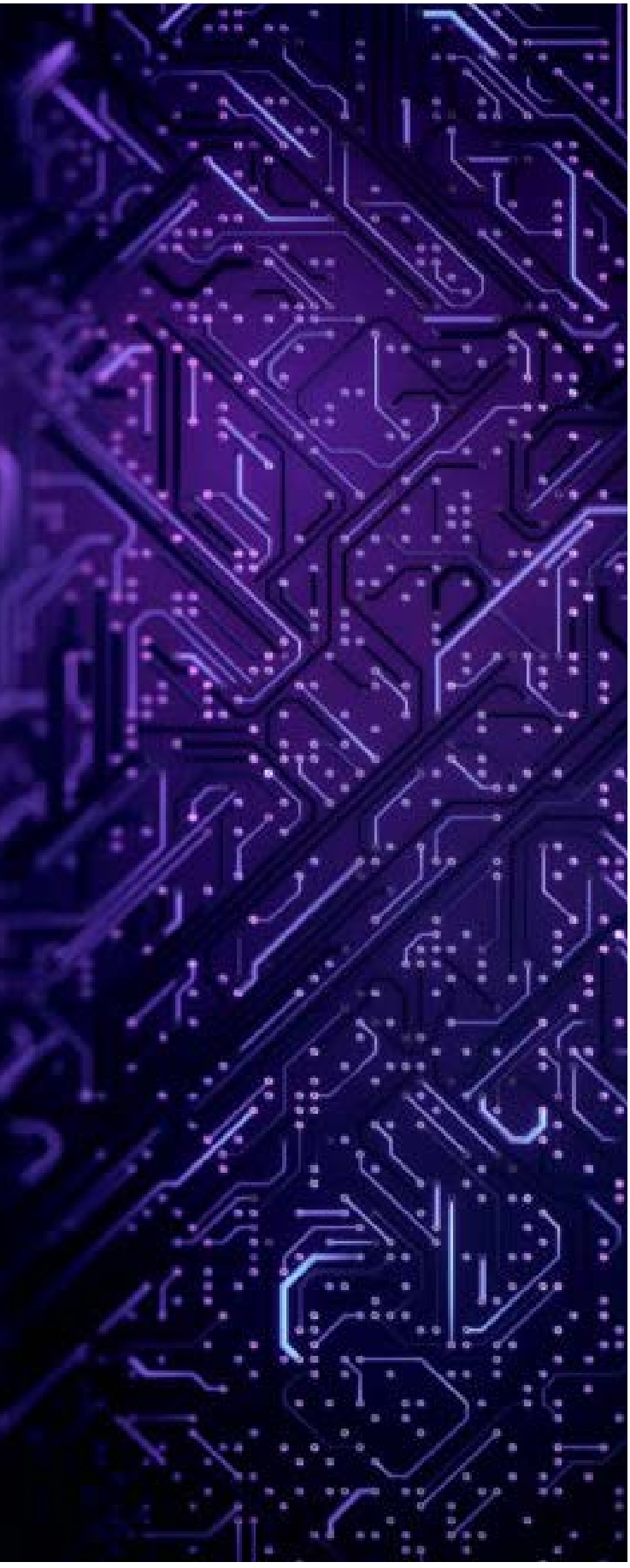
ریزتراشه‌های پروتینی در تشخیص اثر دارویی و آزمایش مسمومیت کاربردهای فراوان دارد.

البته که نانوتراشه‌ها علاوه بر فوایدشان، معایبی نیز دارند ولی به دلیل جدید بودن این علم همچنان ناشناخته هستند. مطالعات نشان می‌دهند که آن‌ها می‌توانند باعث التهاب شوند و ساختار بافت‌ها را تغییر دهند. همچنین می‌توانند بر ژن‌های درون‌سلولی تأثیر بگذارند. یکی از نگرانی‌های اصلی در مورد تزریق چنین وسایلی به بدن، احتمال عفونت و آسیب رساندن به تجهیزات MRI[۲] است. FDA[۳] نسبت به کاشت چنین وسایلی در بدن به دلیل خطرات برق‌گرفتگی هشدار داده است. همچنین استفاده از این دستگاه می‌تواند عوارضی برای سلامتی افراد از جمله آسیب خورنده به قسمت تراشه به همراه داشته باشد.

2.Magnetic Resonance Imaging
3.Food and Drug Administration

تیمی از محققان به سرپرستی Chandan Sen در دانشکده پزشکی دانشگاه ایندیانا، در حال انتقال یک دستگاه نانوچیپ جدید هستند که می‌تواند سلول‌های پوست را در بدن برای تبدیل‌شدن به رگ‌های خونی و سلول‌های عصبی جدید برنامه‌ریزی کند و از فاز اولیه خارج شود. یکی از قابل‌توجه‌ترین پیشرفت‌های پزشکی در دو دهه گذشته، توانایی گرفتن سلول‌های بالغ تخصصی و بازگرداندن آن‌ها به نوع سلول‌های بنیادی غیرتخصصی موجود در بافت جنینی بوده است. این سلول‌های بنیادی پتانسیل درمانی بالایی دارند زیرا می‌توان آن‌ها را وادار کرد تا به سلول‌ها، بافت‌ها و درنهایت اندام‌های مختلف رشد کنند که کاملاً با بیمار سازگار باشد و مشکل رد بافت یا یافتن اهداکنندگان را از بین ببرد. متأسفانه، انجام این کار به روش‌های آزمایشگاهی پیچیده نیاز دارد و در کنار بسیاری از جایگزین‌ها، می‌تواند خطرات خاصی از جمله ایجاد سلول‌های سرطانی را به همراه داشته باشد. در عوض، به یک سیستم ساده‌تر نیاز است که به مراحل دقیقی که برای انحراف سلول‌های بنیادی نیاز دارد، نیاز نداشته باشد. رویکرد تیم IU این است که از آزمایشگاه چشم‌پوشی کند و بدن انسان را با استفاده از فناوری به نام انتقال نانو بافت به برنامه‌نویس سلولی خودش تبدیل کند. برای این کار از یک نانوتراشه سیلیکونی استفاده می‌کند. در بالای تراشه یک محفظه بار مستطیلی قرار دارد که ژن‌های خاصی را در خود جای می‌دهد. این ژن‌ها که توسط بار الکتریکی متمرکز به حرکت درمی‌آیند، به عمق موردنظر در بافت زنده وارد می‌شوند و سلول‌ها را تغییر می‌دهند و مکان را به یک بیورآکتور کوچک تبدیل می‌کنند که سلول‌ها را دوباره برنامه‌ریزی می‌کند تا به انواع مختلف سلول یا ساختارهای چند سلولی تبدیل شوند، مانند رگ‌های خونی یا اعصاب، بدون نیاز به تکنیک‌های آزمایشگاهی دقیق یا سیستم‌های انتقال ویروس خطرناک. پس از تولید، این سلول‌ها و بافت‌ها می‌توانند به ترمیم آسیب هم به‌صورت موضعی و هم در سایر قسمت‌های بدن، ازجمله در مغز، کمک کنند. سن، مدیر مرکز مهندسی و پزشکی احیاکننده ایندیانا می‌گوید: این تراشه سیلیکونی کوچک فناوری نانو را قادر می‌سازد که می‌تواند عملکرد اعضای زنده بدن را تغییر دهد. به‌عنوان‌مثال، اگر رگ‌های خونی شخصی به دلیل یک حادثه رانندگی آسیب دیده باشد و نیاز به خون‌رسانی داشته باشد، دیگر نمی‌توانیم به رگ خونی از قبل موجود اعتماد کنیم زیرا له شده است، اما می‌توانیم بافت پوست را به رگ‌های خونی تبدیل کنیم و اندام در معرض خطر را نجات دهید. محققان دانشگاه ایندیانا فرآیندی را به نام نانوترانسفکشن بافت[۴] در مرکز پزشکی وکسنر دانشگاه ایالتی اوهایو نشان می‌دهند. در آزمایش‌های آزمایشگاهی، این فرآیند توانست تنها در سه هفته با یک لمس این تراشه، پاهای موش‌ها را که به‌شدت آسیب‌دیده بود، التیام بخشد. این فناوری با تبدیل سلول‌های طبیعی پوست به سلول‌های عروقی کار می‌کند که به بهبود زخم‌ها کمک می‌کند.

4.Tissue nanotransfection (TNT)



تحقیقات آن‌ها برای اولین بار نشان می‌دهد که نانوترانسفکشن بافت می‌تواند به‌عنوان یک دستگاه انتقال ژن غیر ویروسی، موضعی و ویرایشگر عمل کند TNT.یک دستگاه کم تهاجمی است که می‌تواند عملکرد بافت را در بدن زنده با اعمال پالس‌های بی‌ضرر و جرقه‌های الکتریکی برای رساندن ژن‌های خاص به پوست برنامه‌ریزی مجدد کند.

تحویل مبتنی بر TNT می‌تواند به ویرایش ژن خاص سلولی دست یابد. پوست انسان هزاران ژن دارد و در زخم‌های مزمن، بسیاری از ژن‌های کلیدی با متیلاسیون DNA خاموش می‌شوند. فناوری ویرایش ژن مبتنی بر TNT می‌تواند این مانع را از بین ببرد. مطالعات قبلی کاربرد TNT در مورد نجات پاهای آسیب‌دیده، نوروپاتی دیابتی، عصب له شده و مغز مبتلا به سکته گزارش‌شده است. این اولین بار است که متیلاسیون پروموتر ژن‌ها به‌عنوان یک مانع حیاتی برای بهبود زخم شناخته می‌شود. در این مطالعه،محققان ICRME[5] دریافتند که متیلاسیون ژن P۵۳ و خاموش کردن ژن به‌عنوان یک مانع حیاتی برای انتقال زخم پوستی از اپیتلیال به مزانشیمی (EMT)[6]، سازوکاری که برای بستن زخم‌های پوستی ضروری است. زخم‌های مزمن می‌توانند منجر به عوارض جدی و گاهی تهدیدکننده زندگی ناشی از فراوانی بافت‌های در حال مرگ و نکروز مانند سلولیت و قطع عضو اندام تحتانی شوند.

5. Indiana Center for Regenerative Medicine and Engineering (ICRME)
6. Epithelial-to-mesenchymal transition (EMT)

تفکیکی در مقیاس چیپ‌ها!

در طول ۳۰ سال گذشته، الکتروفورز[۷] ریزتراشه و کاربردهای آن به خاطر مزایای شگفت انگیزش، گسترش‌یافته است. از سوی دیگر، الکتروفورز نانوتراشه به‌عنوان یک منطقه در حال تکامل الکتروفورز، در نظر گرفته می‌شود، زیرا ویژگی‌های بخصوصی دارد که با الکتروفورز ریزتراشه مرتبط نیستند. این مزایا از پدیده‌های منحصربه‌فردی ناشی می‌شوند که در حوزه نانومتری رخ می‌دهند. بنظرتون چرا؟ چون اثرات وابسته به مقیاس به‌آسانی در حوزه میکرومقیاس آشکار نیستند و حتما لازم به مقیاس نانو می‌باشد. اثرات وابسته به مقیاس مرتبط با الکتروفورز نانوچیپ شامل:

۱. نسبت سطح به حجم بالا

۲. همپوشانی دولایه الکتریکی که جریان سهموی ایجاد می‌کند

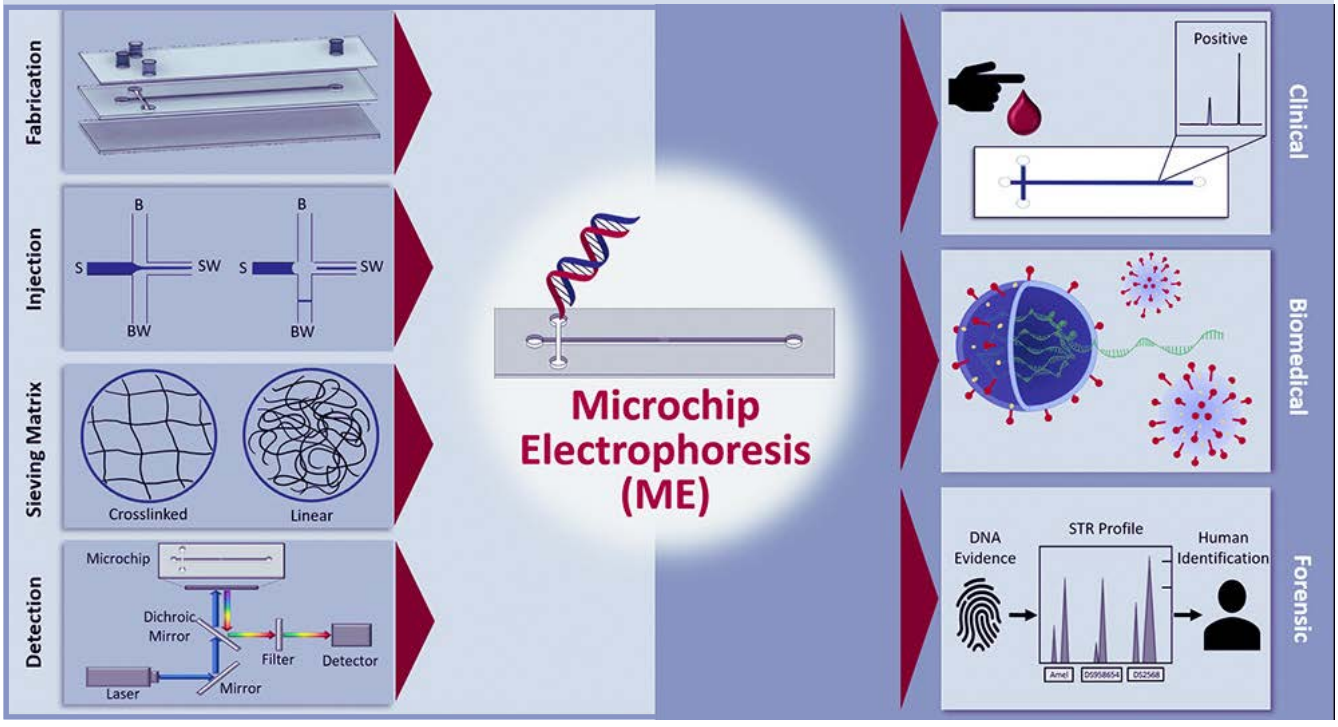
۳. پمپاژ الکتروکینتیک

٤. قطبش غلظت

۵. مهاجرت الکتریکی عرضی

٦. جریان غالب بار سطحی و زبری سطح و ...

دستگاه‌های الکتروفورز نانوتراشه از کانال‌هایی با ابعاد ۱ تا ۱۰۰۰ نانومتر شامل دستگاه‌های نانومقیاس کلاسیک (۱۰۰-۱۰۰ نانومتر) و توسعه‌یافته (۱۰۰ نانومتر - ۱۰۰۰ نانومتر) تشکیل‌شده است. پژوهشگران از پدیده‌های وابسته به مقیاس مرتبط با الکتروفورز نانوچیپ برای ارائه جداسازی‌های بیومولکولی منحصربه‌فرد که با الکتروفورز ریزتراشه ممکن نیست را در محیط آزمایشگاه موردبررسی قرار می‌دهند همچنین محدوده مواد مورداستفاده برای جداسازی در مقیاس نانو و مفهوم انتخاب مواد برای ساخت و عملکرد این نوع دستگاه‌ها هنوز در دست بررسی قرار دارند.



۷.الکتروکوچ یا الکتروفورز انتقال اجزا در محیط مایع تحت تأثیر میدان الکتریکی اعمال‌شده را گویند. الکتروکوچ از شناخته‌شده‌ترین روش‌های آزمایشگاهی برای جداسازی بیومولکول‌ها است.

نتیجه‌گیری

علم چیپ‌ها، علم تازه‌ای است که هنوز دانشمندان به پاسخ بسیاری از مکانیسم‌ها اولیه آن و تمامی نتایج و اثرات مثبت و منفی آن دست نیافته‌اند. میلیون‌ها ترانزیستور در کنار هم چیپ‌ها را تشکیل می‌دهند. چیپ‌ها انواع گوناگونی دارند همانند: میکروچیپ‌ها، نانوچیپ‌ها، بیوچیپ‌ها و ... نانوچیپ‌ها (نانوتراشه‌ها) به دلیل اندازه خود کاربردهای متنوعی را ایجاد می‌کنند؛ آن‌ها طیف وسیعی از صنایع از جمله الکترونیک، مراقبت‌های بهداشتی و انرژی را متحول کنند و اما در دنیای امروز چیپ‌ها در علوم مختلفی ورود پیداکرده‌اند از جمله: در علوم الکترونیک، علوم زیستی و پزشکی، علوم مواد و... . این علم جدید، بسیار بسیار بحث‌برانگیز هست؛ چرا که می‌توان از دنیای به این کوچکی، جامعه جهانی را موردبررسی قرارداد و حتی کنترل کرد!

منابع

1.https://medicine.iu.edu/news/2022/07/tissue-nanotransfection-gene-editing

2.https://scitechdaily.com/regenerative-nanotransfection-innovative-nano-chip-can-reprogram-biological-tissue-in-living-body/

3.https://innovationcloud.com/blog/miraculous-recovery-with-the-touch-of-a-nanochip.html

4.Rathnayaka, C., Amarasekara, C. A., Akabirov, K., Murphy, M. C., Park, S., Witek, M. A., & Soper, S. A. (2022). Nanofluidic devices for the separation of biomolecules. Journal of chromatography. A, 1683, 463539. 5.https://doi.org/10.1016/j.chroma.2022.463539

6.Thormann, W., & Mosher, R. A. (2022). Dynamic computer simulations of electrophoresis: 2010-2020. Electrophoresis, 43(1-2), 10–36. https://doi.org/10.1002/elps.202100191

دریچه‌ای به دنیای نانو با نرم‌افزار ImageJ

امیرحسین‌اسدی-کارشناس ارشد مهندسی مواد گرایش شناسایی وانتخاب‌مواد- دانشگاه تهران
Amirh.asadi98@ut.ac.ir

نرم‌افزار Image Processing & Analysis in Java (ImageJ) توسط مؤسسه ملی بهداشت آمریکا (NIH) تدوین‌شده است. در ابتدا بخش عمده کاربرد آن در بحث‌های سلامتی، بیولوژی و... بوده است؛ اما با توجه به خروجی که این نرم‌افزار دارد، مهندسین از این نرم‌افزار برای پردازش تصاویراستفاده می‌کنند.

چرا آنالیز تصویر مهم است؟

از آنجایی که در بررسی رفتار یک ماده (خواص فیزیکی، مکانیکی، خوردگی و...) ریزساختار آن نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند، درنتیجه لازم است استفاده از یک روش آنالیز تصویر را فرابگیریم. همچنین آنالیز تصویر در دنیای نانو نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند.

چرا ImageJ؟

نرم‌افزار ImageJ یک نرم‌افزار قدرتمند آنالیز تصویر لایه باز بوده که با توسعه صدها پلاگین و ماکرو، قدرت و کاربرد وسیعی در علوم مختلف پیدا کرده است. از این نرم‌افزار نیز برای آنالیز عکس‌های میکروسکوپی در مهندسی مواد با توان بالایی می‌توان بهره جست. در متالوگرافی، سراموگرافی تحلیل عکس‌های میکروسکوپ الکترونی می‌توان درصد فازها، تعداد ذرات، اندازه ذرات، ندول کانت و این‌گونه موارد که بر پایه محاسبه پیکسلی تصویر به نتیجه می‌رسد را محاسبه کرد. این نرم‌افزار به صورت رایگان و از سایت رسمی (www.Imagej.nih.gov) قابل دانلود می‌باشد. از دیگر قابلیت‌های این نرم‌افزار می‌توان به گسترش‌پذیری اشاره کرد. به‌طوری که قابلیت برنامه‌نویسی دارد و هر مهندس یا محققی با توجه به نیاز خود در هر زمان می‌تواند پلاگین جدیدی برای نرم‌افزار تعریف و آن را ارائه کند. این نرم‌افزار قابلیت اجرا در سیستم‌عامل‌های مختلف مانند Windows, Linux, Mac,... دارد. هدف استفاده از این نرم‌افزار درواقع انجام تغییرات ظاهری و اندازه‌گیری‌های کمی از روی تصاویر دیجیتالی است.

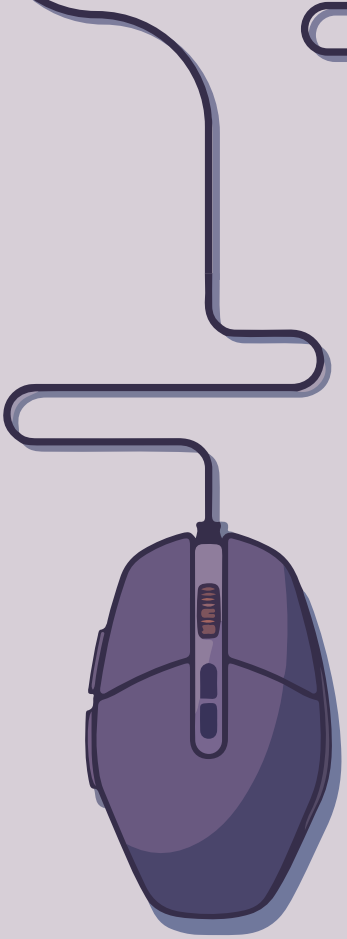
این نرم‌افزار دارای نمونه‌های مشابه مانندImage Analyzer, Clemex, AnixMP, MIP,... می‌باشد که بین تمامی آن‌ها ImageJ محیط کاربری راحت‌تری دارد و بیشتر مورد استفاده است.

دامنه‌کاربرد ImageJ

این نرم‌افزار در حوزه مهندسی و به‌خصوص مهندسی مواد کاربرد دارد که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

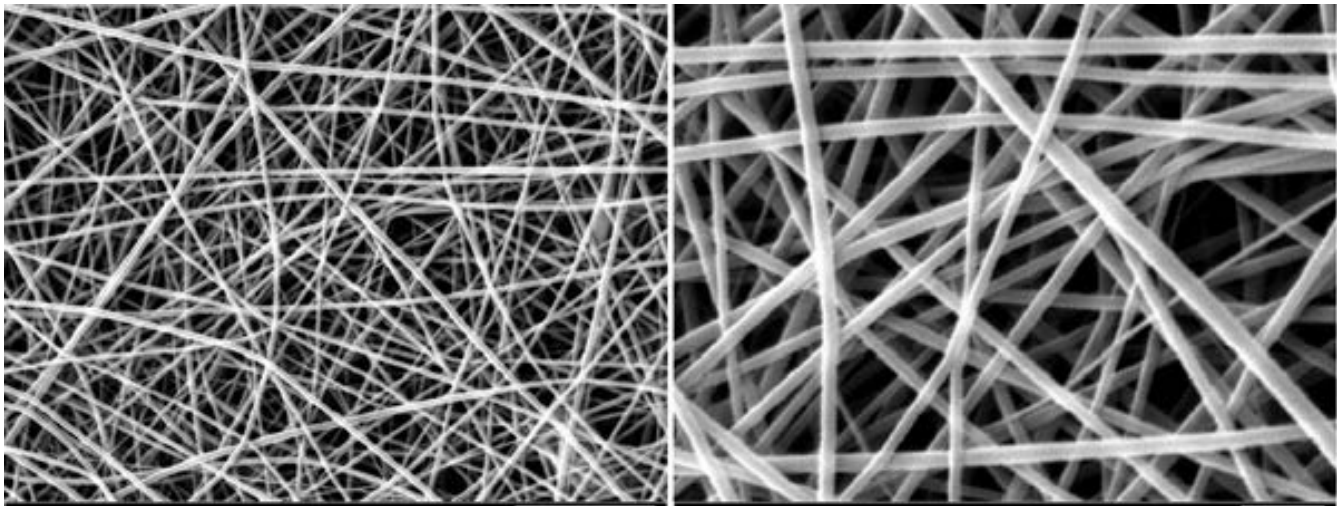
- اندازه‌گیری کسر حجمی فازها و ذرات
- اندازه‌گیری ابعاد دانه‌ها
- ارزیابی مشخصات ساختاری گرافیت در چدن‌های ریختگی
- اندازه‌گیری ضخامت پوشش‌ها و عمق لایه دکربوره در فولادها
- درجه‌بندی آخال‌ها در فولادهای آلیاژی
- اندازه‌گیری درصد تخلخل و کلاس‌بندی آن‌ها

همچنین این نرم‌افزار در حوزه نانوفناوری نیز کاربرد فراوانی دارد که می‌توان به محاسبه قطرمیانگین الیاف نانو، توزیع نانوذرات، محاسبات کسرفازی در نانوکامپوزیت‌ها و... اشاره کرد که در ادامه به بررسی چند مورد از آن‌ها می‌پردازیم.

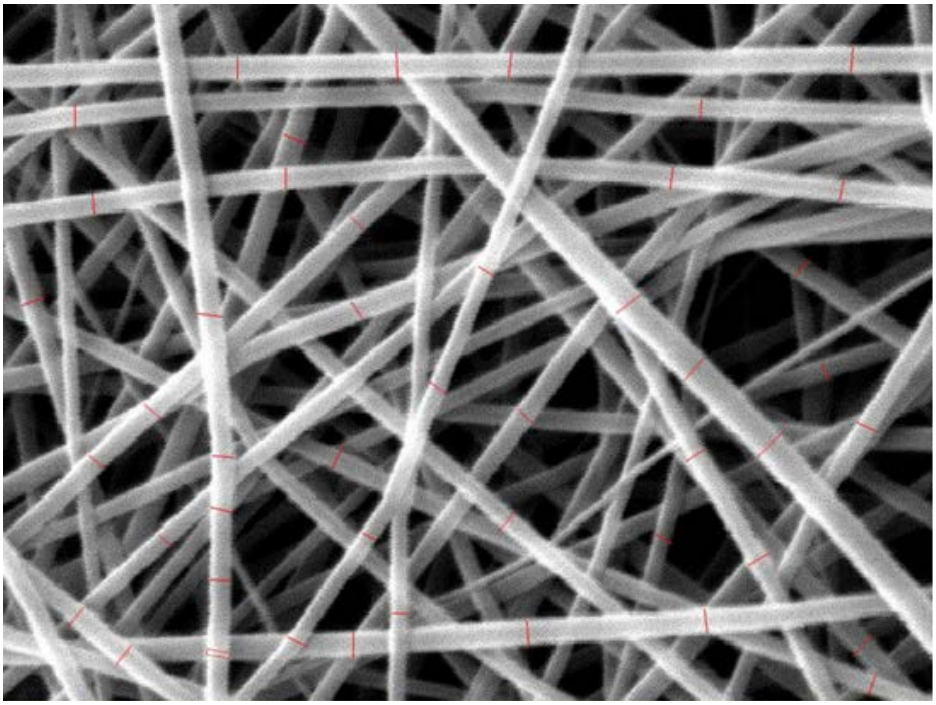


محاسبه قطر میانگین الیاف نانو توسط نرم‌افزار ImageJ

فرض کنید در پروژه‌ای یک داربست توسط نانو الیاف برای کاربردهای مهندسی پزشکی و مهندسی بافت تولیدشده است. در گزارشی که قرار است تحویل داده شود یکی از اصلی‌ترین موارد، مشخصه یابی داربست و الیاف مورداستفاده است؛ یعنی باید ذکر شود که طول و مهم‌تر از آن قطر الیاف تولیدی در چه محدوده‌ای بوده است؟ هیستوگرام توزیع آن به چه صورت است؟ و...اولین قدم تهیه تصاویر در بزرگنمایی‌های مختلف از الیاف است. جهت تهیه تصاویر باید از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده کرد. در شکل زیر تصاویر این الیاف را در دو بزرگ‌نمایی نشان داده شده است:



پس از کالیبره کردن تصویر در نرم‌افزار ImageJ با استفاده از ابزار خط و کلیدهای ترکیبی Ctrl + M تعداد نقاط زیادی را روی الیاف اندازه‌گیری کرد همان‌طور که با خطوط قرمزرنگ در شکل زیر نشان داده شده است:



در جدول داده‌شده توسط نرم‌افزار و با استفاده از گزینه Summarize در تب Results می‌توان میانگین قطر الیاف نانو را به دست آورد. به‌عنوان مثال در تصویر بالا با اندازه‌گیری حدود ٤٦ نقطه از الیاف قطر میانگین آن‌ها ۱۸٦/۱۲ نانومتر، کمترین قطر۱۱۸/۸۱ نانومتر و بیشترین قطر ۲۹٤/۰٤ نانومتر به دست آمد که می‌توان در گزارشات و تحقیقات به آن اشاره کرد.

همچنین این نرم‌افزار قابلیت آن را دارد که نتایج را به صورت فایل اکسل ذخیره کند بدین ترتیب شما می‌توانید نتایج این نرم افزار را در نرم افزارهای دیگر مانند اکسل یا اوریجین تحلیل کنید و اطلاعات را به صورت نمودارهای توزیع و هیستوگرام نیز گزارش کنید.

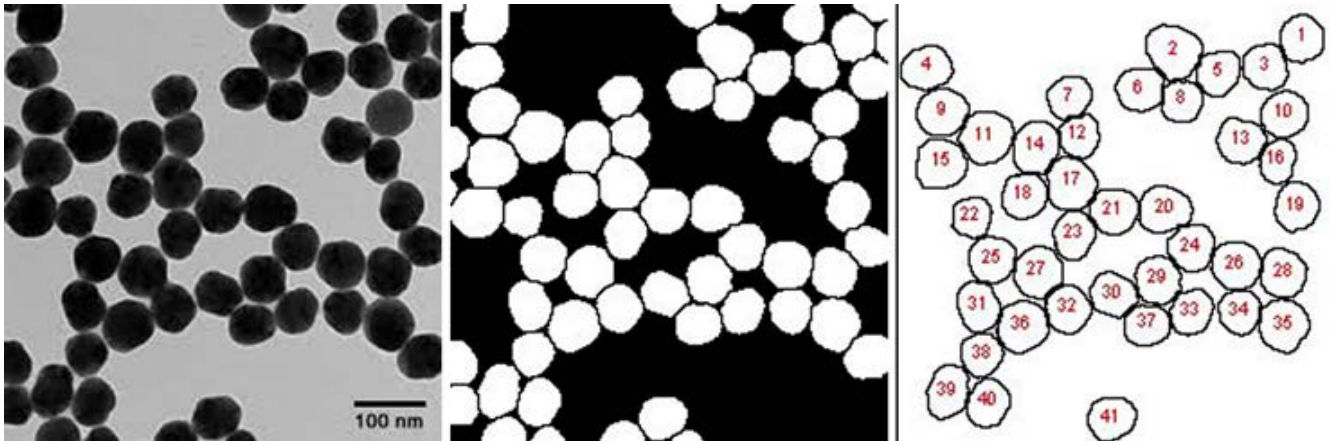
Results

File Edit Font Results

	Label	Area	Angle	%Area	Length
44		1641.996	142.431	0	162.388
45		1936.085	139.086	0	196.529
46		1641.996	142.431	0	162.388
47	Mean	2100.711	45.419	0	186.118
48	SD	1194.222	85.278	0	33.536
49	Min	1225.370	-161.565	0	118.812
50	Max	9680.423	158.749	0	294.044

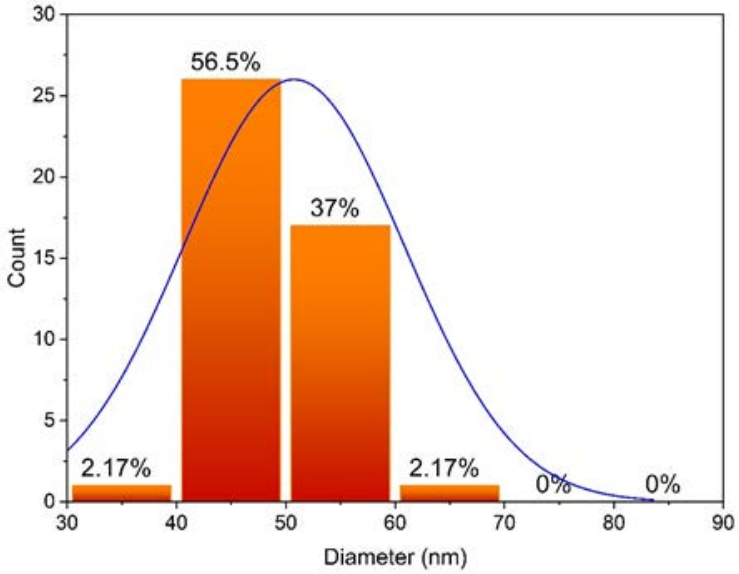
تحلیل توزیع نانو ذرات توسط نرم‌افزار ImageJ

یکی از موارد مهم در بحث نانوذرات توزیع آن‌ها می‌باشد. برای رسم هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات توسط نرم افزارهای اکسل یا اوریجین ابتدا باید تصویر نانوذرات را در نرم‌افزارImageJ مورد پردازش قرار بدهیم و سپس نتایج این نرم افزار را در نرم افزارهای ذکرشده مورد استفاده قرارداد. شکل زیر پردازش نانوذرات کروی شکل را که توسط نرم‌افزار ImageJ انجام‌شده است را نشان می‌دهد. با استفاده از مساحت داده‌شده در قسمت نتایج و پردازش داده‌ها در نرم افزار اکسل می‌توان قطر این نانوذرات را به دست آورد.



برای کاهش خطا همان‌طور که در شکل نشان داده‌شده است می‌توان ذراتی که با لبه‌های عکس در تماس هستند را حذف کرد تا در محاسبات خطایی ایجاد نکند. پس از دریافت نتایج و محاسبه قطر ذرات توسط نرم افزار اکسل یا اوریجین می‌توان هیستوگرام توزیع این ذرات را محاسبه کرد و در گزارشات ارائه نمود.

هیستوگرام توزیع این ذرات در شکل زیر نشان داده‌شده است. حدود ٥٦٪ این نانوذرات بین ٥٠-٤٠ نانومتر هستند و ٣٧٪ آن‌ها بین ٦٠-٥٠ نانومتر قطر دارند. بدین ترتیب با استفاده از نرم‌افزار ImageJ می‌توان توزیع نانوذرات را نیز بدست آورد.



نتیجه‌گیری

به‌منظور تحلیل و برقراری ارتباط معنادار میان مشخصات کمی یک تصویر و علل پدیدآورنده آن، ارزیابی کمی اجزای تشکیل‌دهنده تصویر لازم و ضروری است. تصویر موردبررسی می‌تواند ریزساختار یک ماده، سی‌تی‌اسکن ریه فرد مبتلا به ویروس کرونا، قرنیه و قدامی چشم موجود زنده، بدن گلوله‌خورده در یک صحنه جنایی، سطح یک برگ از گیاه آفت‌زده و موارد مانند این باشد، به‌طوری‌که داده‌های حاصل از ارزیابی کمی هر یک از این تصاویر، مبنای تحلیل آن‌ها و تصمیمات بعدی قرار می‌گیرد. در این راستا نرم‌افزارهای متعددی به منظور ارزیابی کمی اجزای یک تصویر، توسعه داده‌شده است که در میان آن‌ها، نرم‌افزار آنالیز تصویر ImageJ به دلیل دارا بودن محیط بسیار ساده با کاربری راحت، قابلیت دسترسی آسان و مهم‌تر از همه سازگاری با سیستم‌عامل‌های مختلف، بیش از سایر نرم‌افزارهای آنالیز تصویر مورد توجه جوامع علمی، تحقیقاتی و صنعتی سراسر دنیا قرارگرفته است. در دنیای نانو که ذرات بسیار کوچک هستند و تصاویر آن‌ها با میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی و عبوری قابل مشاهده است، نرم‌افزار ImageJ می‌تواند کمک شایانی به درک بهتر دنیای نانو کند.

منابع

1.Rasband WS. ImageJ, U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, imagej.nih.gov/ij/, 1997–2012.

2.Schindelin J et al. “Fiji: an open-source platform for biological-image analysis”, Nature Methods, pp. 676–82, 2012

3.Ferreira T and Rasband WS. “ImageJ User Guide — IJ 1.46”, imagej.nih.gov/ij/docs/guide/, 2010–2012

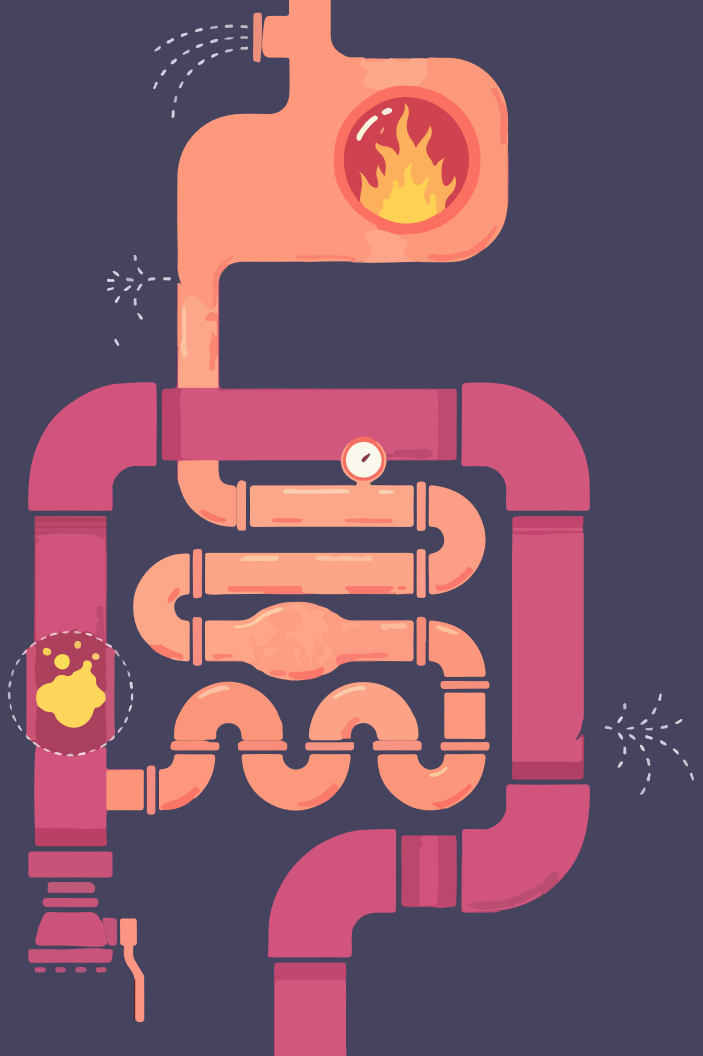
سرتونین در نبرد با IBS

زهرا محمدجعفری
کارشناسی شیمی کاربردی
دانشگاه الزهرا(س)
zmjafari78@gmail.com

چکیده

بیماری التهابی روده IBD[1] یکی از شایع‌ترین بیماری‌هایی است که افراد در سراسر جهان را مبتلا می‌کند. IBD گروهی از اختلالات روده‌ای است که باعث التهاب مزمن مجرای گوارش یا دستگاه گوارش می‌شود. تشخیص زودهنگام I IBD از طریق تشخیص بیومارکرهای آن و عوامل تصویربرداری یک چالش است. نانوپزشکی نقش مهمی در زمینه پزشکی از جمله سیستم‌های دارورسانی، ابزارهای تشخیصی، تکنیک‌های تصویربرداری، سازه‌های مهندسی بافت، درمان‌های دارویی و ایمپلنت‌ها دارد. علاوه بر این، درمان‌های پیشرفته‌ای را برای بسیاری از بیماری‌ها، از جمله شرایط اسکلتی عضلانی، بیماری های عصبی، بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان، دیابت و عفونت‌های باکتریایی و ویروسی ارائه می‌دهد.

نانوذرات مهندسی شده (NPs) همچنین می‌توانند برای رساندن عوامل دارویی فعال به طور مستقیم به منطقه التهاب استفاده شوند. مزایای عمده دارورسانی هدفمند، نیاز به دوز پایین دارو به دلیل تحویل موضعی هدایت‌شده و حداقل عوارض جانبی برای سایر اندام‌ها توسط دارو است.



1. Inflammatory bowel disease

کلمات‌کلیدی

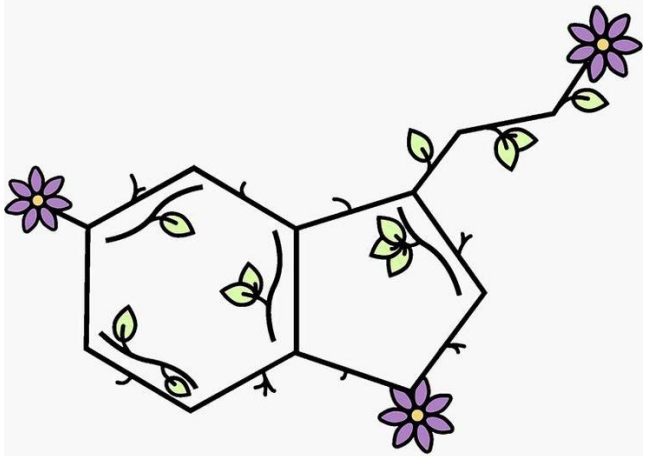
نانوداروررسانی- سندروم روده تحریک پذیر

مقدمه

نانوتکنولوژی جایگاه جذابی برای تحقیقات در زمینه دارورسانی فراهم کرده است. این پیشوند نانو از کلمه یونانی کوتوله گرفته شده است. یک نانومتر (nm) برابر است با یک‌میلیاردم متر.

در سیستم نانوداروررسانی از مواد در مقیاس نانو برای تشخیص یا رساندن دارو به محل مورد نظر به صورت کنترل‌شده استفاده می‌شود. لیپوزوم‌ها، نانوذرات لیپید جامد، دندریمرها، پلیمرها، مواد سیلیکونی یا کربنی و نانوذرات مغناطیسی نمونه‌هایی از نانوحامل‌هایی هستند که به عنوان سیستم‌های دارورسانی آزمایش شده‌اند .طراحی دارورسانی هدفمند ساده خواهد بود شامل کپسولاسیون یا جذب با یا بدون پیوند کووالانسی است .با استفاده از پیوند کووالانسی می‌توان به کنترل دقیق مقدار دارو دست یافت.

همانطور که در مقاله‌ای در فصل‌نامه شماره قبل بررسی کرده بودیم، دارورسانی از طریق نانومواد به دو طریق انجام می‌شود:



۱. دارورسانی مستقیم: گنجاندن داروها در حفره داخلی آبگریز؛ هنگامی که نانو مواد به محل هدف خود می‌رسد مقدار مورد نظر دارو به علت محتوای کم داروها که در محل آبگریز محصور شدن است، آزاد می‌شود.

۲. خود تحویل: داروی مورد نظر برای آزادسازی مستقیما با نانو مواد حامل برای تحویل آسان ترکیب می‌شود. چیزی که در این نوع دارورسانی مهم است زمان انتشار است؛ زیرا ممکن است دارو بدون رسیدن به محل مورد نظراز حامل خود جدا شود و فعالیت و اثربخشی آن‌ها کمتر شود.

نانومواد یا نانوساختارهایی که برای دارورسانی استفاده می‌شوند بر اساس هدف‌گیری به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. هدف‌گیری فعال: گروه‌هایی مثل آنتی بادی‌ها و پپتیدها با سیستم انتقال دارو همراه می‌شوند تا آن‌ها را به سیستم‌های گیرنده بیان شده در محل مورد نظر متصل کنند. در این روش دارو به صورت کاملا اختصاصی به بافت هدف منتقل می‌شود که این روش در درمان تومورهای اولیه‌ای که هنوز متاستاز نداده‌اند، استفاده می‌شود.

۲. هدف‌گیری غیرفعال: مجموعه حامل دارویی به وسیله جریان خون گردش می‌کند و تحت تاثیر خواصی مثل دما،pH ، محل مولکولی و شکل به بافت هدف رسانده می‌شود.

سندرم روده تحریک پذیر چیست؟

سندرم روده تحریک پذیر (IBS)[1] که بیماری شایع است که بر دستگاه گوارش تأثیر می‌گذارد. علائم IBS شامل درد مکرر شکم و تغییرات در حرکت روده مانند اسهال، یبوست یا هر دو است. این مشکلات می‌تواند باعث حساس شدن دستگاه گوارش و تغییراتی در انقباض روده شود. اگر روده حساس‌تر باشد، درد شکم بیشتر می‌شود. IBS یک بیماری مزمن است که نیاز به مدیریت طولانی مدت دارد. با این حال، تنها گروه کوچکی از افراد علائم شدید دارند. علائم IBS را می‌توان با ایجاد تغییر در رژیم‌غذایی و سبک زندگی و کنترل استرس مدیریت کرد. علائم شدیدتر نیاز به مشاوره دارویی دارد. در موارد نادر، IBS می‌تواند باعث آسیب روده شود، اما خطر ابتلا به سرطان‌های دستگاه گوارش را افزایش نمی‌دهد.

چگونه از فناوری نانو برای درمان سندرم روده تحریک پذیر استفاده می‌شود؟

اگرچه مکانیسم اثر IBD هنوز نامشخص است، شواهد نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری ژنتیکی، استرس اکسیداتیو، شرایط مزمن و تغییرات در میکروبیوتا می‌تواند باعث IBD شود. درمان‌های سنتی IBD دارای عوارض جانبی نامطلوب هستند، از جمله آن افزایش خطر ابتلا به عفونت‌ها و برخی سرطان‌ها است. علاوه بر این، بیماران باید تحت تجویز طولانی مدت دارو قرار گیرند تا از عود اختلال، جلوگیری شود. برای بیماران IBD کشف دارویی که می‌تواند تجویز شود و در بافت‌های ملتهب موضعی شود و از عوارض جانبی سیستمیک جلوگیری کند، مفید خواهد بود. نانوپزشکی روشی برای درمان است که با استفاده از نانوحامل‌ها یا نانوذرات دارو را در مکان‌های مورد نظر تحویل می‌دهد. تیس و همکارانش با موفقیت پروهیبیتین، پروتئینی که در همه جا بیان می‌شود، را از طریق یک سیستم NP هیدروژل محصور شده به روده بزرگ تحویل دادند و اثرات بهبود امیدوارکننده NMs را در دارورسانی مشاهده کردند. اوکانسی و همکاران استفاده از NPهای شبیه اگزوزوم در مدل‌های IBD برای تحویل مولکول‌ها و داروها، پروتئین‌ها و RNAهای کاربردی به کولون مصنوعی را توصیه می‌کند. به طور مشابه، نانوذرات اگزوزوم مانند مشتق شده از انگور، محافظت مطلوبی را در برابر UC در مدل موش ایجاد کردند. مطالعات همچنین بر استفاده از NPs برای توسعه DDS خوراکی جدید متمرکز شده‌اند که در آن آزادسازی داروها در دستگاه

1. Irritable bowel syndrome

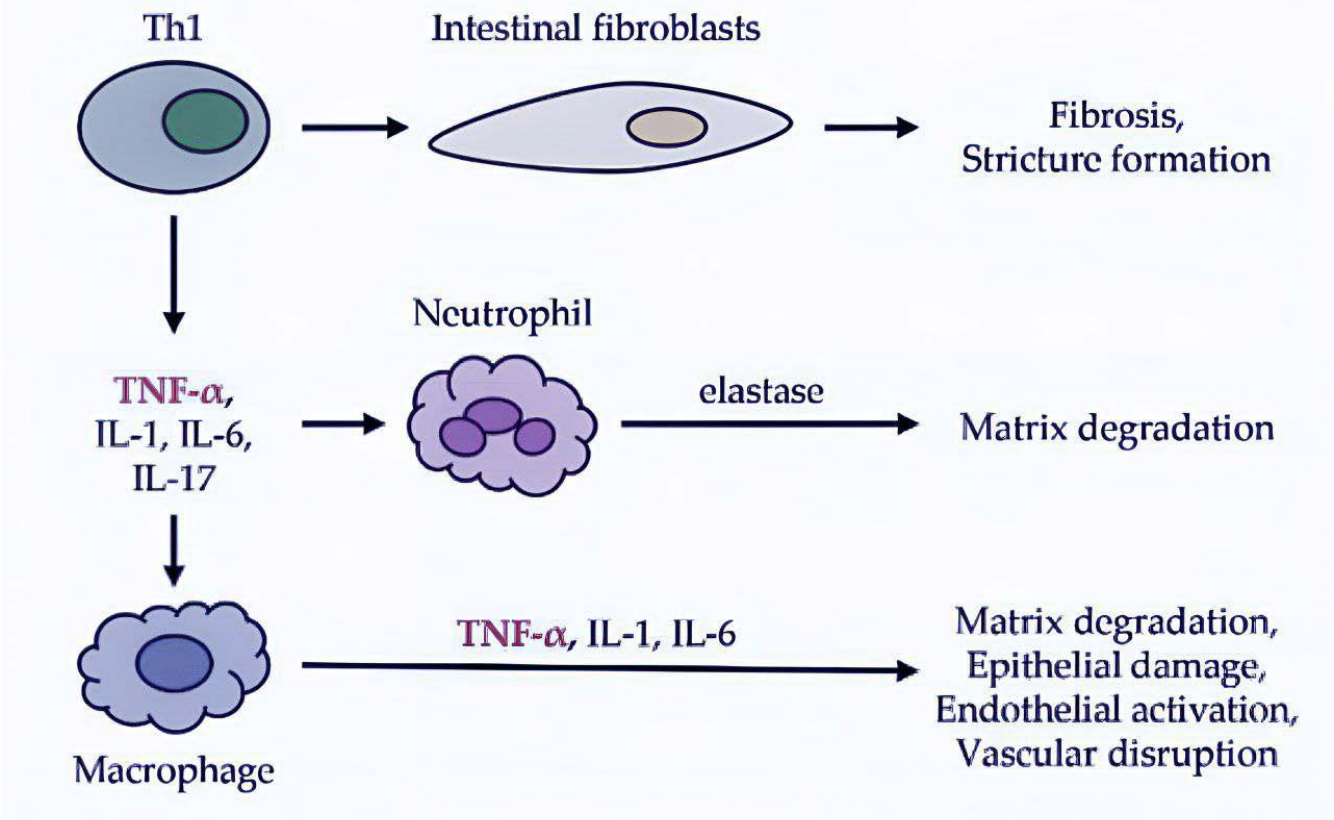
گوارش عمدتاً توسط pH یا در حضور آنزیم‌ها یا گونه‌های فعال اکسیژن تحریک می‌شود. RNAi مبتنی بر NPs با کاربردهای بالینی متنوع نیز به عنوان سیستم‌های دارورسانی موثر برای درمان IBD معرفی شده‌اند. درمان‌های دارویی زیر در درمان IBD استفاده می‌شوند و نانوذرات مهندسی شده کارایی و ایمنی دارورسانی محلی را افزایش داده، از عوارض جانبی سیستمیک جلوگیری کرده و غلظت دارو را افزایش داده‌اند.

آمینوسالیسیلیک‌اسید(ASA5-)

آمینوسالیسیلیک اسید به طور گسترده در درمان IBD استفاده می‌شود، اما آن‌ها به سرعت در روده کوچک جذب می‌شوند و تنها مقدار حداقلی از دارو به روده بزرگ می‌رسد. بنابراین، فرمولاسیون‌های مختلف NP بارگیری شده با آمینوسالیسیلیک اسید فرموله می‌شوند تا رهاسازی دارو پایدار، هدفمند و کنترل شده را ارائه دهند. به عنوان مثال، برخی نانوحامل‌هایی مانند نانوحامل زنجبیل متصل به کیتوزان توسط Markam و همکارانش توسعه داده شد. برای انتشار آهسته و کنترل شده آمینوسالیسیلیک اسید در برابر IBD. راندمان به دام افتادن ۵-EE٪(ASA)از نانوحامل بیش از ۵۰ درصد بود. انتشار کنترل‌شده ASA در pH دستگاه گوارش مطلوب بود، که به طور مطلوب در برابر IBD مفید است. در گزارشی دیگر،هیدروژل‌های حساس به pH پلی(متوکسی اتیلن گلیکول-کاپرولاکتون-کو-متاکریلیک‌اسید-کوپلی(اتیلن گلیکول)متیل اتر متاکریلات)(P(CE-MAA-MEG)) توسط Baiو همکارانش توسعه داده شد .نتایج مطالعات حیوانی اثر قابل مشاهده‌ای بر بهبود کولیت اولسراتیو(UC) نشان داد. تانگ و همکاران همچنین نانوذرات ۲SiO با ASA۵- برای درمان نانویی IBD آماده کرد. درجه هیستوپاتولوژی کولون و شاخص فعالیت بیماری (DAI) نانوذرات ۲SiO با AS۵- A در مقایسه با گروه شاهد بهبود یافت. در نهایت، آن‌ها پیشنهاد کردند که نانوذرات ASA-SiO۲ ۵-یک مکانیسم آزادسازی داروی انتخابی دارند که کولون ملتهب، ویژگی‌های UC را هدف قرار می‌دهد و ممکن است به طور قابل توجهی کارایی درمانی را در UC بهبود بخشد.

کورتیکواستروئیدها

کورتیکواستروئیدها مانند پردنیزولون، دگزامتازون و بودزونید دسته دیگری از داروهای مورد استفاده در درمان IBD هستند. استفاده طولانی مدت از دارو به دلیل اثرات سرکوب‌کننده سیستم ایمنی و سایر عوارض جانبی سیستمیک محدود شده است. نانوحامل‌های دارویی که توسط دانشمندان برای درمان IBD فرموله شده‌اند به شرح زیر است: شمس و همکارانش میکروذرات پلیمری ۵۵-Eudragit L۱۰۰ را با پردنیزولون به عنوان یک سیستم دارورسانی جدید آماده کرد. گزارش شده است که استفاده از ۵-Eudragit L۱۰۰ پاسخگو به pH در شرایط اسیدی معده باعث کاهش آزادسازی پردنیزولون و به دنبال آن آزاد شدن سریع می‌شود زیرا pH محیط رهاسازی پس از ۲ ساعت اول تغییر می‌کند. برای درمان بیماری‌هایی مانند IBD و سرطان روده بزرگ، این ویژگی می‌تواند مفید باشد. بودزونید بارگذاری شده در سه نانوحامل مختلف مانند آمینورس پوشش لیپوزوم، لیپوزوم و لیپوزوم دو پوشش آمینورس EAC-Bud-Lip جذب داروی عالی در سلول‌های Caco-۲ به دست آورد و مهار بیشتری از ترشح aTNF- و IL-۶را نشان داد. بودزونید با پلیمر Eudragit S۱۰۰ و سورفکتانت پولوکسامر نیز در درمان IBD موثر بود. EAC-Bud-Lipدر سلول‌های Caco-۲ در مقایسه با محلول جوانه آزاد، جذب داروی بسیار خوبی را به دست آورد و مهار بیشتری از ترشح TNF-a و IL-۶ را در سلول‌های Raw۲۶۴٫۷ تحریک‌شده با LPS نشان داد. نقش TNF-α در بیماری التهابی روده(IBD) در شکل زیر نشان داده شده است.



در مطالعه مشابه Gite و همکارانش نانوذرات حاوی بودزونید با پلیمرEudragit S۱۰۰ و سورفکتانت پولوکسامر تهیه کرد. مشخص شد که نسبت دارو به فرمولاسیون پلیمر بهینه ۱:۲ و نسبت دارو به سورفکتانت ۱:۱ بود. نقش TNF-α در بیماری التهابی روده (IBD TNF-α) از سلول‌های Th۱ همراه با سایر سایتوکین‌ها ترشح می‌شود. این سیتوکین‌ها باعث تجمع سلول‌های ایمنی از جمله فیبروبلاست‌های روده، نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها در روده می‌شوند. فیبروبلاست‌های روده باعث فیبروز و ایجاد تنگی می‌شوند. نوتروفیل‌ها الاستاز ترشح می‌کنند که باعث تخریب ماتریکس روده می‌شود. ماکروفاژها سیتوکین‌های التهابی بیشتری تولید می‌کنند که باعث تخریب ماتریکس روده، آسیب اپیتلیال، فعال شدن اندوتلیال و اختلال می‌شود.

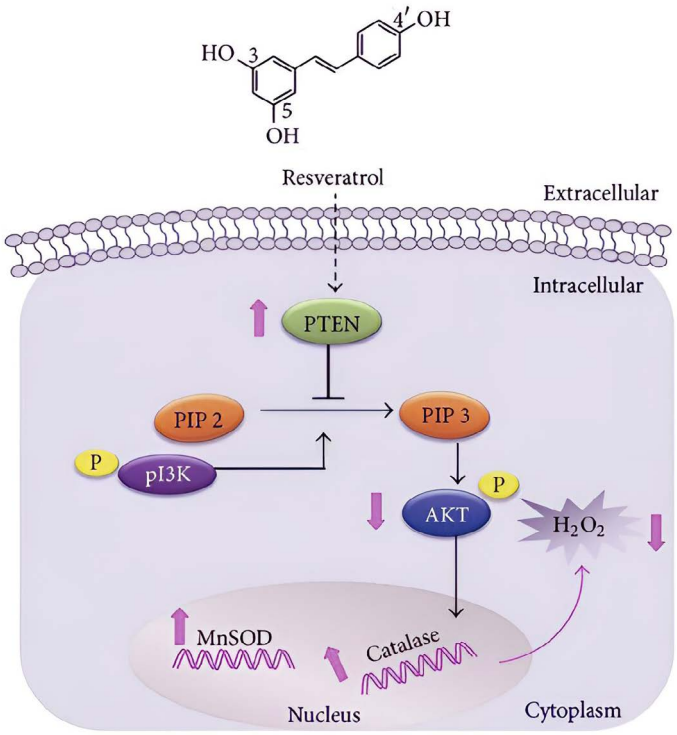
تعدیل‌کننده‌های‌ایمنی

تعدیل‌کننده‌های ایمنی نوعی از داروها هستند که عملکرد سیستم ایمنی را ضعیف یا تعدیل می‌کنند. هنگامی که از تعدیل‌کننده‌های ایمنی مانند تاکرولیموس، ٦-مرکاپتوپورین، متوترکسات و آزاتیوپرین در IBD استفاده می‌شود، می‌تواند پاسخ التهابی بدن را که مسئول شعله ور شدن IBD است؛ کاهش دهد. با استفاده از NPهای کم هزینه و دردسترس می‌توان به درمان کارآمد دست یافت.رگمی و همکارانش یک سیستم دارورسانی خوراکی از میکروسفرهای بارگذاری شده با تاکرولیموس (٥٠٦FK) برای درمان محل‌های التهابی در روده بزرگ پیشنهاد کرد. تجویز خوراکی میکروسفرهای تیوستال بارگذاری شده با FK٥٠٦ (TKM-FK٥٠٦) منجر به تجمع بزرگ FK٥٠٦ در کولون‌های ملتهب شد. در سطح مولکولی، نفوذ لنفوسیت‌های T+CD٤ و CD٨+ در کولون و تمایز سلول‌های T+CD٤ به سلول‌های Th۱ و Th۱۷ در غدد لنفاوی مزانتریک تخلیه‌کننده کولون به طور قابل‌توجهی توسط TKM-FK٥٠٦ محدودکننده مهاجرت سلول‌های دندریتیک کولون مهار شد. پاتاک و همکاران تزریق تک دوز پیشنهادی FK٥٠٦ (تاکرولیموس) میکروسفرهای زیست‌تخریب‌پذیر بارگذاری شده (FK-Ms)، تجزیه و تحلیل فارماکوکینتیک وجود FK٥٠٦ را برای بیش از ۲۰ روز در خون نشان داد. تزریق FK-Ms نفوذ سلول‌های T به روده بزرگ را مسدود کرد و تمایز سلول‌های T را به Th۱ سلول‌های ترشح‌کننده اینترفرون γ و سلول‌های ترشح‌کننده Th۱۷اینترلوکین-۱۷A در سلول‌های غدد لنفاوی مزانتریک تقویت کرد. اخلاق و همکاران یک ژلاتین پاسخگو به pH و هیدروژل پلی(وینیل) الکل(Gel/PVA) تولید کرده‌اند که می‌تواند به هدف‌گیری خاصی از متوترکسات برای درمان پاتولوژی‌های کولورکتال دست یابد. مدل سینتیکی نشان داد که آزاد شدن متوترکسات از هیدروژل ژل/ PVA از فرآیند انتشار غیرفیکی پیروی می‌کند. این مطالعه تحقیقاتی به این نتیجه رسید که آزادسازی ژل متوترکسات هیدروژل/ PVA را می‌توان در ناحیه کولون موردنظر برای درمان اختلالات کولورکتال به دست آورد.

نانو ذرات گیاهی

مولکول‌های مشتق‌شده ازگیاه، مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، پلی‌فنل‌ها، تانن‌ها، پلی‌ساکاریدها و روغن‌های فرار بخاطرعملکردهای بیولوژیکی گسترده‌شان شناخته شده اند و پتانسیل درمانی بسیار زیادی برای درمان بیماری‌های مختلف از طریق نانوداروها هستند. رویکردهای ترکیبی به اجزای گیاهی با فناوری نانو دربیماری التهابی روده مؤثر بوده است. سنتز بیولوژیکی نانوذرات از طریق این مواد شیمیایی گیاهی طبیعی عمدتاً، کورکومین(به‌دست‌آمده از ریزوم .Curcuma longa L)، سیلیمارین (مشتق‌شده از دانه .Silybum marianum(L.)Gaertn)، زنجبیل (جداشده از ریزوم Zingiber ber officinale Roscoe)، (به‌دست‌آمده از ساقه و ریشه .Berberis vulgaris L)، امبلین (مشتق‌شده از میوه .Embelia ribes Burm.f)، تیموکینون (جداشده از دانه سیاهدانه piceatannol ،L.)(به دست آمده از دانه Euphorbia lagascae Spreng). کونژاک گلوکومانان (یک پلی ساکارید طبیعی مشتق‌شده از غده‌های گیاه Amorphophallus konjac K.Koch)، کوئرستین (پلی فنول موجود در بسیاری از گیاهان، به ویژه در پیاز) و رسوراترول (RES، یک پلی‌فنول در بسیاری از گیاهان، به ویژه در انگور)، پتانسیل فوق‌العاده ای برای درمان IBD نشان داده‌اند. به عنوان مثال، کورکومین و امبلین دارای ویژگی‌های دارویی، از جمله ویژگی‌های ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی هستند. نشان داده شده است که سنتز سبز نانوذرات با کورکومین و امبلین در درمان موش‌های مبتلا به کولیت مفید است. مطالعات in-vivo نشان داده‌اند که نانوذرات کورکومین و امبلین برای محافظت از کولون در برابر مدل کولیت ناشی از سولفات سدیم دکستران(DSS) در موش‌ها معرفی شدند. نمونه شناخته‌شده دیگر نانوذرات مشتق‌شده از زنجبیل است که بیان فاکتور نکروز تومور(TNF-α)، اینترلوکین-٦(IL-٦) و سیتوکین‌های IL-1β را کاهش می‌دهد و همچنین بیان ضدالتهابی را افزایش می‌دهد.سیتوکین‌های IL-١٠ و IL-1β نتایج نشان می‌دهد که نانوذرات مشتق‌شده از زنجبیل را می‌توان به طور انبوه برای درمان IBD و سرطان مرتبط با کولیت تولید و توسعه داد. اثر ترکیبی نانوذرات سلنیوم و سیلی‌مارین تولید فاکتورهسته‌ای کاپا B (NF-κB) را کاهش داد و نمایه آنتی‌اکسیدانی امیدوارکننده‌ای را نشان داد که یک نامزد بالقوه برای درمان IBD است. تیموکینون دارای چندین فعالیت ضدالتهابی و تعدیل‌کننده ایمنی است که سیگنالینگ IL، NF-kB-1β و TNF-α را هدف قرار می‌دهد.

درمان کولیت ناشی از DSS درموش با تیموکینون سطوح مالون‌دی‌الدئید(MDA) و فعالیت میلوپراکسیداز(MPO) را با افزایش همزمان در سطوح گلوتاتیون سرکوب می‌کند که نشان‌دهنده بهبود آسیب بافتی مرتبط با کولیت است. علاوه بر این، کاهش قابل‌توجهی در بیان نشانگرهای التهابی Cox-۲، iNOS،Nrf۲ ، KEAP۱ و سایتوکاین‌های پیش‌التهابی (IL-IL، IL-۱β و ۶ TNF-α) در سطوح mRNA و پروتئین وجود دارد. فیتومولکول‌های جداشده از گیاهان، سنتز سبز نانوذرات از طریق پروتئین‌های طبیعی (به عنوان مثال زین، پروتئین استخراج‌شده از .Zea mays L) اثربخشی زیادی در مدیریت IBD نشان داده‌اند. به دلیل آبگریزی ذاتی زین، می‌تواند یک حامل طبیعی امیدوارکننده به طور خاص برای تحویل مولکول‌های آبگریز باشد. به طور گسترده‌ای به عنوان یک ماده پوشش برای محافظت از فعال زیستی محبوس شده در برابر اسید معده و رهاسازی آن‌ها در محیط روده استفاده شده است. همچنین به عنوان یک حامل مبتنی بر پروتئین برای ساخت سیستم‌های تحویل مانند میکروسفرها، نانوذرات (NPs)، هیدروژل‌ها و غیره به دلیل خاصیت چسبندگی مخاطی، زیست تخریب‌پذیر و هزینه کم مورد توجه قرار گرفته است. علاقه به استفاده از مواد مغذی به عنوان یک درمان عملکردی در چند سال اخیر محبوبیت پیدا کرده است. رسوراترول یک ماده مغذی برای درمان IBD با خواص ضدالتهابی امیدوارکننده است. با این حال، حلالیت بسیار ضعیف و پایداری ضعیف آن مانع از اثربخشی بالینی رسوراترول به عنوان یک عامل ضدالتهابی خوراکی می‌شود. در یک تحلیل جدید، در نانوکره‌ها β -لاکتوگلوبولین (BLG) پوجارا و همکاران رسوراترول محصور شده، با بارگذاری ۱۰ درصد وزنی، کمپلکس شدن رسوراترول با نانوکره‌های β-لاکتوگلوبولین (BLG) حلالیت رسوراترول در آب را تا ۱٫۷ برابر بهبود بخشید. انحلال NPهای بارگیری شده با رسوراترول بیشتر از رسوراترول آزاد بود (۹۰٪ در ۸ ساعت).



مکانیسم عملکرد رسوراترول برای بیان ژن آنتی اکسیدانی

همچنین، BLG-RES افزایش شاخص فعالیت بیماری (DAI) را در مقایسه با رسوراترول نشان داد. قابل ذکراست، ارزیابی‌های بافت‌شناسی روند قابل مقایسه ای از پیشرفت قابل‌توجه در آسیب‌شناسی کولون را از طریق افزایش میزان سلول‌های جامی و بازیابی اپیتلیوم کولون نشان داد. سطح بیان سیتوکین اینترلوکین-۱۰ (Il۱۰) به طور قابل‌توجهی توسط BLG-RES افزایش یافت، که از کاهش التهاب پشتیبانی می‌کند، احتمالاً به دلیل افزایش انحلال و تثبیت رسوراترول توسط کمپلکس BLG. بیان شده است که کورکومین در القاء و حفظ بهبودی در بیماران UC موفق است که نشان می‌دهد که کورکومین نانوذره می‌تواند برای درمان IBD استفاده شود. در این زمینه، اوهنو و همکاران بیان کرد که کورکومین نانوذره می‌تواند کولیت تجربی را از طریق مدولاسیون میکروبیوتای روده و القای سلول‌های T تنظیمی تقویت کند. در مطالعه دیگری، Beloqui اثربخشی in-vitro و in-vivo سه نانوحامل بارگذاری شده با کورکومین (CC) (نانو کپسول‌های پروتامین پوسته هسته چربی، حامل‌های لیپیدی نانوساختار و سیستم‌های تحویل داروی خود نانوامولسیون‌کننده) را برای درمان‌های IBD مقایسه کرد. نفوذپذیری کورکومین ۳۰ برابر بیشتر در تک لایه‌های سلولی Caco-۲ با استفاده از حامل‌های لیپیدی نانوساختار به دست آمد.

نتیجه‌گیری

توسعه درمان مبتنی بر فناوری نانو علیه IBD به طور تصاعدی در حال افزایش است. بسیاری از شرکت‌های داروسازی بر روی تولید نانوذرات زیادی تمرکز دارند که به درمان IBS و سایر بیماری‌های گوارشی کمک می‌کنند. اگرچه، دانش بیشتری برای درک بهتر اثرات نانوذرات بر میکروبیوم روده مورد نیاز است، که می‌تواند نتایج بیماران IBD را بهبود بخشد.

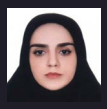
منابع

1. Applications of Targeted Nano Drugs and Delivery Systems Micro & Nano Technologies Series Nanoscience and Nanotechnology in Drug Delivery Edited by Shyam S. Mohapatra Shivendu Ranjan Nandita Dasgupta Raghvendra Kumar Mishra Sabu Thomas

2. Irritable bowel syndrome – a literature reviewFebruary 2023Journal of Education, Health and Sport 13(4):53-62M.G. Neuman Immune dysfunction in inflammatory bowel disease Transl. Res., 149 (4) (2007), pp. 173-186

3. Y. Lu, X. Li, S. Liu, Y. Zhang, D. Zhang Toll-like receptors and inflammatory bowel disease Front. Immunol., 9 (2018), p. 72
4. M. Gersemann, J. Wehkamp, E.F. Stage Innate immune dysfunction in inflammatory bowel disease
5. S. Bonovas, G. Fiorino, M. Allocca, T. Lytras, G.K. Nikolopoulos, L. Peyrin-Biroulet, S. Danese
6. Biologic therapies and risk of infection and malignancy in patients with inflammatory bowel disease: a systematic review and network meta-analysis Clin. Gastroenterol. Hepatol., 14 (10) (2016), pp. 1385-1397 A.B. Pithadia, S. Jain
7. Treatment of inflammatory bowel disease (IBD) Pharma col. Rep., 63 (3) (2011), pp. 629-642 G.
8. Sargazi, D. Afzali, A. Mostafavi, A. Shadman, B. Rezaee, P. Zarrintaj, M.R. Saeb, S. Ramakrishna, M. Mozafari Chitosan/polyvinyl alcohol nanofibrous membranes: towards green super-adsorbents for toxic gases Heliyon, 5 (4) (2019), Article e01527 A.L. Theiss, H. Laroui, T.S. Obertone, I. Chowdhury, W.E. Thompson, D. Merlin, S.V. Sitaraman
9. Nanoparticle-based therapeutic delivery of prohibitin to the colonic epithelial cells ameliorates acute murine colitis Inflamm. Bowel Dis., 17 (5) (2011), pp. 1163-1176
10. S. Gou, Y. Huang, Y. Wan, Y. Ma, X. Zhou, X. Tong, J. Huang, Y. Kang, G. Pan, F. Dai. Multi-bioresponsive silk fibroin-based nanoparticles with on-demand cytoplasmic drug release capacity for CD44-targeted alleviation of ulcerative colitis. Biomaterials, 212 (2019), pp. 39-54
11. H. Tang, D. Xiang, F. Wang, J. Mao, X. Tan, Y. Wang. 5-ASA-loaded SiO2 nanoparticles-a novel drug delivery system targeting therapy on ulcerative colitis in mice. Mol. Med. Rep., 15 (3) (2017), pp. 1117-1122
12. S.D. Gite, K.S. Salunkhe, R.B. Chintamani, S. Shubhangi. Development and evaluation of colon targeted delivery of budesonide polymeric nanoparticles for colitis therapy Int. J. Res. Pharm. Sci., 11 (2) (2020), pp. 2265-2277

نانوکامپوزیت ها را در بدن خود جستجو کنید...

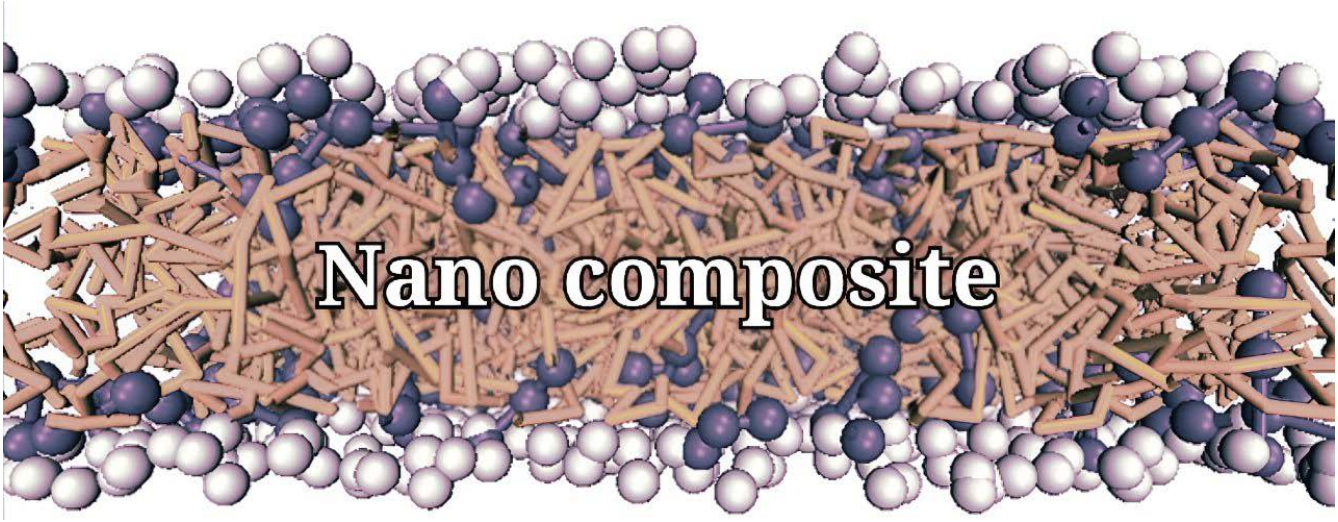
نسترن کردی - کارشناسی شیمی محض - دانشگاه الزهرا(س)
l.nastaran.kordi.I@gmail.com

ملیکا فخریه - کارشناسی شیمی محض - دانشگاه ازهرا(س)
melikafakhr66@gmail.com

چکیده

کامپوزیت‌ها به ماده‌ای اطلاق می‌شود که از دو یا چند جزء تشکیل شده‌است به طوری‌که این اجزا در مقیاس ماکروسکوپی با هم خصوصیتی را ایجاد کنند که به تنهایی در هیچ‌یک از آن اجزا موجود نباشد. درصورتی که حداقل ابعاد یکی اجزا تشکیل دهنده نمونه در مقیاس نانومتری قرار گیرد به چنین ماده‌ای نانو کامپوزیت گفته می‌شود. نانوکامپوزیت ها به واسطه جزء تقویت کننده خود که نانو است، کاربرد فراوانی در صنایع متفاوت دارند. صبر کنید! نیازی نیست راه دوری بروید و دردوردست ها نانوکامپوزیت را بجویید؛ چرا که او از هر چیزی به شما نزدیک تر است. بله درست خواندید، نانوکامپوزیت به قدری به شما نزدیک است که می‌توانید آن را جایی میان ستون های بدنتان بیابید. استخوان های‌شما، نوعی نانوکامپوزیت هستند! نانوکامپوزیت هایی که انسان‌ها قصد تقلید از آن را داشته و به دنبال راهی برای ساخت مشابه مصنوعی آن هستند. پس با ما همراه باشید ...

کلمات‌کلیدی

نانو کامپوزیت، استخوان، کلاژن، نانو فیبر، فیبریل، هیدروکسی آپاتیت، ساختار سلسله مراتبی



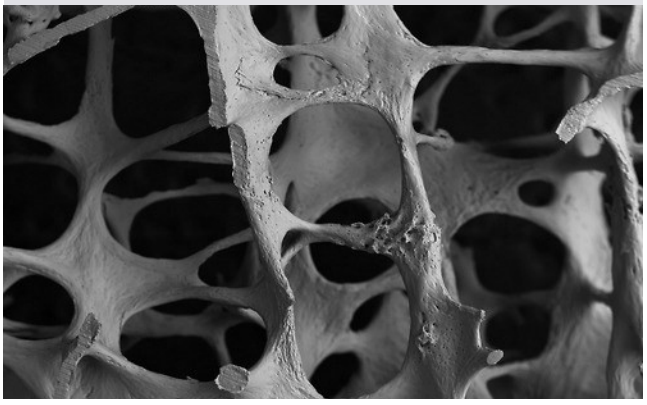
مقدمه

همانطور که پیشترهم گفته شد بسیاری از ساختارهای نانویی که امروزه سنتز شده، الهام گرفته از طبیعت هستند. در این مقاله به بررسی رابطه بین نانو کامپوزیت‌ها و ماده زمینه‌ای استخوان می‌پردازیم. اما قبل از هرچیز باید کامپوزیت‌ها را بشناسیم. کامپوزیت‌ها از دو جزء زمینه و تقویت‌کننده تشکیل شده‌اند. جزء زمینه از لحاظ مکانیکی، الکتریکی و حرارتی خواص ضعیفی دارد. به همین خاطر جزء تقویت کننده به زمینه افزوده می‌شود تا این خواص تقویت شوند. حال با این تعاریف، نانو کامپوزیت چیست؟ نانو کامپوزیت، کامپوزیتی است که جزء تقویت کننده ماده نانو باشد. این مواد که با تقویت کننده‌های دارای خواص مختلف تقویت شده‌اند، دارای خواص قابل قبول و خوبی هستند و در زمینه‌های متفاوتی چون بسته بندی، خودروسازی و... کاربرد دارند.

انواع نانوکامپوزیت بر اساس منشأ ساخت

۱. نانو کامپوزیت‌های طبیعی: چوب و استخوان از مهم ترین نانو کامپوزیت‌های طبیعی هستند. در استخوان، زمینه مولکول‌های کلاژن[1] هستند که نانو کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت[2] روی آن قرار گرفته اند. این نانو کریستال‌ها به عنوان تقویت‌کننده باعث افزایش خواصی چون استحکام مکانیکی و مقاومت به ضربه شده‌اند. در چوب زمینه از جنس سلولز و چسب طبیعی است و توسط نانو کریستال‌های سلولزی تقویت می‌شود. نانو کریستال‌های سلولزی باعث تقویت خواص مکانیکی و الاستیکی چوب می شوند.

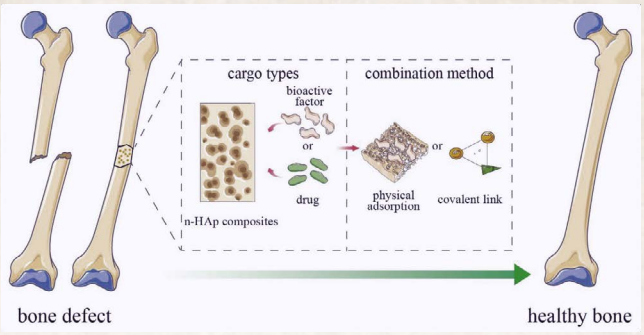
۲. نانو کامپوزیت‌های مصنوعی: در این دسته بندی زمینه و تقویت کننده‌ها در آزمایشگاه‌ها سنتز شده‌اند و بعد با هم ترکیب می‌شوند. از جمله نانوکامپوزیت‌های مصنوعی می‌توان به غشاهای نانو کامپوزیتی اشاره کرد.



1. Collagen Molecules
2. ydroxyapatite

و اما ارتباط بین نانوکامپوزیت ها و استخوان چیست؟

استخوان‌ها مهم ترین جزء اسکلت بدن انسان را تشکیل می‌دهند. آن‌ها کارکردهای مختلفی اعم از حفظ چهارچوب بدن یا تولید خون در مغز استخوان دارند. این کارکردهای مختلف هم در استخوان‌های مختلف تا حدی متفاوت است و هم می‌بایست در طول زندگی انسان حفظ شود. این الزامات موجب شده است که استخوان‌ها علاوه بر داشتن خواص مکانیکی بسیار جالب از منظر مهندسان، دارای خاصیت خود ترمیمی نیز باشند. خواص مکانیکی بالا و خود ترمیم شوندگی که به طور همزمان در یک کامپوزیت طبیعی جمع شده است، برای محققان الهام بخش بوده است. اسکلت، نگهدارنده اندام‌های سست بدن است و چارچوبی می‌سازد که بدن را محافظت کرده و شکل آن را حفظ می‌کند و به ماهیچه‌ها قدرت حرکت می دهد. بیشتر موجودات، اسکلتی دارند که از جنسی سخت مثل استخوان یا زره تشکیل شده است. هر چه حیوان بزرگتر می‌شود سیستم زرهی او نیز مقاوم تر می‌شود. خیلی از حیوانات کوچک هم اسکلت دارند. اما اسکلت آن‌ها از اعضای سخت تشکیل نشده است. یک کرم خاکی استخوان واحدی در بدن خود ندارد اما بدن خود را با فشار از داخل حفظ می‌کند. سیال‌های بدن کرم در برابر پوست آن مثل باد در یک تایر عمل می‌کند و چیزی را ایجاد می‌کند که به آن اسکلت هیدرواستاتیک اطلاق می‌شود و به آن کمک می‌کند تا زمین را بکند. برخی از حیوانات از اسکلت فواید زیادی می‌برند، مثلاً اسکلت از آسیب و خشک شدن بدن، جلوگیری می‌کند و یک سپر دفاعی در برابر دشمن ایجاد می‌کند، اما محدودیت‌هایی هم در اسکلت وجود دارد. اسکلت روی دست‌ها سنگینی می‌کند و از سوی دیگر برای موجود زنده به منزله زندگی در قفس است و به آن اجازه رشد نمی دهد. برخی از گونه‌های حشرات برای بزرگ شدن باید پوست اندازی کنند و تا رشد پوسته جدید از دیده‌ها دور باشند. اسکلت برخی از حشرات از صفحات سختی تشکیل شده است که با مفصل‌های منعطف هماهنگی دارند. در سوسک‌ها بال رویی از تکرار صفحات سخت ایجاد شده است که لایه‌های زیرین بال را تشکیل می‌دهند. شاخک‌های سوسک بسیار سخت است چون از ماده‌ای به نام کیتین ساخته شده است. اسکلت داخلی در بسیاری از حشرات از کیتین ساخته شده است که به صورت لایه‌هایی از فیبرهای موازی روی هم چیده شده است. فیبرهای هر لایه در جهات مختلف شکل پیدا کرده‌اند و این اسکلت را خیلی سخت کرده است. این ایده در کامپوزیت‌هایی که در هواپیماها و فضاپیماها به کار رفته‌اند، کپی برداری شده تا در همه جهات خواص نزدیک به هم باشد.

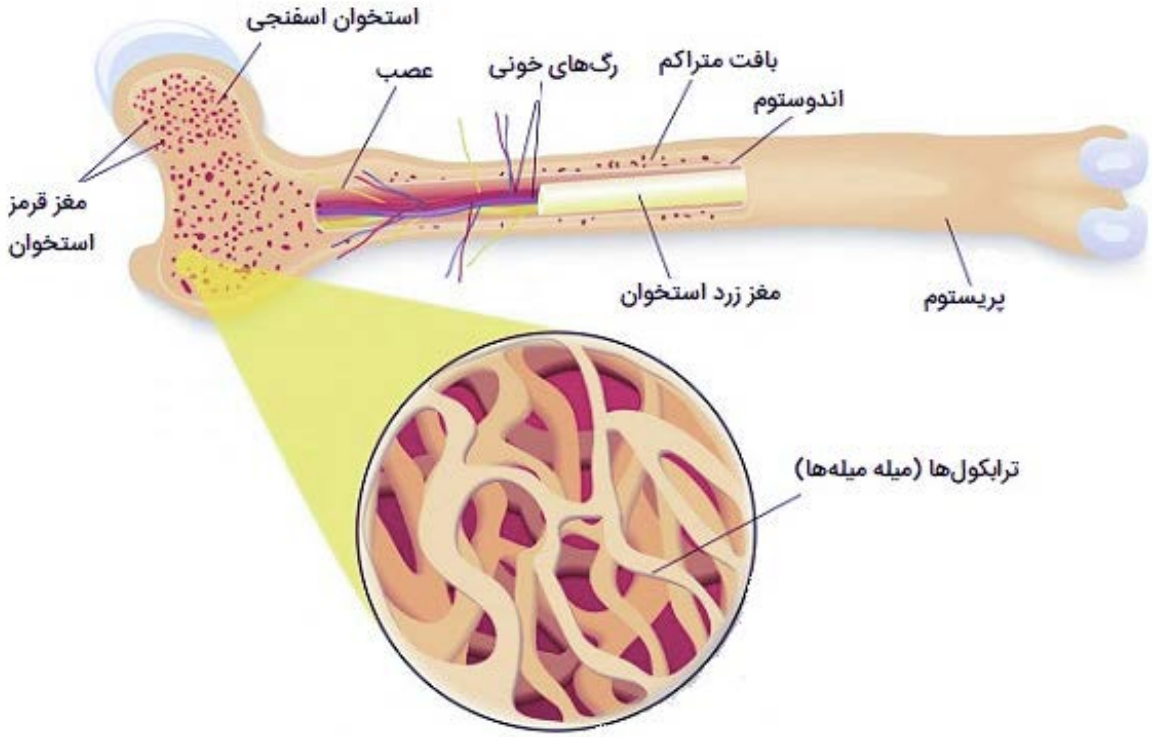


استخوان

مهم ترین عنصر اسکلت ما استخوان است. استخوان‌ها دارای کارکردهای مکانیکی، ترکیبی و متابولیکی مختلفی برای بدن ما هستند. استخوان‌ها همچنان که چهارچوب اسکلتی بدن ما را حفظ می‌کنند، امکان انتقال صدا در گوش را فراهم می‌سازند، امکان تولید خون در مغز استخوان را ممکن ساخته و منبعی برای کلسیم و فسفر شناخته می‌شوند. این کارکردها الزامات جدی‌ای بر خواص مکانیکی استخوان‌ها می گذارد. به عنوان مثال استخوان‌ها باید به اندازه کافی سفت باشند تا وزن بدن را تحمل کنند و به اندازه کافی محکم باشند تا به سادگی نشکنند. مواد ساختاری بیولوژیک مانند استخوان‌ها خواص مکانیکی برجسته‌ای دارند لذا از دید مهندسی مواد فهم دقیق‌تر اصول ساخت استخوان‌ها می‌تواند موجب طراحی بهینه نانوکامپوزیت‌ها گردد. اما برای اینکه بفهمیم چگونه ساختار استخوان‌ها منجر به عملکرد آن‌ها می‌گردد لازم است بدانیم چگونه ساختار میکروسکوپی آن‌ها ترکیب شده و ساختار ماکروسکوپی را می سازد.

ساختار استخوان ها

بسیاری از سیستم‌های بیولوژیک با خواص مکانیکی برجسته مانند استخوان‌ها و دندان‌ها دارای ساختارهای سلسله مراتبی در ابعاد مختلفی هستند. این ساختار به گونه ای طراحی شده است که امکان رسیدن به بهترین خواص مکانیکی را فراهم کند. بسیاری از استخوان‌ها مثل استخوان ران دارای یک ساختار ساندویچ مانند با یک پوسته متراکم خارجی و مرکز اسفنجی می‌باشند. در قسمت اسفنجی استخوان تنها ۲۰٪ از آن با مواد استخوانی پر شده است و بقیه آن مغز استخوان است. قسمت بیرونی استخوان اما از لایه‌هایی از فیبریل‌های کلاژن غنی شده با مواد معدنی ساخته شده است.



مهندسی بازسازی استخوان و ساخت استخوان‌های مصنوعی

امروزه بیماری های استخوانی بیشتر و بیشتر می شود مانند عفونت های استخوان، تومورهای استخوانی و ... که در همه این موارد ما نیاز به بازسازی استخوان داریم. استخوان و دندان باید در برابر بارگذاری های بخش های متحرک بدن، مقاومت کنند و یک قفسه ی ایمن را برای اجزای حیاتی بدن فراهم آورند، تاندون ها و ماهیچه ها را حمایت کنند و به عنوان یک تکیه گاه برای اتصالات استخوانی عمل کنند. این عملکرد پیچیده در واقع در پیچیدگی ساختار این مواد نهفته است. راه کلاسیک برای بهبود رشد مجدد استخوانی بعد از آسیب دیدن، مهیا کردن یک چارچوب است که به وسیله آن، سلول های استخوان ساز در داخل این چارچوب نفوذ کنند. در گذشته، تعداد داربست ها یا چارچوب هایی که مورد استفاده قرار می گرفت، عمدتاً به وسیله ی هیدروکسی آپاتیت پوشش دهی می‌شد که در واقع یک جزء استخوانی طبیعی است. اخیراً در تحقیقات انجام شده، تلاش شده است تا نانو ساختارهایی در این داربست ها، ایجاد شود. این مسئله در حقیقت در توپوگرافی داربست (زبری سطحی) و همچنین ویژگی مربوط به قرارگیری بیومولکول های خاص، نمود دارد. ایده در اینجا، تقلید از سطح استخوان طبیعی می باشد که در حقیقت ترکیبی از توپوگرافی نانومتری و بیوشیمی است. یک روش جدید در حقیقت توسعه استخوان مصنوعی است که در آن ماکرومولکول‌هایی استفاده شده است که به صورت ساختارهای بزرگی خود آرایی می‌کنند. این مسئله در واقع از استخوان‌های طبیعی، تقلید شده اند.

این روش، یک روش پایین به بالا محسوب می‌شود که منجر به تولید موادی می‌شود که دارای کنترل در سطح نانویی می‌باشند. برای مثال، برخی از محققین داربست‌های استخوانی را با سنتز بیومیمیکی از نانوهیدروکسی آپاتیت و کلاژن، تولید کرده‌اند. کلاژن متداول‌ترین پروتئین موجود در بدن می‌باشد. این ماده در بیشتر بافت‌های بدن مانند استخوان، غضروف، قلب، چشم، پوست و ... یافت می شوند و وجود این ماده در این بافت‌ها، موجب افزایش استحکام ساختاری ماده می شود. این بیومواد در حقیقت به صورت فیبریل‌های کوچک و سه بعدی خود آرایی می‌کنند که در واقع از ویژگی‌های کلیدی استخوان‌های انسان، تقلید می‌کند. این مواد برخی مشابهت‌ها با استخوان‌های طبیعی دارند و در آن‌ها از ساختار سلسله مراتبی میکرو و نانوساختار و همچنین ساختار متخلخل سه بعدی، تقلید شده است. سلول‌های تولید شده در آزمایشگاه که بر روی این داربست‌ها قرار داده شده‌اند، به خوبی رشد و تکثیر می‌کنند. مزیت این روش، این است که بلوک‌های ساختاری در حقیقت ماکرومولکول‌هایی بیومیمیکی هستند که در نهایت به صورت ماکرو، خود آرایی می کنند. این بخش‌ها با بافت‌های طبیعی یکپارچه می‌شوند و راه را برای روش‌های بالینی جدید در ترمیم استخوان، باز می‌کنند. وقتی این نانوفیبرهای سنتزی تشکیل می‌شوند، آن‌ها ژلی ایجاد می‌کنند که می‌تواند به عنوان یک نوع چسب در شکستگی‌های استخوانی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این نانوفیبرها می توانند داربست‌هایی برای بافت‌های دیگر ایجاد کنند. به عنوان نتیجه‌ای از وجود ساختار شیمیایی، ژل نانوفیبری به سلول‌های استخوان طبیعی می‌چسبند و موجب می‌شوند تا شکستگی ترمیم شود. این ژل همچنین می‌تواند موجب بهبود کارایی امپلنت‌هایی می‌شوند که جایگزین بخشی از استخوان و یا بافت شده‌اند.

نتیجه‌گیری

نگاه دقیق محققان علوم پایه به همراه پزشکان و مهندسین مواد ضمن یافتن مشکلات مهم بشر و تجزیه و تحلیل نیازهای اساسی آن، همواره سعی در بازسازی طبیعتی که هر لحظه قابل تخریب است، کرده اند. طبق مطالبی که در این مقاله گفته شد، استخوان که یکی از سپرهای دفاعی بدن انسان است، نیاز شدیدی به جایگزین‌های مصنوعی دارد و خوشبختانه دنیای وسیع و حیرت‌انگیز علم نانو، زمینه خلاقیت گسترده‌ای برای دانشمندان این حوزه فراهم کرده است و تا این لحظه هم مطالعات آن‌ها برای یافتن مواد جایگزین در دسترس‌تر و با کارایی بهتر ادامه دارد.

منابع

۱. nanoclub.ir

۲. nanosany.com

بافتی به سبک الکتروریسی!

فاطمه فاطمیان-کارشناسی علوم سلولی و مولکولی-دانشگاه علم و فرهنگ
fatemianfatemeh@gmail.com

ضحی عالمی- کارشناسی بیوتکنولوژی- دانشگاه علم و فرهنگ
zohaalemi1400@yahoo.com

چکیده

بدن انسان از میلیون‌ها سلول تشکیل شده است، مجموعه‌ای از سلول‌ها در کنار هم، بافت‌ها را تشکیل می‌دهند و از به هم پیوستن بافت‌ها، اندام‌ها پدید می‌آیند و در آخر مجموعه‌ای از اندام‌ها، بدن انسان را تشکیل می‌دهند. انسان همواره در معرض خطر حوادث می‌باشد؛ و در این میان امکان دارد بدن وی آسیب ببیند؛ در نتیجه آسیب بدن، بافت‌ها نیز آسیب می‌بینند.

اگر آسیب بافتی به میزان محدودی باشد، با استفاده از دارو می‌تواند درمان شود؛ اما در خیلی از موارد آسیب بافتی خیلی شدیدتر خواهد بود و با دارو امکان درمان ندارد و یا اینکه نیاز به زمان زیادی برای درمان هست و سرعت درمان از طریق دارو خیلی کم می‌باشد، متاسفانه در این بازه زمانی طولانی ممکن هست بدن، دچار عفونت بشود و بیمار از دست برود. در این میان می‌شود از روشی تحت عنوان مهندسی بافت استفاده کرد.

خیلی از ابعاد این روش هنوز در دست تحقیق و مطالعات بالینی است و به صورت درمانی برای عموم مردم، مورد استفاده قرا نمی‌گیرد. در این مقاله قرار است به ایجاد نانوالیاف روش درمانی مهندسی بافت، بپردازیم.

کلیدواژه

بافت-مهندسی بافت- الکتروریسی- نانو الیاف

مقدمه

کاربرد اصول و روش‌های مهندسی و علم زیستی به منظور فهم عمیق ارتباط بین ساختار و عملکرد در بافت‌های نرمال و پاتولوژیک و ساخت جایگزین‌های بافتی برای ترمیم یا بازسازی عملکرد بافت و در نتیجه اندام بدن را مهندسی بافت گویند. بافت‌های بدن در واقع از سه بخش تشکیل شده است

۱.سلول

۲.ماده خارج سلولی(ماتریکس)

۳.فاکتورهای رشد.

استفاده از سلول به تنهایی می‌تواند در برخی موارد بافت صدمه دیده را ترمیم کند اما اگر سلول با ماده خارج سلولی(ماتریکس) و فاکتور رشد ترکیب شود و سازه‌ای شبه بافتی ایجاد شود، تاثیرش به مرتب بیشتر خواهد بود. ساخت سازه شبه بافتی موضوع علم مهندسی بافت است. از روش‌های مختلفی برای این ایجاد بافت استفاده می‌شود که یکی از این روش‌ها استفاده از فناوری الکتروریسی می‌باشد؛ به دلیل سهولت پروسه تولید و امکان کاربرد برای بیشتر پلیمرها و فلزات و سرامیک و همچنین ساخت نانوالیاف پلیمری در محدودی ۵ تا ۵۰۰ نانومتری، این روش مورد توجه قرار گرفته است.

شبه بافتی

مهندسی بافت علم بین رشته‌ای است که بر تلفیق علوم فیزیک و شیمی و مهندسی و علوم زیستی تمرکز دارد و به دنبال حل مشکلاتی از جمله نارسایی اندام‌ها و از دست دادن بافت‌ها است. مهندسی بافت به طور عام به معنی توسعه و تغییر در زمینه رشد آزمایشگاهی مولکول‌ها و سلول‌ها در بافت یا عضو، با هدف جایگزینی و ترمیم قسمت آسیب دیده در بدن است. اولین بار در سال ۱۹۰۰ الکسی کارل واژه مهندسی بافت را مطرح نمود. او به همراه لیندربرگ در انستیتوی مطالعاتی در نیویوک با هدف نگهداری بافت‌های جدید در شرایط آزمایشگاهی و جایگزینی آن‌ها در بدن موجود زنده آزمایش‌هایی را آغاز نمود. پس از کارل و لیندبرگ، کارهای زیادی در این زمینه انجام شد تا اینکه در سال ۱۹۸۰ پوست مصنوعی ساخته شد و بر روی یک بیمار آزمایش شد. به تدریج مهندسی بافت به عنوان یک زمینه یا شاخه جدیدی از علم شروع به گسترش نمود. مهندسی بافت به‌طور عام به معنی توسعه و تغییر در زمینه رشد آزمایشگاهی مولکول‌ها و سلول‌ها در بافت یا عضو، با هدف جایگزینی و ترمیم قسمت آسیب دیده در بدن است.

شباهت باید بیشتر شود!

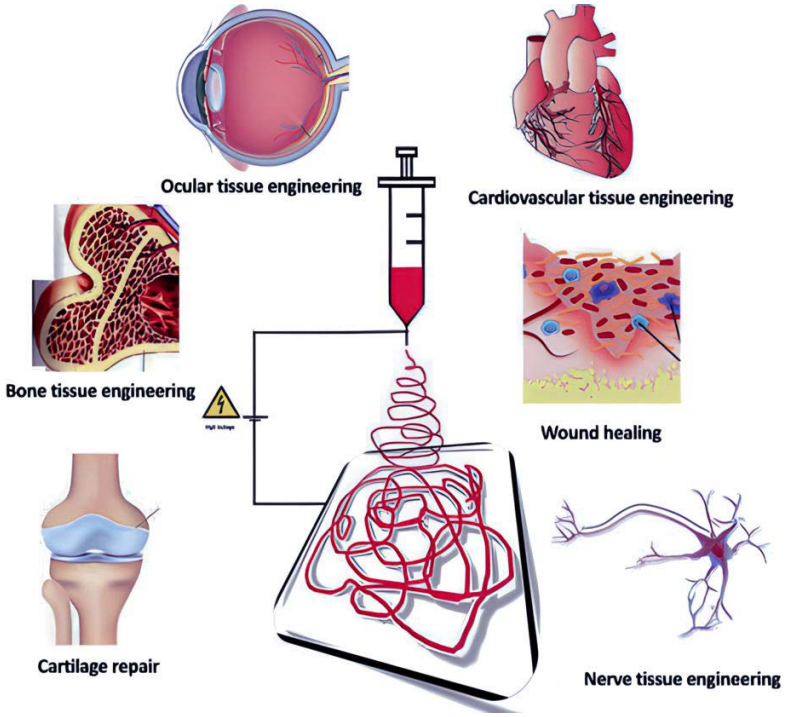
برای ایجاد شباهت بین محیط آزمایشگاهی و بدن انسان برای پرورش و تکثیر سلول‌ها، نیاز به داربست است که نقش تعیین کننده‌ای در ترمیم و بازسازی بافت دارند. داربست زیست موادی هستند که قادر به انجام همه یا برخی از کارهایی که در ادامه اشاره شده است را دارند: ۱)افزایش و بهبود تعاملات بین سلولی، چسبندگی سلولی و رسوب ماتریکس خارج سلولی ۲)انتقال گاز و مواد مغذی و کنترل فاکتورهایی که بقا و تمایز و تکثیر سلولی را باعث می‌شوند. ۳) نرخ زیست تخریبی مناسب و متناسب با عضو آسیب دیده ٤) ایجاد حداقل درجه التهاب و سمیت در محیط بدن.

همچنین داربست‌های زیستی باید ویژگی‌هایی از جمله استحکام و خواص مکانیکی مناسب، قابلیت پیام‌رسانی، سازگاری زیستی مناسب و ایجاد شبکه متخلخل به هم پیوسته به منظور غذارسانی مناسب به سلول‌ها و دفع ضایعات را داشته باشند. برای ساخت این داربست‌ها از سه دسته مواد استفاده می‌شود: مشتقات مواد طبیعی زیستی از جمله کلاژن و آلژینات، ماتریکس طبیعی بدون سلول از قبیل زیرمخاط مثانه و زیرمخاط روده کوچک، پلیمرهای مصنوعی چون پلی لاکتیک اسید.

ماتریکس[1]

به جز سلول‌های خونی، تقریبا تمام سلول‌های طبیعی در بافت‌های انسانی وابسته به یک لنگرگاه هستند و در یک ماتریکس به نام ماتریکس خارج سلولی، قرار گرفته‌اند. انواع مختلفی از ماتریکس خارج سلولی در بافت‌های انسانی وجود دارد که بسته به بافت، ترکیبات مختلفی دارند. ویژگی‌های ساختاری بیشتر ترکیبات این ماتریکس در حد نانومتر است و سازمان دهی سلول‌ها و خواص بافت‌های مختلف به ترکیبات تشکیل دهنده و معماری این ساختار بستگی دارد.

چرا الکتروریسی؟



داربست‌های مهندسی بافت انواع مختلفی دارند از جمله ریزگویچه، هیدروژل، ماتریکس متخلخل سه بعدی، مش نانولیفی (nano-fiber-mesh). داربست‌های الیافی را می‌توان با استفاده از تکنیک‌هایی مانند ترسیم، سنتز قالب، الکتروریسی و ترکیبی از این‌ها ساخت که الکتروریسی به دلیل سهولت پروسه تولید و امکان کاربرد برای بیشتر پلیمرها و فلزات و سرامیک و همچنین ساخت نانوالیاف پلیمری در محدودی ۵ تا ۵۰۰ نانومتری، به رسمیت شناخته شده است و داربست نوع مش نانولیفی، به این طریق تولید می‌شود. مواد الکتروریسی به دلیل خواصی از جمله وزن تضمین شده، انعطاف پذیری، خود ترمیم‌شوندگی و مساحت سطح بالا در تولید با مقیاس بالا، مورد توجه هستند. اصطلاح "الکتروریسی" توسط Reneker و همکارانش در اواسط دهه ۱۹۹۰ ابداع شد. اصل الکتروریسی، وارد کردن نیروهای الکترواستاتیکی بالا برای استخراج رشته‌های پیوسته از محلول پلیمری از طریق سرنگ است.

1. Extra Matrix Cellular

سه جزء برای انجام این فرآیند مورد نیاز است:

۱) یک لوله مویرگی که به سوزنی با قطر کوچک ختم می‌شود.

۲) منبع تغذیه ولتاژ بالا

۳) یک کلکتور[۲] (صفحه جمع کننده) فلزی

هنگامی که یک پتانسیل الکتریکی بین کلکتور و منبع پلیمر وارد می‌شود، بار جمع می‌شود و به سطح یک قطره پلیمری در انتهای سوزنی از جنس فلز فشار می‌یابد. در روش الکتروریسی، یک محلول پلیمری که به وسیله کشش سطحی آن در انتهای یک لوله مویین نگه داشته می‌شود، تحت یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرد که باعث به وجود آمدن بار الکتریکی روی سطح مایع می‌شود. وقتی میدان الکتریکی اعمال شده به یک میزان بحرانی می‌رسد، نیروهای الکتریکی دافعه بر نیروهای کشش سطحی غلبه کرده سپس یک جت باردار از محلول، از نوک مخروط تیلور خارج می‌شود.

نانوالیاف

نانوالیاف‌ها شامل دو دسته الیاف‌های نانومقیاس[۳] و الیاف‌های نانوساختار[۴] هستند. در الیاف‌های نانومقیاس ضخامت الیاف در ابعاد نانو کنترل می‌شود؛ اما الیاف‌های نانوساختار ضرورتاً مقیاس نانو ندارند؛ اما سطح یا ساختار درونی این الیاف‌ها در مقیاس نانو کنترل می‌شود. نانوالیاف‌ها به عنوان ساختارهایی تعریف شده‌اند که حداقل در یک بعد اندازه‌های معادل یا کمتر از ۱۰۰ نانومتر دارند اما به صورت عمومی پذیرفته شده است که نانوالیاف‌ها مواد الیاف مانندی هستند که قطر آن‌ها ۱ تا ۱۰۰۰ نانومتر است که در محدوده طول موج نور است و طول آن‌ها بیش از ۱۰۰ برابر قطر سطح مقطع آن‌هاست. اینکه چرا در تعریف نانوالیاف‌ها حداکثر قطر پذیرفته شده ده برابر استاندارد رایج تعریف شده است؛ مربوط به مشاهده پدیده‌های ویژه و متنوع مانند خواص ضد میکروبی (در ابعاد زیر ۴۰۰ نانومتر)، رنگ‌های ساختاری (در ابعاد بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر)، ویژگی جذب بالا و غیره است که در کمتر از ۱۰۰۰ نانومتر در نانوالیاف مشاهده شده است.همچنین در بسیاری از کاربردهای مهم مانند استفاده در محیط‌های فیلتری، نشان داده شده است که الیاف با ابعاد در محدوده ۵۰۰ نانومتر بسیار مؤثرتر از الیاف در محدوده کمتر از ۱۰۰ نانومتر عمل می‌کنند. به علت دارا بودن نسبت سطح به حجم بالا، در مقایسه با الیاف‌های رایج، نانوالیاف‌ها ویژگی‌های منحصربه فردی از خود نشان می‌دهند، مانند چگالی کم، وزن ویژه پایین و حجم منافذ زیاد. این ویژگی‌ها نانوالیاف‌ها را برای طیف وسیعی از کاربردها بسیار مناسب ساخته است. از جمله کاربردهای بالقوه و رو به افزایش نانوالیاف ها شامل استفاده در صنایع پزشکی و داروسازی مانند استفاده در مهندسی بافت و انتقال ژن و دارو و... .

۲. کلکتور وسیله ای میله ای و لوله‌ای شکل است که در زیر آن تعدادی خروجی ایجاد شده است تا با اتصال شیرهای مخصوص کلکتوری به این راه‌ها یا خروجی‌ها مایع به مسیرهای متفاوت تقسیم و ارسال شود.

3 Nano-sized-fiber

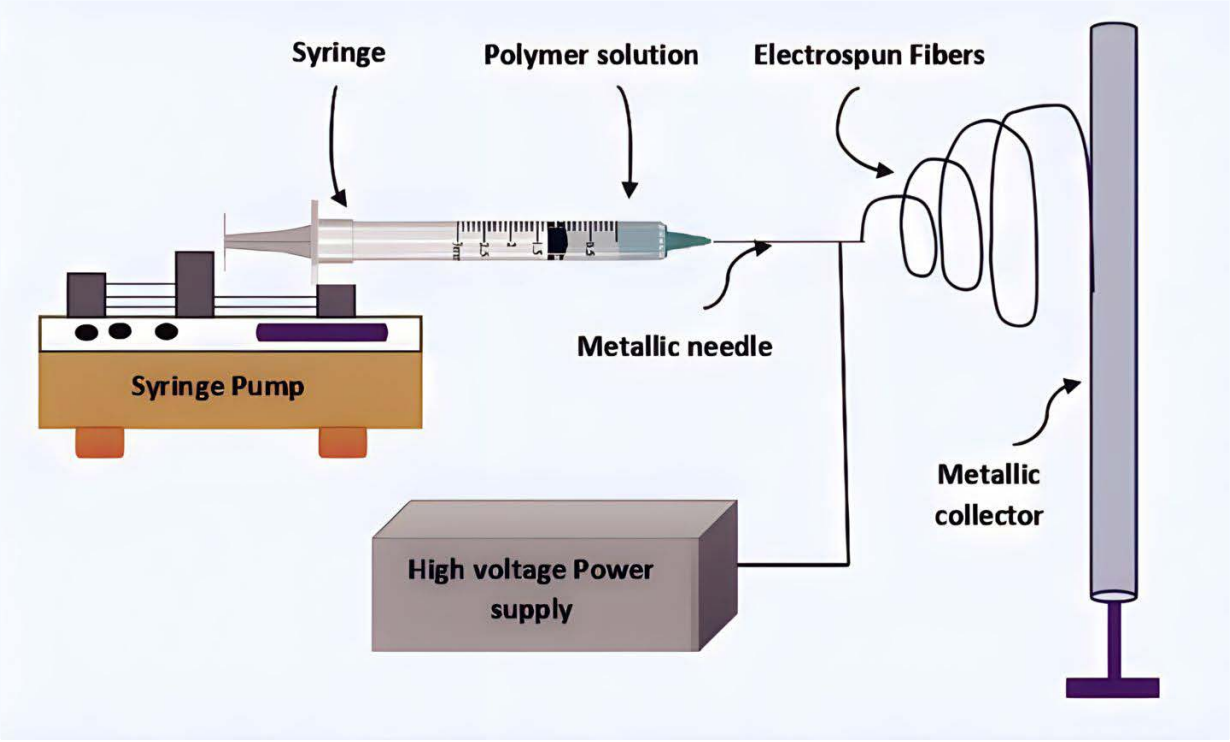
4. Nano- structured-fibe

انواع فرآیندهای الکتروریسی

۱. حلال

۲. ذوب الکتروریسی

این دسته بندی‌ها در چگونگی تهیه پلیمر متفاوت هستند. در مدل الکتروریسی محلول، پلیمر در یک حلال مناسب حل می‌شود و محلول بدست آمده الکتروریسی می‌شود، در حالی که مدل الکتروریسی مذاب برای ذوب پلیمر به تجهیزات حرارتی اضافی نیاز دارد. نانوالیافی که توسط الکتروریسی مذاب تولید شده‌اند به طور موفقیت‌آمیزی برای تولید ساختارهای بافت لایه لایه سلولی و مهندسی بافت استفاده شده‌اند. شبکه‌های نانوفیبری(نانو الیافی)الکتروریسی برای پاسخ‌های سلولی در محیط و شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اما کاربرد آن‌ها در مدل‌های پیش بالینی اغلب بر روی سه نوع بافت متمرکز شده است: همبند(استخوان)، اپیتلیال(پوست) و عروقی(رگ‌های خونی). در ادامه به صورت دقیق‌تری هر سه مدل را بررسی خواهیم کرد.

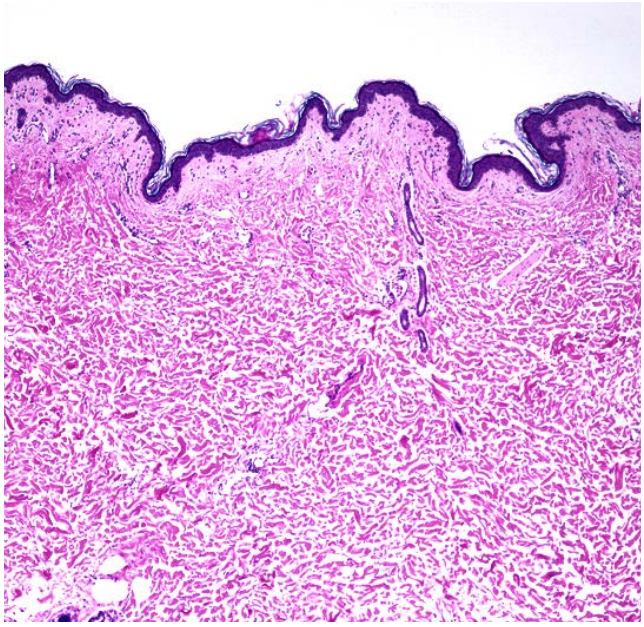


بافت همبند(استخوان)

در زمینه استخوان، داربست‌هایی که در درمان نقایص استخوانی استفاده می‌شوند، محل را تثبیت می‌کنند، فضای خالی ایجاد شده توسط نقص را پر می‌کنند و بستری را برای پر کردن و رسوب ماتریکس و مواد معدنی جدید برای سلول‌های میزبان فراهم می‌کنند. داربست‌های الکتروریسی شده به دلیل قطر بسیار نازک الیاف و نسبت سطح به حجم زیاد که منجر به کنترل بهتر سرعت رهاسازی می‌شود، محبوبیت زیادی در ارائه مولکول‌های زیستی برای مهندسی بافت استخوان به دست آورده‌اند.

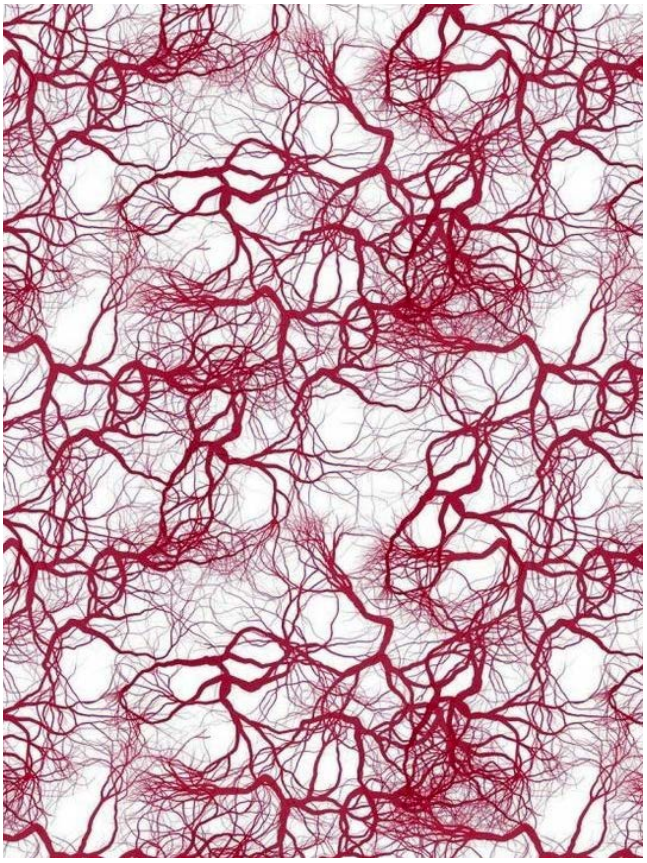
بافت اپیتلیال (پوست)

در زمینه پوستی، جایگزین‌های پوست به موفقیت بالینی ناقصی دست یافته‌اند و از معایبی مانند خطر رد ایمنی یا انتقال بیماری از منابع آلوژنیک، خواص مکانیکی ناهماهنگ، یکپارچگی ضعیف به دلیل عروقی‌سازی ناکافی، رنج می‌برند. مواد زیستی مورد استفاده در این سرمایه گذاری ها به طور مناسب ساختار و عملکرد ماتریکس خارج سلولی طبیعی لایه های پوستی را تقلید نمی کنند. نفوذپذیری اکسیژن و تبخیر آب کنترل شده دو ویژگی خیلی مهم و حیاتی هستند که باید در طراحی پوست مصنوعی مورد توجه قرار گیرند. مش نانوالیاف الکتروریسی شده را می توان به گونه ای طراحی کرد که این ویژگی ها را دارا باشند؛ در حالی که تهاجم میکروارگانیسم های خارجی را کند می کند.



بافت عروقی (رگ‌های خونی)

در زمینه عروق، در دسترس بودن جایگزین‌های موثر رگ‌های خونی که از مواد مهندسی شده تشکیل شده‌اند به دلیل نیازهای عملکردی قوی پیوند عروقی محدود شده است. الکتروریسی توانایی ایجاد داربست‌های لوله‌ای بسیار متخلخل با قطر کنترل شده و ویژگی‌های مکانیکی مدنظر را ارائه می‌دهد که جریان خون را تسهیل می‌کند و در عین حال رشد مویرگی را پشتیبانی می‌کند. علاوه بر این‌ها، چنین روشی تولید لوله‌های با قطر کوچک در اندازه‌های مختلف با ضخامت و توزیع فیبر(الیاف) یکنواخت در سراسر داربست را تسهیل می‌کند.



چالشی در مهندسی بافت استخوان

ترمیم و بازسازی استخوان عبارت است از کشت سلول‌های اتولوگ در داربست سه بعدی و کاشت آن در محل آسیب بافت. این روش در برخی موارد مفید می‌باشد؛ اما اغلب به ویژه در آسیب‌های وسیع با شکست مواجه می‌شود.علت آن این هست که وقتی سازه ساخته شده به روش مهندسی بافت، در بدن کاشته می‌شود، سلول‌های آن از لحاظ جذب اکسیژن، گلوکز و اسیدآمینه و دفع محصولات متابولیسم نظیر دی اکسید کربن، لاکتات و اوره در مضیقه قرار می‌گیرند و در نتیجه سلول‌ها از بین می‌روند؛ حال برای جلوگیری از این اتفاق لازم است که سیستم رگی داخل سازه رشد کند اما متاسفانه در اغلب موارد این اتفاق نمی‌افتد.

این موضوع چالشی را در مهندسی بافت استخوان ایجاد می‌کند و از آنجایی که عروق خونی در استخوان تنها وظیفه تامین مواد تغذیه ای و اکسیژن و برداشت مواد زائد را ندارند؛ و بلکه در تکوین استخوان، عوض کردن (Remodeling) و ترمیم آن نیز نقش دارند، رفع این چالش خیلی حائز اهمیت می‌باشد.

شباهت و تفاوت نانوالیاف با بافت‌های بدن

به دلیل نزدیک بودن ساختار نانوالیاف الکتروریسی شده با ساختار بافت‌های بدن و ماتریکس (مایع) خارج سلولی و دارا بودن سطح موثر برای چسبندگی و رشد سلولی مورد توجه است. تفاوت و مشکل عمده این الیاف هم، کاهش نفوذ سلول به علت کاهش اندازه حفرات می‌باشد که این امر موجب محدودیت میزان تبادل موادغذایی و مواد زائد سلول با محیط اطراف می‌شود. این نانوالیاف در زمینه علوم پزشکی کاربردهایی از جمله مهندسی بافت، سامانه رهایش دارو، زخم پوش‌ها، مواد تقویت‌کننده، فیلترها و لباس‌های محافظ دارد.

نتیجه گیری

در این مقاله تولید نانوالیاف‌ها با استفاده از روش الکتروریسی و کاربردهای مربوط به مهندسی بافت بیان شد. پیشرفت داربست‌هایی که لنگرگاه طبیعی سلول‌ها را در مقیاس نانو شبیه سازی می‌کنند یکی از دستاوردهای مهم در علم مهندسی بافت می‌باشد. نانوالیاف‌ها به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی مانند ساختار فیبری و حجم منافذ زیاد به ساختار طبیعی ماتریکس خارج سلولی شباهت دارند و نشان داده شده است که استفاده از این ساختارهای سه بعدی به عنوان داربست در مهندسی بافت و ترمیم بافت های آسیب دیده بسیار مفید بوده است. الکتروریسی بیش از هر روش دیگری برای ساخت نانوالیاف ها استفاده شده است. مواد الکتروریسی به دلیل خواصی از جمله وزن تضمین شده، انعطاف پذیری، خود ترمیم شوندگی و مساحت سطح بالا در تولید با مقیاس بالا، مورد توجه هستند. همچنین برخی از چالش‌ها در علم مهندسی بافت مطرح شده است. خیلی از ابعاد این علم نوین در دست تحقیق و بررسی بالینی است که امیدوارم پژوهشگران علوم مختلف با همفکری هم و با برقراری ارتباط موثر بین دانش‌های خود؛ بتوانند به تمامی این ابعاد دسترسی پیدا کرده؛ و در حوزه درمانی، برای عموم مردم بتوانند استفاده کنند.

منابع

1. Ingavle, G. C., & Leach, J. K. (2014). Advancements in electrospinning of polymeric nanofibrous scaffolds for tissue engineering. Tissue Engineering Part B: Reviews, 20(4), 277-293.

2. Tebyetekerwa, M., & Ramakrishna, S. (2020). What is next for electrospinning? Matter, 2(2), 279-283.

۳. افضلی, مائده, میرحسینی, ملاحسینی, نیکوکار, حبیب. (۲۰۱۸). مروری بر داربست‌های مهندسی بافت و عملکرد آن‌ها در پزشکی بازساختی. ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد, ۲۶(۲), ۱۲۶-۱۴۰.

٤. باغبان اسلامی نژاد، محمدرضا،۱۳۹۰، مهندسی بافت استخوان و سلول‌های بنیادی مزانشیمی، تهران، نشر جهاددانشگاهی پژوهشگاه رویان.

۵. ارجمند، ساره، پرتویی بغداده، علیرضا، حمیدی، امین، و رعنایی سیادت، سیدامید. (۱۳۹۸). نانوالیاف های الکتروریسی شده و کاربرد آن‌ها در ترمیم و مهندسی بافت. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ۲۷(۱۱)، ۲۰۳۶-۲۰۵۱.

نگاهی به جدیدترین روش های درمان سرطان با محلول های نانویی...

سیده یاسمین حسین زاده-کارشناسی میکروبیولوژی دانشگاه آزاد مشهد

yasamin.h1382@gmail.com

مقدمه

در حال حاضر درمان قطعی برای سرطان وجود ندارد و از بین روش‌های موجود نیز هرکدام دارای نواقص و عوارض جانبی زیادی هستند. تا به این لحظه شاهد اخباری از یافتن روش‌های جدید در این‌باره هستیم، اما می‌دانیم که تمام این روش‌ها در مرحله آزمایشگاهی بوده و هنوز جایگاه واقعی خودش را در بیمارستان‌ها به‌طور گسترده پیدا نکرده‌اند. یکی از این روش‌ها که می‌توان گفت بسیار موردتوجه قرارگرفته، استفاده از نانو و ویژگی‌های آن در قرص‌ها و محلول‌های دارویی است.

کلمات‌کلیدی

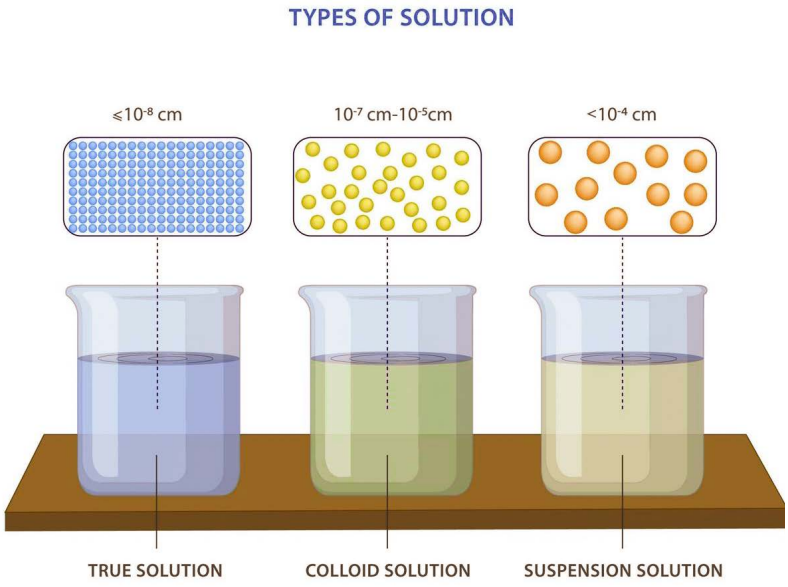
سرطان- کلوئید – میسل - لیپوزوم

چکیده

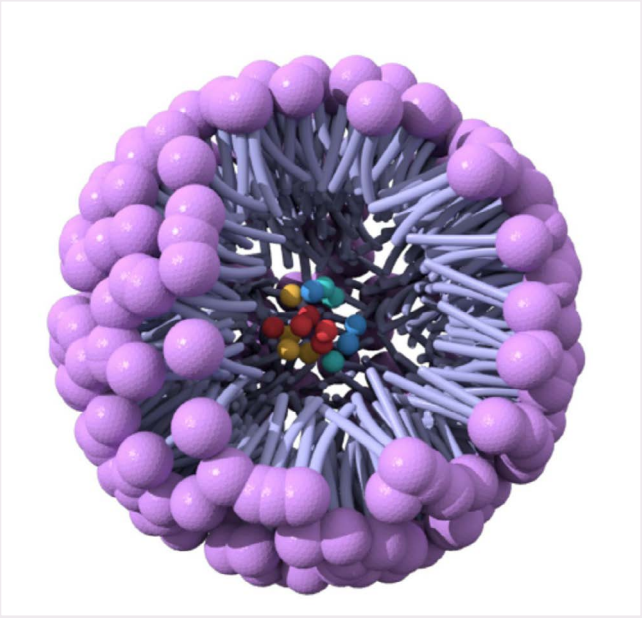
با توجه به عملکرد بالا، خصوصیات چندبعدی و ساختار بی‌نظیر این محلول‌ها بسته به نوع ذرات سازنده‌شان می‌توان از آن‌ها در صنایع متفاوتی بهره جست؛ صنایعی مانند: پزشکی و درمان، دارویی، کشاورزی، آرایشی و بهداشتی، مهندسی بافت و ... . مطالبی که در این بخش می‌خوانیم در ارتباط با نانو داروهایی است که به‌تازگی عملکرد و کاربرد ویژه‌شان در پزشکی و صنعت حمل داروهای شیمیایی بسیار موردتوجه قرارگرفته و درحال گسترش است، علی‌الخصوص در بخش آنکولوژی، تشخیص و درمان سرطان‌ها. از نقاط قوت این محلول‌ها همان ابعاد ریز و نانویی آن‌هاست، که به آن‌ها قابلیت تغییر ویژگی‌های زیستی را داده است. با وجود تمام فواید و امتیازات قابل‌توجهی که این محلول‌ها برای صنعت پزشکی به ارمغان آورده‌اند، اما هنوز جایگاه واقعی خودشان را در جهان پیدا نکرده‌اند. امیدواریم که به‌زودی شاهد گسترش این مواد معجزه آور در تمامی بخش‌های صنعتی باشیم. در ادامه به بررسی کاربرد نانوکلوییدهای شیمیایی در پزشکی و دارو می‌پردازیم.

نانوکلویید چیست؟

نانو کلوییدها همان محلول‌های دارویی با ویژگی‌های نانو هستند. کلویید یا همان چسب‌سان حالتی بین محلول و سوسپانسیون است که ذرات حل‌شونده در آن بزرگ‌تر از ذرات محلول است، اما درعین‌حال ته‌نشین نمی‌شود. پراکندگی یونی کلوییدها به‌صورت مجموعه‌های مولکولی به نام میسل است و به‌راحتی از حلال قابل‌تشخیص هستند. اندازه هریک از اجزای کلویید از یک نانومتر تا صد نانومتر متغیر است. نمونه‌ای از نانوکلوییدها، طلای محلول است که از قدیم به‌عنوان داروی شفابخشی در برابر بیماری‌های مختلف مثل تومور، اسهال خونی و بیماری‌های قلبی و مقاربتی بوده و مثالی دیگر از کلوییدهایی در حد نانو محلول‌های درمانی و موثری به نام میسل است که البته جزو فناوری‌های نو به‌حساب می‌آید.



میسل ها



ریزلقمه یا میتسلن، گروهی از فعال سطحی متراکم که در یک کلوییدِ مایع پراکنده‌اند و دارای اشکال متفاوتی‌اند؛ از جمله آن‌ها می‌توان به صفحه‌ای، کره ای، استوانه‌ای و ...اشاره کرد. نانو داروهای کنونی می‌توانند تجمع متراکمی از این میسل‌ها باشند. میسل‌های کلاسیک نوعی از نانوسیستم‌های نرم بودند که برای کاربردهای داروسازی مدت‌ها قبل از پیدایش فناوری نانو استفاده شدند.

و اما فایده‌ی میسل ها در چیست؟

استفاده از میسل‌های خاص در داروسازی داروهای کم محلول می‌تواند این امکان را به داروها بدهد که در بدن دیرتر تخریب و تجزیه شوند و این یعنی اثرگذاری بیشتر دارو بر روی بدن جهت درمان موثرتر.

اهمیت سایز نانویی در این کلوییدها

این کلوییدها به دلیل مقیاس نانویی خود زمان ماندگاری بسیار بیشتری نسبت به داروهای مشابه دارند، از این گذشته ما با استفاده از این کلوییدها می‌توانیم درمان سرطان را در بدن به دو صورت فعال و غیرفعال داشته باشیم. اگر بتوان از میسل‌های خاص به‌طور صحیح و به میزان مناسب استفاده نمود می‌توان در عین سلامت ماندن باقی بافت‌های سالم بدن شاهد متلاشی شدن تومورهای سرطانی باشیم.

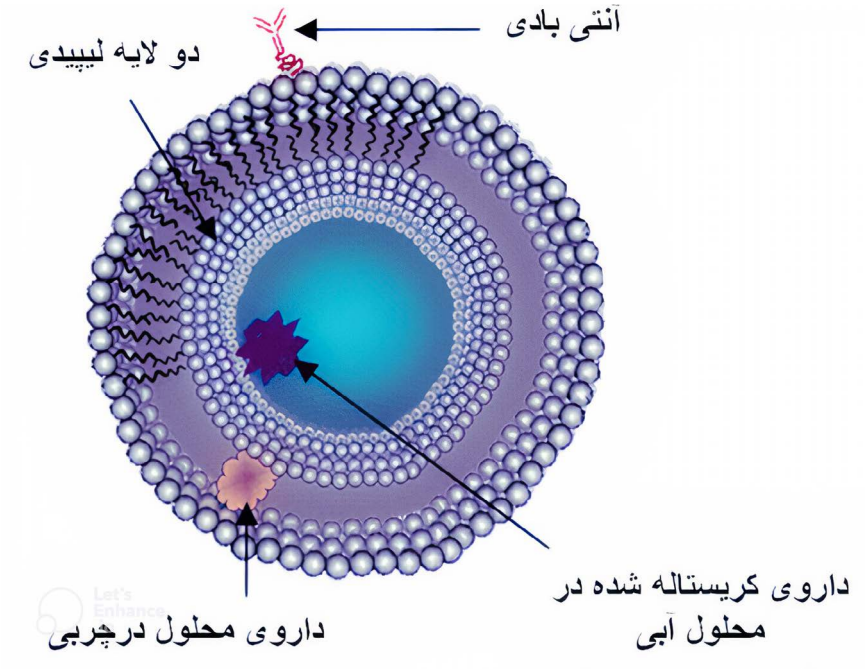
سیپروفلوکساسین ها[1]

نوع دیگری از کلوییدهای دارویی جهت مهار سلول‌های سرطانی سیپروفلوکساسین است. این کلوییدِ یکی از طیف‌های گسترده فلوورو کینولون[2] هاست، که خانواده و نماینده بزرگی از آنتی بیوتیک‌ها با حداقل عوارض جانبی است. سیپروفلوکساسین یا به‌اختصار سی پی نوعی خاصیت آپوپتوزی[3] و ضدتکثیری در برابر مبارزه با سرطان از خودش را به نمایش می‌گذارد. سی پی در اندازه نانو می‌تواند علاوه بر یک مبارزه معمولی، سلول‌های سرطانی را وادار به تلاش کرده و از تکثیر بیشتر آن‌ها جلوگیری کند. از سی پی بیشتر در درمان سرطان روده و پروستات استفاده می‌شود. در حال حاضر مشتقات این نوع ماده در فاز دو آزمایشگاهی قرار دارد.

1.Ciprofloxacin
2.Fluoroquinolones
3.Apoptosis
4.Liposome

نگاهی به گذشته‌ی انتقال دارو در عصر نانو

در بین نخستین سیستم‌های انتقال دارو در فناوری نانو، وزیکول‌های لیپیدی بودند که بعدا لیپوزوم[۴] نامیده شدند. این لیپوزوم‌ها در ابتدا برای مطالعه غشاهای زیستی بکار می‌رفتند. MPS از معایب این لیپوزوم‌ها این بود که آن‌ها دستخوش تخریب سریع به سبب سیستم سلول‌های بیگانه‌خوار می‌شدند؛ به‌ویژه توسط ماکروفاژهای طحال و کبد جذب می‌شدند که این کار منجر به ناتوانی در اثرگذاری هرچه بیشتر دارو می‌شد و زمان اثرگذاری دارو بر روی تومور را افزایش می‌داد؛ اما امروزه با استفاده از میسل‌های پلیمری دارای قابلیت تجزیه زیستی با اندازه ۱۰ تا ۲۰۰ نانومتر توجه قابل‌ملاحظه‌ای به‌عنوان نانو حامل‌های دارویی جلب کرده‌اند و پتانسیل درمانی قابل‌توجهی را از خودشان نشان داده‌اند.



نتیجه‌گیری

تا اینجا به بررسی برخی از جدیدترین روش‌های درمان تومورهای سرطانی پرداختیم اما تمامی این روش‌ها تاکنون در مرحله آزمایشگاهی بوده و هنوز نتوانسته به تولید انبوه دارو برسد. امید است با پیشرفت علوم پایه و تلفیق علومی مانند نانوتکنولوژی و زیست‌شناسی، بتوان درمانی با حداقل عوارض جانبی برای این بیماری طراحی کرد.

منابع

1. Cancer Facts and Figures. American Cancer Society,2012.

2.daneshyari.com

3.S.J. Soenen, G.VandeVelde, A. Ketkar ,U.Himmelreich and M.De Cuyper, Nanomed.Nanobiotechnol.

4.advanced optical technologies.com

5.S.J.H.Soenen, M.Hodenius and M.De Cuyper , Nanomedicine,2009.

6.R.Role of dietary nano-zinc oxide on growth performance and blood levels of miner-al: A study on in Iranian Angora goat kids.Journal of pharmaceutical and health Sciences.2013

نانو ساختار از دل طبیعت تا چرخ‌های صنعت

فاطمه مطلبی-کارشناسی شیمی محض- دانشگاه الزهرا(س)
fatemeh.motallebi139@gmail.com

چکیده

با وجود اینکه فناوری نانو برای انسان علمی تازه است، اما ساختار هایی با ابعاد نانو برای طبیعت پدیده ای جدید نیست. این ساختارها از میلیون ها سال پیش در بدن جانوران، گیاهان، درون سنگ ها و... وجود داشته اند. انسان‌ها پس از کشف این ساختارهای با قدمتی به درازای میلیون سال، تصمیم به تقلید طبیعت گرفته و در صنعت استفاده گسترده ای از آن کردند. آن‌ها توانستند پارچه‌ها ضد آب، چسب‌هایی با قابلیت متفاوت و ... را با الهام از طبیعت اختراع کنند و در مقیاس صنعتی از آن بهره ببرند. طبیعتی که به آن بی توجه هستیم، علاوه بر منابع مادی، منبع الهام برای بسیاری از اختراعات است.

کلیدواژه

نانوساختار، میکروسکوپ الکترونی، چسب کگو، صفحه ضد انعکاس

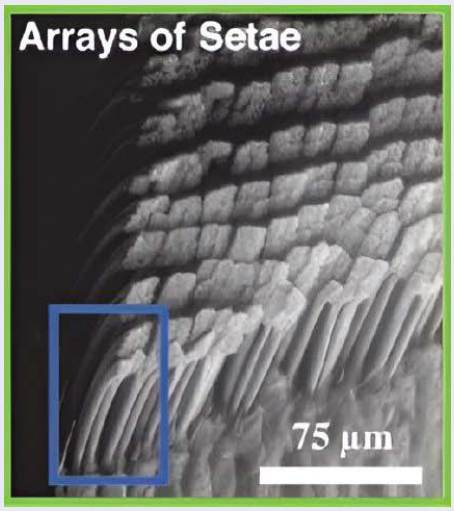
مقدمه

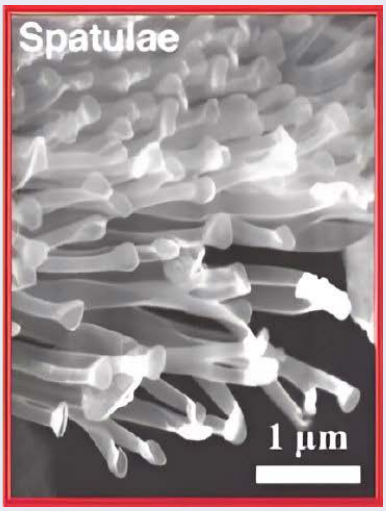
برخلاف این‌که علم نانو، علمی تازه توسعه یافته است، اما از میلیون ها سال قبل، ساختارهایی با این ابعاد در طبیعت وجود داشته‌اند. در سال‌های اخیر با پیشرفت علوم نانو و توسعه سیستم‌های شناسایی امکان شناخت بسیاری از این نانوساختارها فراهم گردیده و به دانشمندان این امکان را داده است که با الهام از آن‌ها، به توسعه و بهبود سیستم‌های صنعتی بپردازند. تا زمانی که میکروسکوپ‌های الکترونی توانستند انقلابی در زمینه شناسایی و بررسی مورفولوژی ریز ساختارها را ایجاد کنند. در ادامه به بررسی چند مورد از مواد و وسایل مورد استفاده در صنعت می‌پردازیم که با بهره گیری از طبیعت طراحی شده‌اند.

چسب کگو

حتما تا به حال به راه رفتن مارمولک یا عنکبوت روی سقف توجه کرده اید؛ چگونگی راه رفتن این موجودات روی سقف تا مدت‌ها مورد سوال و تحقیق دانشمندان بود، تا زمانی‌که میکروسکوپ‌های الکترونی توانستند انقلابی در زمینه شناسایی و بررسی مورفولوژی ریز ساختار ها را ایجاد کنند. ابتدا تصور می‌شد که بین پای مارمولک و سطح نیروی چسبندگی بالایی وجود دارد. اما این نیرو از کجا آمده است؟ منشاء این نیروی چسبنده سوالی بوده که مدت زیادی بی پاسخ مانده است. در سال ۲۰۰۰ گزارشی از پاهای چسبنده مارمولک به چاپ رسید که در آن مکانیزم چسبندگی پاهای مارمولک بیان شده بود. آن‌ها این نیروی چسبندگی خاص را ناشی از تجمع نیروی واندروالس بین رشته‌های متعدد پای گکو و مولکول‌های سطحی مواد جامد عنوان کردند. کشف این حقیقت نیز مرهون استفاده از میکروسکوپ‌های الکترونی قدرتمندی بود که می‌توانست ابعاد نانومتری را به نمایش بگذارد نیروی واندروالس یک نیروی جاذبه یا دافعه الکترومغناطیسی ضعیف است که بین مولکول‌های خنثی نزدیک به هم وجود دارد. با این حال ارتباط بین این نیرو در مقیاس مولکولی و چسبندگی پاهای مارمولک غیرقابل قبول به نظر می‌رسد. بررسی انجام شده با میکروسکوپ الکترونی روی پاهای یک گکوی توکای(در آسیای جنوبی یافت می‌شود) نشان می‌دهد که نزدیک به پانصد هزار موی(ستا) برجسته روی پای مارمولک قرار دارد. هر مو حدود ۱۰۰ میکرومتر (دو برابر قطر موی انسان) طول دارد و ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ رشته ظریف با برجستگی انتهایی(اسپاتول) روی آن است. به خاطر این ساختار سلسله مراتبی، فاصله بین مولکول‌های سطحی و موها خیلی نزدیکتر به هم می‌شود و نیروهای واندروالس عمل می‌کند. هر چند نیروی ایجاد شده با هر موی واحد اندک است اما تجمع نیروها از هزاران رشته مو به اندازه کافی قدرتمند می‌شود. محاسبات انجام شده نشان می‌دهد که یک پای گکوی ۱۰۰ نیوتن نیروی چسبندگی ایجاد می‌کند.

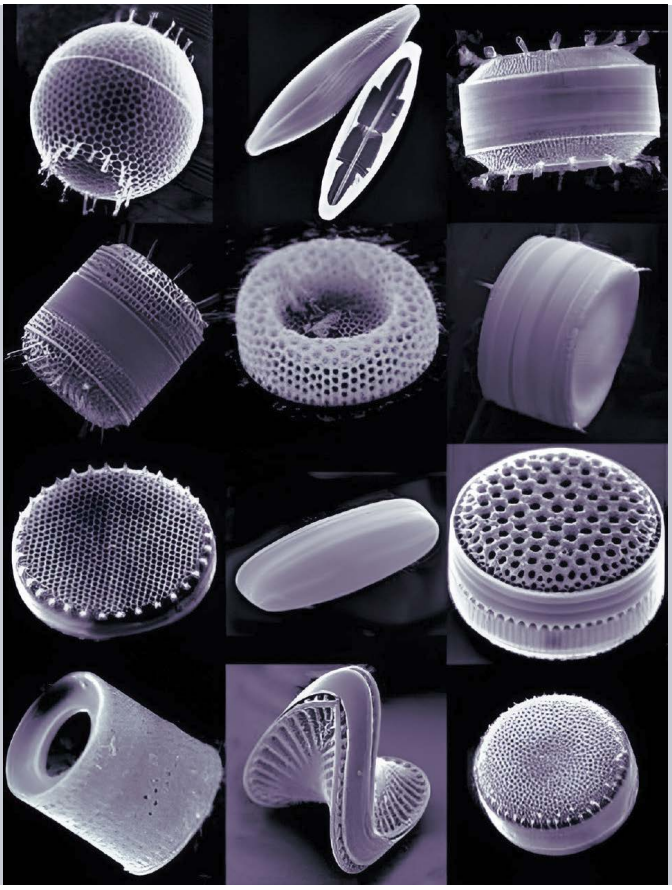
از سویی نیروی ایجاد شده تک رشته ای می‌تواند وزن یک مورچه را تحمل کند و با یک میلیون رشته با مساحتی کمتر از یک سکه ۱۹۶ نیوتن نیروی چسبندگی ایجاد می‌شود. در واقع یک گکو می‌تواند بدنش را با یک بند انگشت هم نگه دارد. پای گکو هم خصوصیت خود تمیز شوندگی و ضد خوردگی نیز دارد و همیشه تمیز است. این به خاطر عدم تعادل نیروهای چسبندگی یک ذره آلوده از رشته موهای مجاور است. ایده نوار چسب‌های گکو از مکانیزم استفاده شده در پای مارمولک الهام گرفته شده است تا بتواند حرکت روی سطوح صاف و سقف‌های‌شیشه‌ای را ممکن کند. چسب گکو خودتمیز شونده می‌باشد و بارها چسبیده و جدا می‌شود. چسب گکو فیلمی با آرایه‌های فشرده‌ای از میله‌های منعطف پلی ایمیدی است که با روش لیتوگرافی پرتو الکترونی و حکاکی پلاسمای اکسیژن آماده می شود. این رشته‌ها به اندازه‌ای ظریف و فشرده هستند که نیروی چسبندگی گکو را به همان حد ایجاد کنند. موهای‌نوار چسب گکو ۲۰۰۰ نانومتر طول و ۲۰۰ نانومتر قطر دارند و به سطحی منعطف چسبیده است. یک سانتیمتر مربع از نوار گکو حدود ۱۰۰ میلیون از این رشته موها دارد و می‌تواند وزن یک کیلوگرم را روی صاف‌ترین سطوح تحمل کند. این چسب مواد شیمیایی مضر چسب‌های معمول را ندارد. این نوار باید از کنار کشیده شود تا جدا شود. کاربرد چنین نواری می‌تواند در کاربردهای رباتیک باشد. با این حال در مرحله کنونی فرایند ساخت نوار چسب گکو آنقدر طولانی و پرهزینه می باشد که فعلاً تجاری نیست. کاربردهایی که برای این چسب‌ها در نظر گرفته شده است، گیره‌ها و بخیه‌های جراحی، ابزارهای ایمنی برای صخره نوردی، بندهای یک طرفه نایلونی، بانداژهای ساده‌تر و دستکش‌های چسبنده برای دروازه‌بان‌ها و... می باشد.





پارچه‌های ضدآب

قابلیت فوق العاده عنکبوت در چسبیدن و بالارفتن از سطوح صاف معلق بر اساس نیروهای واندروالس است. بعد از محاسبات آن ها دریافتند که نیرویی که پاها به عنکبوت می‌دهند، ۱۷۰ برابر وزن بدنش است. این نیرو کمی متاثر از محیط پیرامون می‌باشد، به صورتی که عنکبوت می‌تواند از سطوح تر یا صاف هم عبور کند. بعد از مشاهده پاهای عنکبوت زیر میکروسکوپ SEM مشخص شد در این پاها نیز تعداد زیادی موی ستا وجود دارد که روی آن‌ها یک لایه چندصد نانومتری قرار گرفته است. با این ستا و ستول‌ها، عنکبوت می‌تواند از سطح یک جامد بالا برود و همچنین اندازه‌گیری‌های بیشتر با AFM نشان داد که هر ستول می تواند ۴۰ نانونیوتن ایجاد کند، این آنقدر زیاد است که بتواند یک عنکبوت ریز ۱۵ میلی گرمی را جابجا کند. دانشمندان عقیده دارند این نیروی چسبندگی از تعامل واندروالسی بین ستول‌هایی که اتصال ضعیفی دارند و فاصله هر کدام از آن‌ها با هم حدود چندین نانومتر است. تجمع اثر تعامل‌های بسیار خرد، روی همه ۸ پای عنکبوت می‌تواند به نیرویی منجر شود که در ابعاد عینی بسیار بزرگ است. این ویژگی در بدن عنکبوت و پاهای آن به پدیده‌ای منجر میشود که کمک می‌کند عنکبوت در آب خیس نشود. بر این اساس پارچه‌هایی ساخته شده که در آب خیس نمی شوند.



ترکیبات سیلیسی

دانشمندانی که حالت جامد را بررسی می‌کردند سال های زیادی را مشغول بررسی روش های ساخت ترکیبات سیلیسی بودند، سرانجام با بررسی میکروارگانیسم درون جلبک ها، متوجه ساخت ترکیبات سیلسی در ابعاد نانو شدند، این مواد با روش سل ژل تولید می شدند و از این روش در ساخت نانو ساختارها استفاده گسترده ای می شود.

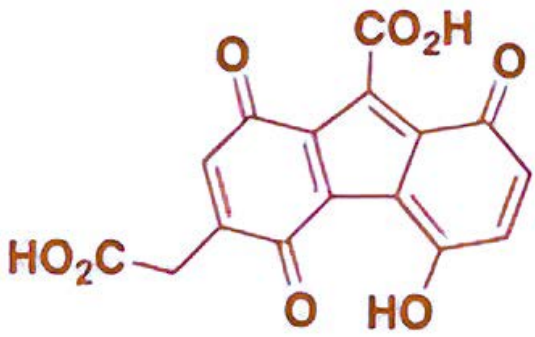
صفحات ضد انعکاس

اگر به کمک میکروسکوپ‌های الکترونی به چشم یک حشره نگاه کنیم، متوجه می‌شویم که سطح چشم حشرات صاف نیست بلکه با یک لایه نانوساختار دارای دره‌ها و قلّه‌ها پوشیده شده که این دره‌ها و قلّه‌ها مدام تکرار می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید هنگامی که نور به سطحی برخورد می‌کند قسمتی از آن منعکس شده و قسمتی وارد جسم می‌شود. محققان با بررسی خواص نوری این لایه نشان داده‌اند که این لایه نانوساختار یک لایه ضد انعکاس است که تقریباً می‌تواند تمام نور ورودی به خود را جذب کند. قلّه‌های این لایه در حدود ۲۵۰ نانومتر ارتفاع دارند و در فاصله ۲۰۰ تا ۲۵۰ نانومتری از یکدیگر قرار گرفته اند. می‌دانیم که طول موج نور مرئی در محدوده ٤۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است. اما قلّه‌ها و دره‌های روی لایه ضد انعکاس ابعادی کمتر از این مقدار یعنی در حدود ۲۵۰ نانومتر دارند بنابراین هنگامی که نور به این سطح برخورد می‌کند این قلّه‌ها را ندیده و در حقیقت سطحی را می‌بینند که خواص نوری آن میانگینی از خواص نوری ساختار کلی سطح است. این ساختار روی بال پروانه و برخی حشرات وجود دارد که باعث نامرئی شدن آن‌ها و در امان ماندن از شکارچی‌ها می شود. از این ساختار برای ساختن صفحات ضد انعکاس الگو برداری شده است.

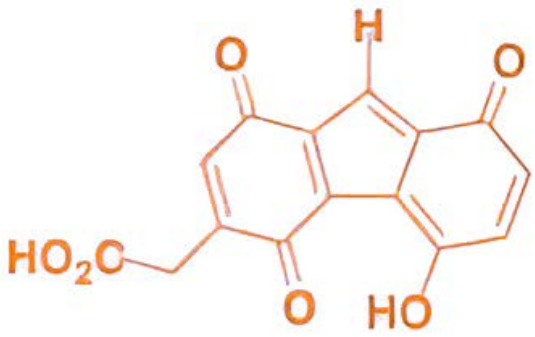
اگر در یک روز آفتابی سعی کرده باشید فیلمی را با استفاده از تلفن همراه یا تبلت خود تماشا کنید احتمالاً مجبور شده اید آن را با زاویه ای خاص در دستان خود نگه دارید تا انعکاس نور خورشید از صفحه تلفن همراه چشمان شما را نیازارد. اما اگر روی صفحه تلفن همراه شما یک لایه ضد انعکاس وجود داشت احتمالاً به این مشکل برخورد نمی کردید. لایه های ضد انعکاس در بسیاری از دستگاه های اپتیکی مانند شیشه ها، لنزهای نوری، صفحات تلویزیون ، لامپ های LED و غیره کاربرد دارند.

ساختار ضد آفتاب

در بین ترکیب‌های شیمیایی، عَرَق اسب‌های آبی به عنوان یک ماده ضدآفتاب، آب‌دوست و ضدباکتری شناخته می‌شود. در عرق این حیوان هیپوسودوریک اسید وجود دارد، که این عرق، نور را در محدود طول موج ۲۰۰ تا ٦۰۰ نانومتر جذب می‌کند و پوست حساس و نازک اسب آبی را مانند کرم ضدآفتاب حفاظت می‌کند. اما خاصیت جذب UV مخصوص این ماده نیست و جاذب‌های UV در موجودات دریایی به همراه خاصیت ضدباکتری به وفور دیده می‌شود.



Hipposudoric Acid



Norhipposudoric Acid

گیاه ادل ویز در کوه‌های آلپ در ارتفاعات ۳۰۰۰ متری یافت می‌شود. در این ارتفاع، نور ماوراءبنفش شدت بالاتری دارد. اما گیاه با لایه‌ای از فیلامنت‌های توخالی پوشیده شده است. خود این فیلامنت‌ها با نانوساختارهایی که اندازه آن‌ها ۱۰۰ تا ۲۰۰ نانومتر است، پوشیده شده‌اند. این ابعاد تقریباً هم اندازه با طول موج نور UV است و نانوذرات گیاه را از تخریب در برابر این تابش منع می‌کند. این ساختار تقریباً همه نور مرئی را بازتاب می‌کند و رنگ سفید گل را روشن‌تر می‌کند. از این ساختارها برای ساخت ضد آفتاب استفاده می شود.

نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی چند نانو ساختار طبیعی پرداختیم که از آن ها برای استفاده صنعتی الگو گرفته شده است. همان طبیعتی که امروزه مورد بی رحمی انسان واقع شده و انسان برای آسایش خود دست به نابودی و تخریب آن زده است، بی‌آن که بداند این آسایش عمر کوتاهی دارد و در واقع دست به نابودی خود زده است، همان طبیعتی است علاوه بر منابع مادی، منبع الهام برای بسیاری از اختراعات است.

'Ecocide' movement pushes for a new international crime: Environmental destruction

www.nbcnews.com, April7,2021.1:30pm

منابع

1. H Terwisscha-Dekker, M Grzelk, S Lépinay, D Bonn Biotribology, How does 'Gecko tape'work? 2021 – Elsevier

2. L. Jiang, L. Feng, Bioinspired Intelligent Nanostructured Interfacial Materials, 2010.

3. Inspiration from creation, nanoeducation.ir

4. J Li, Z Guo, W Liu - Advanced Materials, Biomimetic Superhydrophobic Materials Construct from Binary Structure: A Review on Design, Properties, and Applications

Interfaces, 2022

طرحی از یاسمین رزاقی

نادر انقطاع (۱۳۳٤) دانشمند ایرانی ـ آمریکایی و از پیشتازان نانوتکنولوژی در جهان است. که در سال ۲۰۲۳ برنده مدال بنجامین فرانکلین، یکی از قدیمی‌ترین جوایز علمی شد.