

صادرات نانوی ایرانی

صادرات نانوداروی ضدسرطان  
به عراق و سوریه

پژوهش در ایران

دستگاه نانوپوشش  
فوق سخت ایرانی با قابلیت  
رقابت جهانی

ریاست جمهوری  
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان  
ستاد توسعه فناوری های نانو و میکرو

# فناوری نانو

سال بیست و سوم | زمستان ۱۴۰۳ | شماره ۴ | پیاپی ۲۸۹  
ISSN 2228 - 5385



به کارگیری مبدل های نانوکاتالیستی  
در اگزوز خودرو برای دستیابی به هوای پاک





# چهاردهمین مسابقه ملی فناوری نانو

تابستان ۱۴۰۴

14th National  
Nanotechnology Competition  
2026 Summer

جوایز

امتیاز بنیاد ملی نخبگان  
جوایز نقدی و غیر نقدی ارزنده برای برگزیدگان  
مجوز ورود به شبکه مدرسان نانو  
راهیابی به مرحله انتخابی سومین المپیاد  
بین‌المللی دانشجویی نانو فناوری در سال ۲۰۲۶

کسب اطلاعات بیشتر

۰۲۱-۸۸۴۸۶۴۹۰

۰۹۰۲۵۵۵۵۴۶۲

nef.nano.ir

nanoeducation.ir

nef.nano.ir

IRNanoCompetition



# فصلنامه فناوری نانو

۲۸۹

سال بیست و سوم | زمستان ۱۴۰۳ | شماره ۴ | پیاپی ۲۸۹

## صادرات نانوی ایرانی

۲ صادرات نانوداروی ضدسرطان به عراق و سوریه

## نانو در ایران

- ۳ نانوداروی ایرانی که برای ۹۰ درصد از بیماران سرطانی قابل استفاده است
- ۴ تمیز، برق، مقاوم؛ ویژگی محصولات نانویی برای محافظت از خودرو و ساختمان رونق تولید نانوکاتالیست‌های پایه آلومینا در ایران؛ گامی به سوی خودکفایی در صنعت نفت و پتروشیمی
- ۵ دستگاه نانوپوشش فوق سخت ایرانی با قابلیت رقابت جهانی
- ۶ دستگاه تصفیه پساب ایرانی آلاینده‌ها را ناپدید می‌کند
- ۷ تشخیص عامل عفونت و زخم معده با کیت نانویی
- ۸

## پژوهش در ایران

۹ دانشگاه صنعتی شریف: فناوری شیرین‌سازی آب با قابلیت تولید انرژی

## گزارش

- ۱۰ به‌کارگیری مبدل‌های نانوکاتالیستی در آگزوز خودرو برای دستیابی به هوای پاک
- ۱۵ مزایای اقتصادی استفاده از فناوری نانو در صنایع رادیاتورسازی
- ۲۲ نسل جدید بسته‌بندی‌های نانوهوشمند در صنایع غذایی
- ۲۷ کاربردهای فناوری نانو در صنعت گیاهان دارویی

## اخبار تجاری سازی

۳۱

## اخبار پژوهشگران

۳۸

صاحب امتیاز:

ستاد توسعه فناوری‌های نانو و میکرو

مدیرمسئول: علی محمد سلطانی

سردبیر: عماد احمدوند

مدیریت اجرا:

شرکت توسعه فناوری مهرپژئن

مدیر داخلی: محمد اکبرزاده

دبیر صنعت: مهدی کدخدائی

دبیر خبر: داود قرالیو

همکاران این شماره:

آتوسا زنگنه، فهیمه مظاهری، اشکان عبدشاهی، سروش صحرانیان، نشمیل کریمیان، منیژه نعمت‌پور

مدیر هنری و طراح گرافیک:

محمدرضا صاحبی

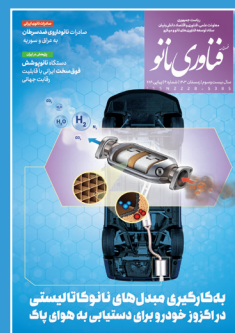
طراحی جلد: زهرا فیض

صفحه آرایی: مهدیه مه‌آبادی

- فصلنامه فناوری نانو آماده انتشار مقالات و دیدگاه‌های محققان و صاحب‌نظران است.
- مسئولیت صحت مطالب بر عهده نویسندگان است.
- نقل مطالب فصلنامه فناوری نانو با ذکر منبع بلامانع است.
- آرشیو نشریه فناوری نانو در سایت [www.nano.ir](http://www.nano.ir) موجود است.



نشانی: تهران، ستارخان، خیابان حبیب‌اله، خیابان شهید متولیان، شماره ۹  
صندوق پستی: ۱۴۵۶۵-۳۴۴  
امور مشترکان: ۰۲۱۶۶۸۱۷۱۲۵۹  
تلفن: ۰۲۱۶۳۱۰۰  
وبسایت: [www.nano.ir](http://www.nano.ir)  
پست الکترونیک: [newsletter@nano.ir](mailto:newsletter@nano.ir)





## صادرات نانوداروی ضدسرطان به عراق و سوریه



تمامی سخت‌گیری‌های وزارت بهداشت و چالش‌های مربوط به اخذ مجوزها، ما موفق به کسب تمامی تأییدیه‌های لازم شدیم.»

وی در خصوص دستورالعمل مصرف این دارو گفت: «سینا دوکسوزوم از طریق انفوزیون داخل وریدی تجویز می‌شود و دوز مناسب آن بسته به نوع درمان و وضعیت بیمار متغیر است. در درمان سرطان سینه و تخمدان، دوز ۵۰ میلی‌گرم هر چهار هفته یک بار معمولاً پیشنهاد می‌شود.»

مدیرعامل شرکت دانش‌بنیان اکسیر نانوسینا، در خصوص ظرفیت تولید این شرکت دانش‌بنیان بیان کرد: «سالانه ۲۰ هزار عدد از سینا دوکسوزوم تولید می‌شود که به‌طور کامل نیاز کل کشور را برطرف می‌سازد.»

### ■ ۷ هزار نانوداروی ایرانی به زودی راهی عراق می‌شود

مدیرعامل این شرکت دانش‌بنیان در ادامه به دستاوردهای اخیر اشاره کرد و گفت: «این محصول دانش‌بنیان، تنها به تأمین نیاز داخلی بسنده نمی‌کند؛ تثبیت برند داروهای نانو ایرانی در بازارهای جهانی و رقابت با محصولات مشابه بین‌المللی هدف اصلی ماست.»

وی همچنین از موفقیت‌های صادراتی شرکت خبر داد و افزود: «تاکنون موفق به صادرات دارو به کشور سوریه شده‌ایم و برنامه‌ریزی شده است که ۷ هزار عدد از این نانودارو تا پایان سال جاری به عراق صادر شود.»

### ■ کمتر از یک‌دهم قیمت نمونه‌های وارداتی

پوراحمدی در پایان با اشاره به قیمت‌های رقابتی نانوداروها مطرح کرد: «قیمت نمونه جهانی این دارو ۶۵ دلار و قیمت نمونه داخلی ۷۵۰ هزار تومان (بدون در نظر گرفتن تعرفه بیمه) است. این سطح از تولید نه تنها به تأمین نیاز بیماران سرطانی کمک می‌کند، بلکه کاهش وابستگی کشور به واردات داروهای مشابه را به همراه دارد و موجب صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌های ارزی می‌شود.»

شرکت دانش‌بنیان اکسیر نانوسینا موفق به صادرات نانوداروی ضدسرطان به کشور سوریه شده و تا پایان سال جاری قرار است ۷ هزار عدد از این نانودارو به عراق صادر شود.

شرکت اکسیر نانوسینا با تولید سالانه ۲۰ هزار نانوداروی «سینا دوکسوزوم»، نه تنها دورنمای جدیدی برای درمان سرطان به وجود آورده بلکه به کاهش وابستگی کشور به داروهای وارداتی نیز کمک شایانی کرده است.

ازجمله دستاوردهای ارزشمند فناوری نانو، ساخت انواع نانوداروها برای کنترل و درمان بیماران سرطانی است. یکی از این نانوداروها سینا دوکسوزوم نام دارد؛ مشابه این دارو پیشتر توسط یک شرکت آمریکایی تولید و با قیمتی بسیار بالا به بازار عرضه می‌شد، حالا این محصول با تلاش متخصصان شرکت دانش‌بنیان نانویی به شکلی نوین و مقرون به صرفه‌تر به جامعه پزشکی کشور ارائه می‌شود. شرکت دانش‌بنیان اکسیر نانوسینا با تکیه بر فناوری‌های پیشرفته نانو، موفق به تولید نسخه بومی این دارو شده است.

احمد پوراحمدی؛ مدیرعامل شرکت اکسیر نانوسینا ضمن اشاره به اینکه سینا دوکسوزوم به‌عنوان یک داروی ضدتومور نقش مهمی در درمان انواع خاصی از سرطان‌ها ایفا می‌کند، تصریح کرد: «این دارو در درمان سرطان سینه متناستاز یافته کاربرد دارد، به‌خصوص برای بیمارانی که به دلیل سابقه یا عوامل خطرزا با مشکلات قلبی مواجه هستند. سینا دوکسوزوم در درمان سرطان تخمدان پیشرفته نیز مؤثر است و به‌عنوان یک گزینه درمانی مهم در کاهش رشد و گسترش سلول‌های سرطانی عمل می‌کند.»

وی ادامه داد: «این دارو همچنین به‌عنوان یک راهکار مؤثر در درمان کاپوسا ساوکوما در بیماران مبتلا به ایدز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرآورده حاوی دارویی است که قابلیت از بین بردن سلول‌های سرطانی به‌طور انتخابی را دارد. دوکسوروبیسین هیدروکلراید موجود در این دارو به‌وسیله پوشش‌های کروی کوچک لیپوزومی احاطه شده است.»

این فعال فناوری، ضمن اشاره به اینکه، فرایند تغلیظ در این دارو موجب می‌شود که دارو به‌طور مؤثرتری از طریق جریان خون به سمت بافت‌های سرطانی هدایت شود، خاطر نشان کرد: «این نوآوری می‌تواند امید جدیدی را برای بیماران سرطانی و به‌ویژه افراد مبتلا به ایدز به ارمغان آورد، زیرا این امکان را به آن‌ها می‌دهد که درمانی کارآمد و با عوارض کمتر را تجربه کنند.»

پوراحمدی همچنین ضمن اشاره به اینکه، کار پژوهش و مطالعات فناورانه برای ساخت این دارو از یک دهه قبل توسط جمعی از متخصصان دانشگاهی این شرکت دانش‌بنیان آغاز شد، گفت: «این تلاش‌ها با پشتکار و عزم راسخ تیم تحقیقاتی صورت گرفت و علی‌رغم



## نانوداروی ایرانی که برای ۹۰ درصد از بیماران سرطانی قابل استفاده است



یافته است. این کاهش هزینه نه تنها دسترسی بیماران به این فناوری را افزایش می‌دهد، بلکه پتانسیل صادراتی مناسبی را نیز برای ایران ایجاد می‌کند. با توجه به اینکه سیستم لنفاوی یکی از مسیرهای اصلی متاستاز در سرطان هاست، استفاده از این رادیوداروی می‌تواند برای حدود ۹۰ درصد از بیماران سرطانی قابل استفاده باشد.

برخلاف سایر رادیوداروها که معمولاً برای تشخیص یک نوع خاص از سرطان استفاده می‌شوند، تیلانوسپت قادر است گسترش سرطان را در کل سیستم لنفاوی اسکن کند. این ویژگی باعث می‌شود که این دارو برای طیف وسیعی از سرطان‌ها قابل استفاده باشد.

رادیوداروها به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند: رادیوداروهای بر پایه FDG؛ این رادیوداروها به دلیل ساختار گلوکز خود، به سلول‌هایی که مصرف گلوکز بالایی دارند (مانند سلول‌های سرطانی) متصل می‌شوند. با این حال، از آنجاکه سلول‌های غیرسرطانی نیز گلوکز مصرف می‌کنند، این رادیوداروها انتخاب‌گری پایینی دارند و ممکن است عوارض جانبی بیشتری ایجاد کنند.

رادیوداروهای بر پایه آنتی‌بادی؛ این رادیوداروها به دلیل ساختار خاص خود، انتخاب‌گری بالاتری برای سلول‌های سرطانی دارند. اما به دلیل اندازه بزرگ مولکول‌های آنتی‌بادی، خطر بروز واکنش‌های حساسیتی در بیماران بیشتر است.

رادیوداروهای پپتیدی؛ این رادیوداروها با استفاده از پپتیدهای اختصاصی که به گیرنده‌های سطح سلول‌های سرطانی متصل می‌شوند، دقت تشخیص را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهند. ساختار کوچک‌تر این رادیوداروها باعث کاهش خطر واکنش‌های حساسیتی و افزایش وضوح تصویر در عکس‌برداری می‌شود. تیلانوسپت نیز از این دسته رادیوداروهاست و به دلیل ساختار پپتیدی خود، دقت و کارایی بالایی در تشخیص سرطان دارد.

این دستاورد فناورانه به بهبود کیفیت زندگی بیماران سرطانی کمک می‌کند و همچنین جایگاه ایران را در حوزه فناوری‌های پزشکی و نانو در سطح جهانی ارتقا می‌دهد. با توجه به پتانسیل صادراتی این محصول، ایران می‌تواند به یکی از بازیگران اصلی در بازار رادیوداروها تبدیل شود.

با تولید نانوداروی پیشرفته تیلانوسپت، ایران به جمع کشورهای پیشرو در فناوری تشخیص سرطان پیوسته است. این رادیودارو نه تنها دقت تشخیص سرطان را افزایش می‌دهد، بلکه هزینه‌های تشخیص را نیز می‌تواند کاهش می‌دهد. با این دستاورد، حدود ۹۰ درصد بیماران با سرطان‌های مختلف در ایران، می‌توانند به روشی ارزان‌تر و دقیق‌تر برای تشخیص و درمان دسترسی داشته باشند.

شرکت دانش‌بنیان آپرین سما فارمد با تولید ماده مؤثره رادیوداروی تشخیصی تکنسیوم، ایران را به دومین کشور صاحب این نوع فناوری پیشرفته تشخیص سرطان تبدیل کرده است. این محصول که با نام تیلانوسپت شناخته می‌شود، گامی بزرگ در حوزه تشخیص و درمان سرطان محسوب می‌شود و می‌تواند تحولی بزرگ در کاهش هزینه‌های تشخیص سرطان ایجاد کند.

چرا تشخیص دقیق سیستم لنفاوی مهم است؟ یکی از اصلی‌ترین مسیرهای گسترش سرطان (متاستاز)، انتقال سلول‌های سرطانی از طریق سیستم لنفاوی است. در سرطان‌هایی مانند پستان، ریه و دستگاه تناسلی، تشخیص دقیق میزان درگیری غدد لنفاوی برای جراحان حیاتی است. اگر جراحان نتوانند به موقع غدد لنفاوی درگیر را شناسایی کنند، مجبور به خارج کردن بخش‌های بزرگی از سیستم لنفاوی می‌شوند. این عمل نه تنها عوارض جانبی زیادی برای بیماران به همراه دارد، بلکه می‌تواند سیستم ایمنی و گردش خون آن‌ها را به شدت تحت تأثیر قرار دهد.

رادیوداروی تیلانوسپت به‌عنوان یکی از اختصاصی‌ترین رادیوداروهای تشخیصی غدد لنفاوی، این مشکل را حل کرده است. با تزریق این رادیودارو و انجام اسکن، جراحان می‌توانند موقعیت و میزان دقیق گره‌های لنفاوی آلوده به سرطان را شناسایی کنند. این فناوری دقت تشخیص را افزایش می‌دهد و از جراحی‌های غیرضروری و عوارض ناشی از آن جلوگیری می‌کند.

تولید این رادیوداروی پیشرفته از سال ۲۰۱۳ در انحصار آمریکا بود، اما با تلاش متخصصان ایرانی، دانش فنی تولید آن به‌صورت کاملاً بومی به دست آمده است. این محصول پس از گذراندن موفقیت‌آمیز مراحل پیش‌بالینی، وارد فاز بالینی شده است. تیلانوسپت یک ماکرومولکول پیچیده پلیمری است که علاوه بر قابلیت حمل رادیویزوتوپ تشخیصی تکنسیوم، می‌تواند به گیرنده‌های سطح سلول‌های سرطانی متصل شود. این ویژگی باعث می‌شود که این دارو بتواند با دقت بالا سلول‌های سرطانی را شناسایی کند.

یکی از مهم‌ترین مزایای تولید این رادیودارو در ایران، کاهش چشمگیر هزینه‌های تشخیص است. هزینه نقشه‌برداری سیستم لنفاوی با استفاده از تیلانوسپت در ایران به یک‌دهم قیمت‌های جهانی کاهش

## تمیز، براق، مقاوم؛ ویژگی محصولات نانویی برای محافظت از خودرو و ساختمان



ساختمان، راه‌حل‌های نوینی برای محافظت از سازه‌ها در برابر رطوبت، آتش‌سوزی و آلاینده‌ها ارائه کرده است.

**نانوملات پایه سیمانی آب‌گریز:** این ملات با خاصیت فوق‌آب‌گریز از نفوذ آب به سطوح ساختمان جلوگیری می‌کند و در عین حال، به تمیز کردن گردوغبار و آلاینده‌ها از سطح کمک می‌کند. این محصول به ویژه در مناطقی با اقلیم مرطوب مانند شمال کشور که مشکل خزه و جلبک رایج است، کاربرد زیادی دارد.

**نانوپوشش فوق‌آب‌گریز پایه پلی‌یورتان:** این پوشش با خاصیت ضدآب و ضد خوردگی، برای محافظت از سطوح مختلف ساختمان، تیرهای چراغ برق و مخازن صنعتی استفاده می‌شود. این محصول نه تنها از زنگ‌زدگی جلوگیری می‌کند، بلکه به دلیل خاصیت عایق حرارتی از افزایش دمای سازه‌ها در تابستان نیز جلوگیری می‌نماید.

### ■ ویژگی‌های منحصر به فرد محصولات شریف نانو پارس

**خاصیت آنتی‌استاتیک:** محصولات این شرکت دارای خاصیت آنتی‌استاتیک هستند که از چسبیدن گردوغبار به سطوح جلوگیری می‌کند و تمیزکاری را آسان‌تر می‌نماید.

**عدم نیاز به آب:** برخی از محصولات این شرکت مانند کارواش و موتورشوی خودرو، بدون نیاز به آب قابل استفاده هستند که این موضوع به صرفه‌جویی در مصرف آب و جلوگیری از مشکلاتی مانند زنگ‌زدگی کمک می‌کند.

**مقاومت در برابر عوامل محیطی:** محصولات ساختمانی این شرکت مانند ملات ضدآب و پوشش‌های نانویی، در برابر رطوبت، خوردگی و آتش‌سوزی مقاوم هستند و طول عمر سازه‌ها را افزایش می‌دهند. محصولات شرکت شریف نانو پارس با توجه به کیفیت بالا و قیمت رقابتی، قابلیت رقابت در بازارهای صادراتی را دارد. به گفته مدیرعامل این شرکت، محصولات نانویی این شرکت تولیدی نه تنها با نمونه‌های خارجی رقابت می‌کنند بلکه از نظر قیمتی نیز بسیار مقرون به صرفه‌تر هستند.

شرکت شریف نانو پارس، پیشگام در تولید محصولات نانویی برای صنایع ساختمانی و خودرو، محصولاتی برای تمیز نگه داشتن خودرو و نمای ساختمان دارد که به افزایش استحکام و بهبود عملکرد سازه‌ها و قطعات خودروها نیز کمک می‌کند.

شرکت دانش‌بنیان شریف نانو پارس به عنوان یکی از شرکت‌های پیشرو در فناوری نانو در ایران با بهره‌گیری از تحقیقات گسترده علمی و همکاری با اساتید دانشگاه، محصولات نانویی مختلف با کاربردهای متنوع در صنایع ساختمان و خودرو را تولید و به بازار عرضه می‌کند. این شرکت با پنج محصول حوزه ساختمان و خودرو که گواهی نانومقیاس دارند، گام مهمی در جهت بهبود کیفیت و افزایش طول عمر سازه‌ها و خودروها برداشته است.

شرکت شریف نانو پارس با استفاده از فناوری نانو، محصولاتی را برای بخش‌های مختلف خودرو طراحی کرده است که علاوه بر افزایش زیبایی، به حفظ و افزایش طول عمر خودرو کمک می‌کنند.

**کارواش خودرو حاوی نانوذرات:** این محصول با ساختار نانویی و خاصیت آنتی‌استاتیک، از نفوذ ذرات گردوغبار و جرم‌های محیطی به بدنه خودرو جلوگیری می‌کند. استفاده از این محصول نیاز به آب ندارد و فرایند تمیزکاری را ساده‌تر می‌کند.

**براق‌کننده و پاک‌کننده چرخ و داشبورد خودرو:** این محصول با استفاده از نانوذرات، از نفوذ ذرات گردوغبار و کثیفی به سطوح لاستیک و داشبورد جلوگیری می‌کند. خاصیت آنتی‌استاتیک این محصول باعث می‌شود جرم‌های بسیار ریز نیز به راحتی پاک شوند و از ایجاد ترک در سطوح جلوگیری می‌شود.

**موتورشوی خودرو:** موتور خودرو به دلیل تماس با گردوغبار، رطوبت و روغن، نیاز به شست‌وشوی منظم دارد. موتورشوی نانویی این شرکت با خاصیت آنتی‌استاتیک و قابلیت حل کردن چربی‌ها، بدون نیاز به آب، از زنگ‌زدگی اجزای فلزی موتور جلوگیری می‌کند و عملکرد آن را بهبود می‌بخشد.

شرکت شریف نانو پارس با تولید محصولات نانویی برای صنعت



# رونق تولید نانوکاتالیست‌های پایه آلومینا در ایران؛ گامی به سوی خودکفایی در صنعت نفت و پتروشیمی



پایه آلومینا در ایران به یک کالای راهبردی تبدیل شده است. به عنوان مثال پتروشیمی آبادان که پیش‌تر با مشکل تأمین کاتالیست مواجه بود، با استفاده از کاتالیست‌های تولیدی شرکت نانوپارس اسپادانا، نه تنها کیفیت محصولات خود را بهبود بخشید، بلکه وابستگی به واردات را نیز کاهش داد. این همکاری منجر به صرفه‌جویی ارزی قابل توجهی شده است.

## ■ فرصت‌های شغلی و توسعه صنعتی

تولید کاتالیست‌های پایه آلومینا در ایران، علاوه بر کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصولات، فرصت‌های شغلی زیادی نیز ایجاد کرده است. شرکت‌های فعال در این حوزه با دریافت سفارش‌های داخلی و خارجی، ظرفیت تولید خود را افزایش داده‌اند و به دنبال راه‌اندازی خطوط صادراتی هستند. با توجه به بازخوردهای مثبت از سوی صنایع داخلی و افزایش تقاضا برای کاتالیست‌های نانو ساختار، پیش‌بینی می‌شود استفاده از این محصولات در سال‌های آینده گسترش یابد. این موضوع نه تنها به خودکفایی بیشتر ایران در صنایع نفت و پتروشیمی منجر می‌شود، بلکه امکان صادرات این فناوری به سایر کشورها را نیز فراهم می‌کند.

بازار جهانی کاتالیست‌های صنعتی در سال ۲۵۰ بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار بوده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۶ به حدود ۲۶ میلیارد دلار برسد. لازم به ذکر است که بازار کاتالیست‌های پالایشگاهی در سال ۲۵۹ حدود ۴ میلیارد دلار ارزش داشته است. کاتالیست‌های پالایشگاهی بخش بزرگی از این بازار را تشکیل می‌دهند و با توجه به رشد صنایع نفت و گاز، تقاضا برای این محصولات در حال افزایش است. ایران به عنوان یکی از کشورهای پیشرو در تولید کاتالیست‌های نانو ساختار، پتانسیل بالایی برای حضور در این بازار جهانی و افزایش سهم خود از این صنعت پررونق دارد.

تولید کاتالیست‌های پایه آلومینا با استفاده از فناوری نانو، گامی بزرگ در جهت کاهش وابستگی به واردات، بهبود کیفیت محصولات و صرفه‌جویی ارزی است. شرکت‌های ایرانی با بهره‌گیری از دانش فنی بومی، توانسته‌اند جایگاه خود را در بازارهای داخلی و بین‌المللی تثبیت و آینده‌ای روشن برای صنعت نفت و پتروشیمی ایران ترسیم کنند.

شرکت‌های ایرانی با بهره‌گیری از فناوری نانو، کاتالیست‌های پایه آلومینا با کیفیت جهانی را تولید و به صنایع نفت و پتروشیمی عرضه می‌کنند. این دستاورد نه تنها وابستگی صنایع نفت و پتروشیمی به واردات را کاهش داده، بلکه با بهبود کیفیت محصولات و کاهش هزینه‌ها، گامی مهم در جهت خودکفایی و صرفه‌جویی ارزی برداشته است.

شرکت‌های ایرانی فعال در حوزه فناوری نانو با تولید کاتالیست‌های پایه آلومینا، تحولی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی ایجاد کرده‌اند. این کاتالیست‌ها که با استفاده از فناوری نانو و ساختارهای متخلخل تولید می‌شوند، عملکرد بهتری در فرایندهای شیمیایی مانند گوگردزدایی، ایزومریزاسیون و تولید بنزین دارند.

## ■ فناوری نانو و بهبود عملکرد کاتالیست‌ها

کاتالیست‌ها موادی هستند که در فرایندهای شیمیایی بدون مصرف شدن، سرعت واکنش‌ها را افزایش می‌دهند. آلومینا (اکسید آلومینیوم) به عنوان یکی از مهم‌ترین مواد پایه در تولید کاتالیست‌ها، به دلیل پایداری شیمیایی و حرارتی بالا در صنایع مختلفی مانند نفت، گاز، پتروشیمی و حتی داروسازی کاربرد دارد. با استفاده از فناوری نانو، ابعاد ذرات آلومینا کاهش یافته و سطح فعال آن افزایش می‌یابد. این موضوع باعث می‌شود کاتالیست‌های نانو ساختار بازدهی بیشتری داشته و هزینه‌های تولید کاهش یابد.

## ■ تولید داخلی کاتالیست‌های پایه آلومینا

در سال‌های اخیر، چندین شرکت ایرانی موفق به تولید کاتالیست‌های پایه آلومینا با کیفیت جهانی شده‌اند. شرکت نانوپارس اسپادانا یکی از پیشگامان این حوزه است که با استفاده از روش‌های نوین، پودر آلومینای نانو ساختار با فاز غالب گاما تولید می‌کند. این شرکت علاوه بر فروش پودر آلومینا، کاتالیست‌های تخصصی مانند نانوکاتالیست‌های گوگردزدایی، اکسی‌کلراسیون و دهیدروژناسیون را نیز به بازار عرضه کرده است.

شرکت توسعه دانش و فناوری ایلینا نیز با تولید کاتالیست‌های نفتا ریفورمینگ، نقش مهمی در تولید بنزین با کیفیت بالا ایفا کرده است. این کاتالیست‌ها بر پایه آلومینا و با استفاده از نانوذرات تولید می‌شوند و در فرایندهای شیمیایی مانند تشکیل ترکیبات آروماتیک و هیدروژن زدایی کاربرد دارند.

## ■ کاهش وابستگی به واردات و صرفه‌جویی ارزی

با توجه به تحریم‌ها و محدودیت‌های واردات، تولید کاتالیست‌های

## دستگاه نانو پوشش فوق سخت ایرانی با قابلیت رقابت جهانی



شرکت فن آوران نانو پوشش جم به عنوان یکی از شرکت های دانش بنیان ایرانی، دستگاه های پیشرفته لایه نشانی پوشش های فوق سخت به روش PVD را تولید و به بازار عرضه می کند. این دستگاه ها که با قیمتی ۵۰ تا ۷۰ درصد ارزان تر از نمونه های اروپایی عرضه می شوند، قابلیت افزایش طول عمر قطعات صنعتی تا ۲۰۰ برابر را دارند و می توانند تحولی بزرگ در صنایع خودرو، نفت و گاز، هوافضا و پزشکی ایجاد کنند.

**■ فناوری PVD: راه حلی برای افزایش طول عمر قطعات صنعتی**  
فناوری رسوب فیزیکی بخار (PVD) یکی از روش های پیشرفته مهندسی سطح است که با ایجاد پوشش های نانو ساختار روی قطعات، مقاومت آن ها را در برابر سایش، خوردگی و اصطکاک به شدت افزایش می دهد. در این روش فلزاتی مانند تیتانیوم، کروم و زیرکونیوم در شرایط خلأ تبخیر می شوند و به صورت لایه های نازک روی سطح قطعات رسوب می کنند. این پوشش ها نه تنها طول عمر قطعات را افزایش می دهند بلکه راندمان عملکرد آن ها را نیز بهبود می بخشند.

**■ دستگاه های نانو پوشش جم قابلیت هایی در کلاس جهانی**  
دستگاه های تولیدی شرکت نانو پوشش جم با بهره گیری از فناوری های نوین، قابلیت هایی در کلاس جهانی دارند که آن ها را قابل رقابت با نمونه های خارجی می کند:

- قیمت این دستگاه ها ۵۰ تا ۷۰ درصد ارزان تر از نمونه های اروپایی است؛
- امکان اجرای هم زمان پوشش های نانولایه با ترکیبات مختلف؛
- سرعت لایه نشانی بسیار بالا؛
- ارائه خدمات پس از فروش با کیفیت بالا نسبت به خدمات رقبای اروپایی در داخل کشور.

**■ کاربردهای گسترده در صنایع مختلف**  
نانو پوشش های تولیدی این شرکت در صنایع مختلف کاربردهای فراوانی دارند:

- صنعت خودرو:** با پوشش دهی قطعاتی نظیر گیربکس، طول عمر آن ها افزایش یافته و حتی سرعت خط تولید نیز افزایش یافته است. این بهبود راندمان، هزینه های تولید را به شدت کاهش می دهد.
- صنعت نفت و گاز:** در کمپرسورهای گازی، استفاده از نانو پوشش ها باعث افزایش طول عمر و مقاومت قطعات در برابر خوردگی و سایش شده است.

**صنعت پزشکی:** پوشش های نانو ساختار روی ابزارهای پزشکی و دندان پزشکی، مقاومت آن ها را در برابر سایش و خوردگی افزایش داده و طول عمر آن ها را به طور چشمگیری بهبود می بخشد.  
**صنعت هوافضا:** قطعات توربین های گازی با استفاده از این پوشش ها، قادر به کار در سرعت های بالا و شرایط سخت هستند.

### ■ صادرات به بازارهای جهانی

شرکت نانو پوشش جم تاکنون موفق به صادرات محصولات خود به کشورهایی مانند چین شده است. این شرکت در حال مذاکره با چند کشور دیگر برای گسترش صادرات است و هدف آن، حضور در بازارهای آسیای شرقی و ترکیه است.  
شرکت فن آوران نانو پوشش جم با بهره گیری از فناوری های نوین و نوآوری های داخلی، توانسته است دستگاه های پیشرفته ای تولید کند که نه تنها نیاز صنایع داخلی را برطرف می کنند، بلکه قابلیت رقابت با نمونه های خارجی را نیز دارند. این دستاوردها نشان دهنده توانمندی شرکت های دانش بنیان ایرانی در حوزه فناوری های پیشرفته است و گامی مهم در جهت کاهش وابستگی به واردات و افزایش صادرات فناوری های نوین محسوب می شود. با توجه به مزایای فراوان نانو پوشش ها، انتظار می رود که استفاده از این فناوری در صنایع مختلف گسترش یابد و نقش کلیدی در افزایش بهره وری و کاهش هزینه های تولید ایفا کند.



# دستگاه تصفیه پساب ایرانی آلاینده‌ها را ناپدید می‌کند



کشور، به نام آوا پروتئین پایتخت، با موفقیت پیاده‌سازی شده است. به گفته مدیرعامل شرکت آوا پروتئین پایتخت، آن‌ها این فناوری را استفاده کرده و نتایج بسیار رضایت‌بخشی به دست آورده‌اند. پساب خروجی این شرکت که روزانه ۴۰۰ هزار لیتر است، اکنون به آبی تبدیل شده که قابل استفاده مجدد در خط تولید است. به گفته سید عباس کاشانچی؛ مدیر فنی شرکت بستانانو فناوری فیدار، نانوحباب‌ها پس از ورود به پساب، دچار فروپاشی شده و انرژی خود را به پساب منتقل می‌کنند. این انرژی باعث جداسازی چربی‌ها و شکست ماکرومولکول‌ها می‌شود و در نهایت پساب را به طور کامل تصفیه می‌کند.

## ■ حفاظت از محیط‌زیست و کاهش هزینه‌ها

این دستگاه نه تنها به بهبود کیفیت آب‌ها کمک می‌کند، بلکه نقش مؤثری در حفاظت از منابع آبی و پایداری محیط‌زیست دارد. با استفاده از این فناوری، صنایع می‌توانند پساب‌های خود را به استانداردهای محیط‌زیستی برسانند و از آلودگی محیط جلوگیری کنند. شرکت بستانانو فناوری فیدار با بهره‌گیری از کادر مجرب و متخصص، به دنبال گسترش فعالیت‌های خود در زمینه تصفیه بهینه آب و فاضلاب صنعتی است و آماده همکاری با صنایع مختلف برای ارائه راهکارهای کارآمد در این زمینه است. این دستاورد علمی و فناوری، گامی مهم در جهت کاهش آلاینده‌های صنعتی و حفظ محیط‌زیست است و نشان‌دهنده توانمندی شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی در ارائه راهکارهای نوین برای چالش‌های محیط‌زیستی است.

دستگاه نانوحباب هیدرودینامیکی ایرانی را می‌توان راه‌حلی نوین برای تصفیه پساب‌های صنعتی با هزینه کم و کارایی بالا دانست. شرکت دانش‌بنیان بستانانو فناوری فیدار با طراحی و ساخت دستگاه نانوحباب هیدرودینامیکی، گامی بلند در جهت تصفیه پساب‌های صنعتی برداشته است. این دستگاه با استفاده از فناوری نانوحباب، قادر به حذف آلاینده‌های سنگین و پایدار از آب و پساب است و بدون نیاز به مواد شیمیایی، هزینه‌های عملیاتی را به طور چشمگیری کاهش داده است. دکتر مهدی اعتمادی؛ مدیرعامل شرکت بستانانو فناوری فیدار، درباره این فناوری نوین چنین توضیح می‌دهد: «نانوحباب‌های تولید شده در این دستگاه با ابعاد ۲۰۰ نانومتر به دلیل نسبت سطح به حجم بالا، انتقال گاز را تسهیل می‌کنند. این نانوحباب‌ها با ثبات قابل توجه در مایع، زمان تعامل با آلاینده‌ها را افزایش داده و از طریق جاذبه الکترواستاتیکی، جامد معلق، فلزات سنگین و سایر ذرات باردار منفی را از آب جدا می‌کنند.» وی افزود: «این دستگاه بدون نیاز به مواد شیمیایی، راندمان بالایی در حذف آلاینده‌ها دارد و به دلیل مصرف برق کمتر و هزینه‌های عملیاتی پایین، گزینه‌ای مقرون به صرفه برای صنایع مختلف از جمله کشاورزی، آبریز، پروری و صنایع نفت و گاز است.» مدیرعامل شرکت بستانانو فناوری فیدار همچنین از قابلیت‌های این دستگاه در گوگردزایی از نفت، گاز و روغن خبر داد و اعلام کرد که این شرکت آماده همکاری با مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی در زمینه‌های مختلف از جمله صنایع غذایی و نفت و گاز است.

## ■ کاربرد موفق در صنایع بزرگ

این فناوری پیش از این در یکی از بزرگ‌ترین کارخانه‌های پروتئینی

## تشخیص عامل عفونت وزخم معده با کیت نانویی



مدفوع شناسایی کند. این روش به دلیل حساسیت بالا و همچنین هزینه کم و غیرتهاجمی بودن به عنوان روش شناسایی رایج و مناسب برای تشخیص، پیگیری درمان یا غربالگری افراد جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

آزمایشگاه‌های تشخیص طبی، آزمایشگاه بیمارستان‌ها، داروخانه‌ها، کلینیک‌های پزشکی و افراد عادی در منزل می‌توانند از این کیت نانویی استفاده نمایند. این کیت در برخی مراکز درمانی نظیر کلینیک گوارش و کبد بهبود و داروخانه بیمارستان طالقانی عرضه می‌شود.

لازم به ذکر است در سال‌های اخیر، هلیکوباکتر پیلوری، به عنوان عامل اول سرطان معده طبقه‌بندی شده است. با تشخیص زود هنگام عفونت می‌توان در درمان دارویی به راحتی عفونت را حذف کرد.

شرکت سنجه بستری برای تولید انواع کیت‌های تشخیصی با استفاده از فناوری Lateral flow assay است که امکان تشخیص سریع، آسان و مقرون به صرفه را برای غربالگری اولیه، شرایط اورژانسی و محدودیت امکانات فراهم می‌نماید. عرضه تمامی محصولات شرکت سنجه براساس استانداردهای ISO ۱۳۴۸۵: ۲۰۱۳ و ISO ۹۰۰۱: ۲۰۱۵ است.

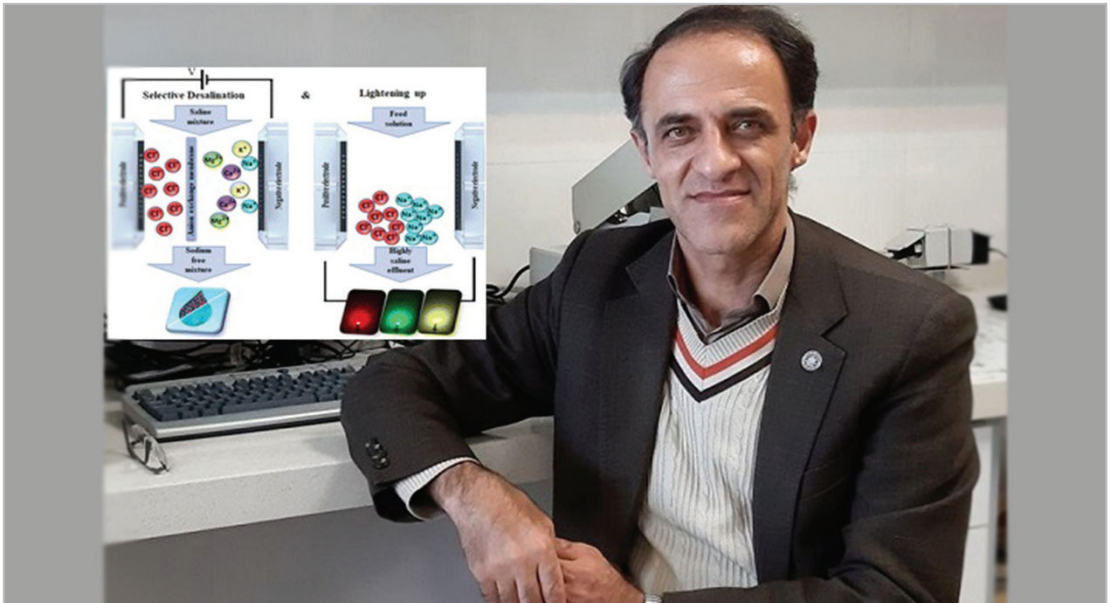
به منظور تشخیص عفونت معده با باکتری هلیکوباکترپیلوری، شرکت زیست تشخیص سنجه کیت تشخیص ویژه‌ای ساخته که می‌توان از آن برای شناسایی سریع این باکتری استفاده کرد. هلیکوباکترپیلوری عامل زخم معده و سرطان معده است.

هلیکوباکتر پیلوری (H. Pylori)، شایع‌ترین میکروبی است که انسان‌ها را در بُعد جهانی آلوده کرده است، به طوری که نیمی از مردم دنیا (بیش از ۴ میلیارد نفر) مبتلا به عفونت هلیکوباکتری بوده و شیوع آن در جهان به ۴۴٫۳ درصد رسیده است. این باکتری عامل خطری برای زخم‌های معده و دوازدهه، گاستریت مزمن یا سرطان معده است. هرچند که این باکتری تنها عامل خطر برای سرطان‌های دستگاه گوارش نیست و عوامل دیگر همچون سابقه خانوادگی، رژیم غذایی، ژنتیک فرد و... نیز در بروز آن دخیل هستند اما شناسایی و کاهش عفونت فعال ناشی از هلیکوباکتر پیلوری به ویژه در کشورهای درحال توسعه از راه‌های پیشگیری و کاهش بروز سرطان‌های دستگاه گوارش محسوب می‌شود.

کیت‌های تشخیص سریع آنتی‌ژن هلیکوباکتر پیلوری به صورت کیفی با استفاده از آنتی‌بادی ضد هلیکوباکتر پیلوری می‌تواند با حساسیت بالا آنتی‌ژن‌های سطحی هلیکوباکتر پیلوری را در نمونه



# دانشگاه صنعتی شریف: فناوری شیرین سازی آب با قابلیت تولید انرژی



عوامل شوری آب به صورت گزینشی توأم با تولید انرژی مورد نیاز برای روشن کردن LEDهای مختلف در هنگام بازیابی سیستم شده‌اند. نانومواد ویژه سنتز شده در این پژوهش در کنار طراحی منحصر به فرد در تولید انرژی از آب نمک و همچنین کم هزینه و دوستدار محیط زیست بودن این فناوری، قابلیت‌های خاصی به این پژوهش داده است.

نتایج این پروژه که توسط سعید شاهرخیان؛ استاد دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شریف و تیم تحقیقاتی وی انجام شده، در قالب مقاله‌ای با عنوان "Towards an advanced electrochemical horizon: ion selectivity and energy harnessing through hybrid capacitive deionization with carbon-coated  $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3$  and N-rich carbon nests" در نشریه Materials Chemistry A به چاپ رسیده و در دسترس پژوهشگران قرار گرفته است.

پیش از این نیز این گروه، پژوهشی بر روی آب دریا و جداسازی یون‌های مختلف از نمونه آب خلیج فارس انجام داده بودند که نتایج آن نیز در مجله Acs Applied Materials & Interfaces منتشر شد.

پژوهشگران دانشگاه صنعتی شریف موفق به طراحی سیستم نوآورانه‌ای شده‌اند که عملکرد دوگانه دارد. در این فناوری خالص سازی آب به همراه تولید انرژی برق به صورت هم‌زمان صورت می‌گیرد. در این روش نمک سدیم کلرید با بیشترین فراوانی در بین عوامل شوری آب، به صورت گزینشی از آب خارج شده و به صورت هم‌زمان انرژی مورد نیاز برای روشن کردن LEDهای مختلف در هنگام بازیابی سیستم تولید می‌شود. این فرایند با استفاده از نانومواد صورت می‌گیرد.

روش یون زدایی خازنی به شیرین سازی آب با حذف نمک‌ها و آلاینده‌های مختلف از آن به صورت یون با کمک فرایند الکتروشیمیایی گفته می‌شود. در این روش تجمع آلاینده‌های مختلف به صورت یون و در اثر اعمال پتانسیل به الکترودهای یک سل ابرخازن الکتروشیمیایی اتفاق می‌افتد. اخیراً در کنار این قابلیت امکان تولید انرژی از طریق بازیابی یون‌های تجمع یافته در سطح ابرخازن‌ها در چرخه و جذب به مزایای این روش افزوده شده است. این روش به عنوان یک روش کارآمد و کم هزینه شیرین سازی آب در جهان مطرح شده است و راه حل جدیدی برای مواجهه با حل بحران امروزی آب و انرژی ارائه می‌کند.

در این راستا پژوهشگران دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شریف موفق به طراحی یک سیستم نوآورانه با عملکرد دوگانه فوق العاده در خالص سازی آب از نمک سدیم کلرید با بیشترین فراوانی در بین



برای دسترسی به مقاله، رمزینۀ  
پاسخ سریع (کیوآرکد) روبه‌رو را پویش  
کنید.

# به کارگیری مبدل‌های نانوکاتالیستی در آگزوز خودرو برای دستیابی به هوای پاک



تهیه‌کننده شرکت پیشگامان فناوری دریچه

هوای سالم یکی از عوامل مؤثر بر سلامتی و افزایش کیفیت زندگی انسان است. هر فرد در هر دقیقه به طور متوسط ۱۵۰,۰۰۰ سانتی‌متر مکعب هوا وارد ریه خود و از آن خارج می‌کند، از این رو داشتن هوای پاک یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های بشر محسوب می‌شود [۱].

هستند که اولین نوع آن‌ها در ۱۹۷۶ در آمریکا برای موتورهای بنزینی اجباری شد [۲، ۳].

## مبدل کاتالیستی چیست؟

مبدل کاتالیستی قطعه‌ای در خروجی آگزوز خودروهای بنزینی یا دیزلی است که وظیفه تبدیل گازهای خروجی مضر به ترکیبات بی‌ضرر را بر عهده دارد. این فرایند براساس انجام واکنش‌هایی است که در حضور کاتالیست به وقوع می‌پیوندد. بنابراین مهم‌ترین بخش هر مبدل کاتالیستی، ذرات کاتالیست هستند. مبدل‌های کاتالیستی با توجه به اینکه چه تعداد آلاینده را به ترکیب‌های بی‌خطر تبدیل می‌کنند به مبدل‌های دومنظوره، سه‌منظوره و چهارمنظوره تقسیم می‌شوند که با توجه به نوع نیاز استفاده می‌شود [۴].

در مبدل‌های کاتالیستی از فلزات پلاتین، پالادیوم و رودیوم به عنوان

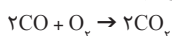
## آلودگی هوا با دود آگزوز خودروها

آلودگی محیط‌زیست از جمله پیامدهای ناخواسته فناوری است و خودروها یکی از منابع اصلی تولید آلاینده‌های هوا و همچنین ایجاد پدیده‌های ثانویه ناشی از آلودگی هوا همچون اثر گلخانه‌ای و باران‌های اسیدی هستند. استفاده از تمامی سازوکارها که در جهت کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی پاسخگوی نیازها باشد، همواره مورد توجه قرار گرفته است. یکی از این ابزارها، به کارگیری مبدل‌های کاتالیستی در مسیر آگزوز خودروهاست. مبدل کاتالیستی وسیله‌ای است که در سیستم خروجی موتور خودرو نصب می‌شود و با استفاده از کاتالیست‌ها، ترکیبات مضر خروجی موتور را به ترکیبات بی‌ضرر تبدیل می‌نماید. مبدل‌های کاتالیستی از دهه ۷۰ میلادی با هدف کاهش آلودگی هوا، بر سر راه گازهای خروجی موتورهای بنزینی نصب شده‌اند. جدیدترین و مرسوم‌ترین نوع آن‌ها، مبدل‌های سه‌منظوره

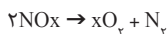
### عملکرد مبدل کاتالیستی

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، آلودگی‌های خروجی از آگروز به شدت بر کیفیت هوا تأثیر می‌گذارند. فناوری‌های مختلفی مانند بهبود در طراحی موتور، پیش‌تصفیه سوخت، استفاده از افزودنی‌های سوخت و سوخت‌های جایگزین با آلایندگی کمتر، تنظیم بهتر فرایند احتراق و... برای کاهش سطوح انتشار آلاینده از وسایل نقلیه در نظر گرفته شده‌اند. اما علی‌رغم برخورداری از فناوری‌های مختلف برای کاهش تولید آلاینده‌های موتورهای احتراق داخلی، مبدل کاتالیستی بهترین راه‌حل برای کاهش آلاینده‌ها در مرحله پس از تولید آن‌ها در موتورهای بنزینی و دیزلی است. مبدل کاتالیستی بین لوله آگروز و مینیفولد آگروز نصب می‌شود. آگروز، حاوی گازهای مضر مانند  $NO_x$ ،  $CO$ ،  $HC$ ، ذرات معلق و دوده است. همه این آلاینده‌های خروجی از درون مبدل عبور می‌کنند که در آن کاتالیست بدون واکنش با آلاینده‌ها، این گازها را طی واکنش‌های شیمیایی به دی‌اکسید کربن، آب، اکسیژن و نیتروژن تبدیل می‌کند (شکل ۲) [۹]. در مبدل‌های کاتالیستی، سه واکنش رخ می‌دهد که به شرح زیر است [۹]:

■ دو واکنش اکسایش که در آن مونوکسید کربن به دی‌اکسید کربن و ترکیبات  $HC$  به دی‌اکسید کربن و آب تبدیل می‌شوند.



■ یک واکنش کاهش که در آن  $NO_x$  به اکسیژن و نیتروژن تبدیل می‌شود.



کاتالیست‌ها در واکنش مصرف نمی‌شوند اما با جذب ترکیبات واکنش‌دهنده روی سطح خود و کاهش در مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش، سرعت انجام واکنش را بالاتر می‌برند. عوامل متعددی بر کارایی مبدل کاتالیستی تأثیر می‌گذارد، مانند دمای مبدل کاتالیستی به‌ویژه در ابتدای روشن کردن خودرو، ظرفیت ذخیره‌سازی اکسیژن، غیرفعال شدن کاتالیست، ترکیب شیمیایی کاتالیست و هندسه داخلی مبدل کاتالیستی. مطالعه این عوامل به محققان اجازه می‌دهد تا کارایی مبدل‌های کاتالیستی را بهبود بخشند.

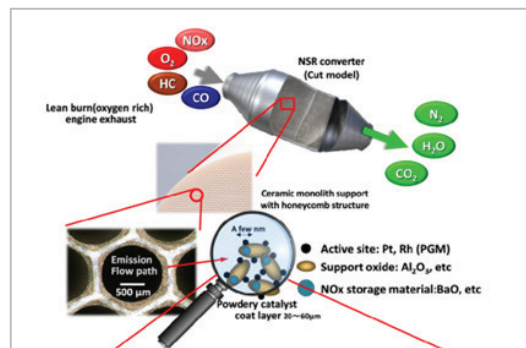
تأثیر دمای مبدل کاتالیستی بر بازده آن در ثانیه‌های ابتدایی روشن کردن خودرو را شروع سرد<sup>۱</sup> می‌نامند. از لحظه روشن کردن خودرو و عبور دود خروجی از مبدل کاتالیستی، به تدریج دمای کاتالیست افزایش می‌یابد و بازده فرایند کاتالیستی نیز افزایش می‌یابد. به دمایی که در آن بازده فرایند تبدیل به ۵۰ درصد می‌رسد دمای فعال‌سازی<sup>۲</sup> می‌گویند و به زمانی که طول می‌کشد کاتالیست به این دما برسد، زمان فعال‌سازی<sup>۳</sup> اطلاق می‌شود. آلاینده‌های منتشر شده در فرایند شروع سرد، ۶۰ تا ۸۰ درصد از کل آلاینده‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. از این‌رو تلاش‌های فراوانی برای کاهش زمان فعال‌سازی انجام شده و در دست اقدام است. روش‌های کاهش

کاتالیست استفاده می‌شود که به فلزات گروه پلاتین یا PGM<sup>۱</sup> معروف هستند، هرکدام از این فلزات تأثیر خاصی در تبدیل گازهای خروجی از آگروز خودرو به گازهای کم‌ضرر دارند. افزایش پلاتین موجب افزایش تبدیل  $CO$  و  $HC$  (هیدروکربن با سوختن ناقص)، افزایش پالادیوم موجب افزایش تبدیل گازهای  $HC$ ،  $CO$  و  $NO_x$  می‌شود و در نهایت افزایش رودیوم عملکرد مبدل را در تبدیل  $NO_x$  بهبود می‌بخشد [۴]. هر مبدل کاتالیستی سه جزء اصلی دارد: مونولیت سرامیکی، پایه کاتالیست و ذرات کاتالیست (شکل ۱). مونولیت سرامیکی یک قطعه سرامیکی است که معمولاً از جنس کوردیریت است و آنچه که با چشم غیرمسلح از ساختار کلی مبدل کاتالیستی دیده می‌شود، در واقع همان مونولیت است. ساختار مونولیت باید به نحوی باشد که سطح زیادی را در دسترس قرار دهد. مونولیت‌ها، استوانه‌ای شکل با سطح مقطع دایره یا بیضی هستند که مجاری بسیار ریزی با مقطع چندضلعی دارند که نوع مربعی و شش‌ضلعی آن‌ها که ساختار لانه‌زنبوری دارند، از انواع مرسوم مونولیت‌ها هستند. از گاما آلومینا به عنوان پایه کاتالیست استفاده می‌شود و همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، PGM هم به عنوان کاتالیست در این مبدل‌ها به کار می‌رود [۵].

نحوه ساخت مبدل کاتالیستی به این صورت است که ابتدا گاما آلومینا بر روی سطح مونولیت تثبیت می‌شود سپس مونولیت درون دوغاب حاوی PGM قرار داده می‌شود و ذرات کاتالیست بر روی گاما آلومینا نشانداده می‌شوند [۵].

مبدل‌های کاتالیستی حاوی فلزات گروه پلاتین شامل پالادیوم، پلاتین و رودیوم و ترکیباتی از جمله آلومینا و سریم اکساید هستند. با وجود مزایای برجسته فلزات گروه پلاتین در ساختار مبدل‌های کاتالیستی، استفاده از این ترکیبات مشکلاتی را نیز به همراه دارد. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در استفاده از فلزات گروه پلاتین، بحث هزینه بالا و منابع محدود این فلزات است [۷].

برخی مبدل‌های کاتالیستی معمولی حاوی تقریباً ۹ گرم پلاتین است که این میزان فلز گران‌بها موجب افزایش قیمت مبدل‌های کاتالیستی می‌شود [۸].



شکل ۱- ساختار مبدل کاتالیستی در بزرگ‌نمایی‌های مختلف [۶]



با استفاده از نانوذرات PGM را به بازار عرضه کرد. در حالی که مبدل‌هایی با اندازه ذرات کاتالیست حدود ۲۰ نانومتر تولید می‌شده است در طی زمان این میزان به کمتر از ۱۰ نانومتر کاهش یافته است. در حال حاضر مبدل‌های کاتالیستی ساخته می‌شوند که اندازه ذرات کاتالیست پلاتین و پالادیوم در آن‌ها کمتر از ۳ نانومتر است [۳، ۹].

### ■ نقش فناوری نانو در افزایش سطح مونولیت

هندسه مبدل کاتالیستی نیز از اهمیت فراوانی برخوردار است. مبدل کاتالیستی باید در عین حال که سطح ویژه بالایی فراهم می‌کند، خروج گاز را نیز با اختلال مواجه نکند. به همین دلیل از مونولیت‌های سرامیکی و گاهی فلزی استفاده می‌شود. این مونولیت‌ها گرچه سطح ویژه بالایی در مقیاس میکروسکوپی فراهم می‌نمایند اما در مقیاس میکروسکوپی، سطوح مناسبی برای جذب مولکول‌ها نیستند. از این رو لازم است که سطح ویژه آن‌ها در مقیاس میکروسکوپی هم افزایش یابد. به این منظور یک لایه نازک از ماده‌ای متخلخل که در اغلب موارد گاما آلومیناست، بر روی مونولیت نشانده می‌شود. گاما آلومینا ساختار نانومتخلخل دارد و سطح ویژه را در مقیاس میکروسکوپی به شدت افزایش می‌دهد. اکنون مونولیت آماده است که پذیرای مواد فعال یا همان ذرات کاتالیست شود.

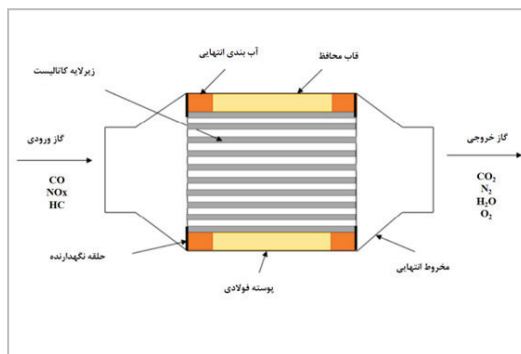
### ■ استفاده از نانوذرات ذخیره‌کننده اکسیژن برای افزایش بازده

#### مبدل نانو کاتالیستی

در کنار گاما آلومینا به عنوان بستر تثبیت‌کننده نانوذرات فعال، از اکسیدهای سریم نیز بهره گرفته می‌شود که نقش عوامل ذخیره‌کننده اکسیژن را دارند و به افزایش بازده واکنش، کمک می‌کنند. نانوساختارهای سریم اکسید مانند نانوذره و نانومیل به صورت تجاری در ساختار مبدل‌های کاتالیستی به کار برده می‌شوند. حضور سریم علاوه بر این که واکنش‌های اکسایش و کاهش را تقویت می‌کند، منجر به پایداری لایه حاوی فلزات فعال و افزایش مقاومت حرارتی کاتالیست می‌شود [۳، ۱۰].

### ■ معرفی نانومواد فعال جدید و ارزان‌تر

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، گروه PGM مرسوم‌ترین مواد فعال موجود در مبدل‌های کاتالیستی هستند. به دلیل قیمت بالای این مواد، یکی از روندهای فناوری در این حوزه، معرفی کاتالیست‌های ارزان‌تر است که نقش فناوری نانو در این زمینه بی‌بدیل است. از جمله کاتالیست‌های ارزان‌تر به عنوان جایگزین PGM می‌توان به کاتالیست مس، کاتالیست مس-روی، پرووکسایت (CaTiO<sub>3</sub>)، باریم اکسید و منیزیم اکسید اشاره کرد که در اغلب موارد بازده تبدیل بالا از طریق ایجاد نانوساختارهایی از این مواد به دست آمده است [۳، ۹].



شکل ۲- طرح کلی از مبدل کاتالیستی خودرو، گازهای آلاینده ورودی و گازهای خروجی [۹]

این مدت زمان به دو دسته فعال و غیرفعال تقسیم می‌شوند. در روش فعال سعی بر آن است که با گرم کردن مبدل کاتالیستی از طریقی به جز جذب گرمای آگروز (به عنوان مثال از طریق سامانه‌های تولید گرمای الکتریکی) آن را در مدت زمان کوتاه‌تری گرم کنند. در روش‌های غیرفعال سعی می‌شود که به نحوی گرمای بیشتری از سمت آگروز توسط مبدل کاتالیستی جذب شود. یک مثال از آن کم کردن فاصله خروجی آگروز و مبدل کاتالیستی است [۳، ۹].

### تأثیر فناوری نانو بر افزایش بازده کاتالیست خودرو

فناوری نانو از چند طریق توانسته است در بهبود کارایی و کاهش قیمت مبدل‌های کاتالیستی نقش آفرینی کند که در ادامه به آن پرداخته شده است.

### ■ کاهش میزان مصرف مواد فعال PGM

علی‌رغم استفاده از مواد جایگزین مختلف به عنوان کاتالیست در مبدل‌های کاتالیستی، به دلیل بازده بسیار بالای فلزات نجیب مانند PGM، این دسته از مواد هنوز جایگزینی ندارند. برای کاهش میزان مصرف مواد فعال در مبدل‌های کاتالیستی و در نتیجه کاهش قیمت آن، یکی از روندهایی که مدنظر قرار دارد، کاهش اندازه ذرات فعال است. با کاهش اندازه ذرات در ابعاد نانومتری، نسبت سطح به حجم به شدت افزایش می‌یابد. از آنجاکه فرایند کاتالیستی یک فرایند وابسته به سطح است با کاهش اندازه ذرات کاتالیست می‌توان با استفاده از مقدار کمتری از مواد فعال به همان میزان سطح در دسترس برای فعالیت کاتالیستی دست یافت. از این رو با استفاده از مقدار کمتری کاتالیست می‌توان بازده تبدیل مناسبی داشت. به همین دلیل اندازه ذرات PGM در مبدل‌های کاتالیستی به مرور زمان کاهش یافته است.

شرکت مزدا موتور در سال ۲۰۰۷ برای اولین بار مبدل‌های کاتالیستی

آن‌ها متفاوت است. در واقع بخش تحقیق و توسعه این شرکت مطابق شرایط هر خودرو فرمولاسیونی منطبق با شرایط استاندارد برای تولید کاتالیست نانویی در نظر گرفته است.

شرکت صنعت آفرین ماهان نیز از جمله تولیدکنندگان مبدل‌های نانوکاتالیستی است که برای انواع خودروهای داخلی نظیر پراید، کوییک و تیا مبدل تولید می‌کند. این شرکت مبدل‌های کاتالیستی را برای محدوده وسیعی از خودروهای بنزینی و دوگانه‌سوز تولید می‌کند. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، هر یک از مواد فعال، بر روی یکی از واکنش‌های تبدیل گازهای آلاینده تأثیر بیشتری دارد. از آنجاکه ترکیب دود خروجی موتور خودروهای مختلف متفاوت است، ترکیب مواد فعال در کاتالیست‌ها نیز به همین میزان تغییر می‌کند.

شرکت عایق خودرو توس در سال ۱۳۷۹ با هدف تولید عایق‌های صدا و ارتعاش تأسیس شد. این شرکت یک خط کاملاً پیشرفته تولید کاتالیست خودرو با توان تولید ۴۵۰,۰۰۰ قطعه در سال را دارد.

### بازار مبدل‌های نانوکاتالیستی

انتظار می‌رود اندازه بازار جهانی مبدل‌های کاتالیستی خودرو از ۴۶۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۳ به ۸۳۱ میلیارد دلار تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد. در طول دوره پیش‌بینی، رشد سالانه حجم بازار، ۸٫۸ درصد خواهد بود [۱۳].

از میان تمام انواع مبدل‌های کاتالیستی، مبدل‌های سه‌منظوره بیشترین سهم از بازار (حدود ۶۰ درصد) را دارند و سهم آن‌ها از بازار تا سال ۲۰۳۰ افزایشی نیز خواهد بود [۱۴]. به‌لحاظ جغرافیایی بیشترین سهم بازار مربوط به آسیا-اقیانوسیه خواهد بود چرا که ۵۵ درصد از خودروهای جهان در این منطقه تولید می‌شوند [۱۵].

گرچه گسترش استفاده از خودروهای الکتریکی تهدیدی برای استفاده از مبدل‌های کاتالیستی محسوب می‌شود، اما سخت‌گیرانه‌تر شدن استانداردها به‌ویژه در زمینه خودروهای سواری و دیزلی و پتانسیل‌هایی که به‌واسطه فناوری نانو برای بهبود کارایی مبدل‌های کاتالیستی وجود دارد، موجب می‌شود مبدل‌های

### ■ استفاده از نانومواد برای ساخت مونولیت با خاصیت نانوکاتالیستی

از دیگر روندهایی که برای کاهش قیمت مبدل کاتالیستی مورد توجه قرار دارد، تولید مونولیت از موادی ارزان قیمت است که هم‌زمان بتواند به‌عنوان کاتالیست هم عمل کند. به‌عنوان مثال استفاده از زئولیت‌ها به‌عنوان موادی نانوساختار، پایدار و با سطح ویژه بالا به این منظور در پژوهش‌های بسیاری گزارش شده است اما هنوز با تجاری شدن فاصله دارد [۳].

برای جمع‌بندی این بخش باید گفت که به‌طور کلی فناوری نانو موجب شده است که مصرف کاتالیست به حداقل برسد. همچنین بهبود کارایی مبدل کاتالیستی با استفاده از فناوری نانو در محصولات جدید موجب شده که نسبت به محصولات قبلی که با فناوری ۶ سال پیش تولید می‌شدند، قیمت مبدل کاتالیستی به یک سوم کاهش یابد و این در حالی است که به‌لحاظ کیفی نیز استانداردهای یورو ۴، یورو ۵ و یورو ۶ محقق شده است [۷، ۱۱، ۱۲].

### محصولات داخلی

در حال حاضر چندین شرکت داخلی مبدل‌های نانوکاتالیستی تولید و به بازار عرضه می‌کنند که در ادامه معرفی می‌شوند. ایران دلکو یکی از شرکت‌های تولیدکننده مبدل کاتالیستی با فناوری نانو است. شرکت ایران دلکو در سال ۱۳۷۰ در تهران تأسیس شد. در سال ۱۳۸۴ خط تولید مبدل‌های کاتالیستی یورو ۲ با انتقال دانش فنی از شرکت InterKat آلمان شروع شد. واحد تحقیق و توسعه محصول این شرکت در سال ۱۳۸۷ راه‌اندازی و سرانجام پس از ۳ سال هزینه و تلاش مداوم، در سال ۱۳۹۰ موفق به دستیابی به فناوری تولید مبدل‌های کاتالیستی با استاندارد آلاینده‌ی یورو ۴ شد.

این شرکت با استفاده از فناوری نانو در کاتالیست خودرو، موفق به دستیابی به فناوری تولید مبدل‌های کاتالیستی با استاندارد آلاینده‌ی یورو ۴ و ۵ شده است. در این مبدل‌های کاتالیستی همه فلزات گران‌بها از جمله پلاتین، پالادیوم و رودیوم به‌صورت نانوذرات در تمامی سطوح پایه کاتالیستی که دارای تخلخلی بالا هستند، توزیع شده است. گروه بهمن، مگا موتور، ساپکو، سازه‌گستر، زامیاد، آگروز خودرو خراسان، پارس خودرو، سازه‌پوش، گروه صنعتی صابر، گروه خودروسازی سایپا، اپیکو، گروه خودروسازی ایران خودرو، قطعه‌سازان میثاق و پارس آگروز شرکت‌های طرف قرارداد ایران دلکو هستند. ایران دلکو مبدل‌های نانوکاتالیستی خود را به کشورهای ترکیه، پاکستان و منطقه آسیای میانه (CIS) صادر کرده است [۱۸].

شرکت پرتوفرازان آویژه کیمیا نیز با استفاده از فناوری نانو، کاتالیست‌هایی تولید می‌کند که آلاینده‌های خروجی از آگروز خودرو را به حداقل می‌رساند. کاتالیست‌های نانویی شرکت پرتوفرازان برای هر خودرو بسته به نوع آن، بنزین سوز یا گازسوز بودن و فناوری موتور



تولید شرکت‌های تولیدکننده داخلی، به نظر می‌رسد حجم بازار مبدل‌های کاتالیستی در داخل کشور حدود ۵,۰۰۰,۰۰۰ قطعه مبدل کاتالیستی در سال باشد [۱۶].

کاتالیستی، بازار روبه‌رشدی را داشته باشند [۱۵]. با توجه به تولید سالانه بیش از ۱,۲۰۰,۰۰۰ خودرو در کشور و با احتساب کاتالیست‌های موردنیاز برای تعویض کاتالیست‌های فرسوده و همچنین ظرفیت

## پی‌نوشت‌ها

- ۱- Platinum Group Metals
- ۲- Cold Start
- ۳- Light-off Temperature
- ۴- Light-off Time

## منابع

- ۱- A. Tarat. (2024). <https://alitarat.com/>; Oxygen Therapy.
- ۲- [sanatekhodro.com/mag/ID/3604/](https://sanatekhodro.com/mag/ID/3604/);
- ۳- L. Robles-Lorite, R. Dorado-Vicente, E. Torres-Jiménez, G. Bombek, and L. Lešnik, "Recent Advances in the Development of Automotive Catalytic Converters: A Systematic Review," *Energies*, vol. 16, p. 6425, 2023.
- ۴- م. عزیزی، م. فرامرزی، و م. علیزاده شادباد، «تأثیر درصد فلزات گران‌بها (PGM) بر عملکرد مبدل کاتالیستی»، ارائه شده در هفتمین کنگره ملی شیمی و مهندسی شیمی با تأکید بر فناوری‌های بومی ایران، ۱۳۹۹.
- ۵- R. Chaudhary and M. Thakur, "Environmental Pollution Control Using Nano-Particles in SI Engines," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 2015.
- ۶- Y. Nagai, A. Kato, M. Iwasaki, and K. Kishita, "Mechanistic insights into NOx storage-reduction (NSR) catalyst by spatiotemporal operando X-ray absorption spectroscopy," *Catalysis Science & Technology*, vol. 9, 02/14 2019.
- ۷- [indnano.ir/15411](https://indnano.ir/15411)
- ۸- [indnano.ir/14943](https://indnano.ir/14943)
- ۹- E. Kritsanaviparkporn, F. M. Baena-Moreno, and T. Reina, "Catalytic converters for vehicle exhaust: fundamental aspects and technology overview for newcomers to the field," *Chemistry*, vol. 3, pp. 630-646, 2021.
- ۱۰- Z. Wiecka, I. Cota, B. Tylkowski, and M. Regel-Rosocka, "Recovery of platinum group metals from spent automotive converters and their conversion into efficient recyclable nanocatalysts," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, pp. 90168-90179, 2023.
- ۱۱- [indnano.ir/11700](https://indnano.ir/11700)
- ۱۲- [indnano.ir/11109](https://indnano.ir/11109)
- ۱۳- vyzresearch. (2022). <https://www.vyzresearch.com/automotive-transportation/automotive-catalytic-converter-market>.
- ۱۴- Mordor-Intelligence. (2021). <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/automotive-catalytic-converter-market>.
- ۱۵- Markets-and-Markets, "https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/catalytic-converter-systems-market-128255548.html," 2020.
- ۱۶- [www.irna.ir/news/85062047](http://www.irna.ir/news/85062047)



# مزایای اقتصادی استفاده از فناوری نانو در صنایع رادیاتورسازی



نویسندگان اشکان عبدشاهی، سروش صحرائیان

رادیاتورها به عنوان یکی از اصلی ترین وسایل گرمایشی در خانه ها و ساختمان ها استفاده می شوند. این دستگاه ها از یک سیستم لوله های مارپیچی و پنل فلزی تشکیل شده اند که آب یا بخار گرم را از طریق خود عبور داده و گرما را به محیط انتقال می دهند [۱].

می گیرد.

رادیاتورها به صورت عمده به سه نوع اصلی تقسیم می شوند: رادیاتورهای پنی، رادیاتورهای حوله خشک کن و رادیاتورهای چدنی [۵].

## ■ رادیاتورهای پنی

این نوع رادیاتورها از تعدادی پنل فلزی تشکیل شده اند که به طور عمودی یا افقی در کنار هم قرار گرفته اند. رادیاتورهای پنی به دلیل طراحی زیبا، انعطاف پذیری بالا، کارایی بالا و نصب و نگهداری آسان برای استفاده در فضاهای مسکونی و تجاری مناسب هستند.

## ■ رادیاتورهای حوله خشک کن

رادیاتور حوله خشک کن، یک وسیله خشک کننده حوله است

مکانیزم عملکردی رادیاتورها براساس اصول انتقال حرارت و تبدیل انرژی حرارتی به انرژی حرکتی است [۲]. وقتی آب یا بخار گرم از طریق لوله های رادیاتور عبور می کند، حرارت خود را به پنل فلزی رادیاتور منتقل می کند. در واقع رادیاتورها به عنوان یک مبدل حرارتی عمل می کنند که حرارتی که از آب یا بخار گرم دریافت می کنند را به هوا یا محیط اطراف منتقل می کنند [۳]. این انتقال حرارت به وسیله پنل فلزی و لوله های مارپیچی رادیاتور صورت می گیرد که این لوله ها به عنوان طریق اصلی برای عبور آب گرم یا بخار از رادیاتور استفاده می شوند و حرارت را به بدنه رادیاتور منتقل می کنند [۴]. اصلی ترین مشخصات لوله های مارپیچی شامل قطر، ضخامت دیواره، جنس و طول آن هاست که انتخاب مشخصات مناسبی از این لوله ها براساس نیاز گرمایشی فضا و نوع سیستم گرمایشی مورد استفاده، صورت



شکل ۳- رادیاتور چدنی

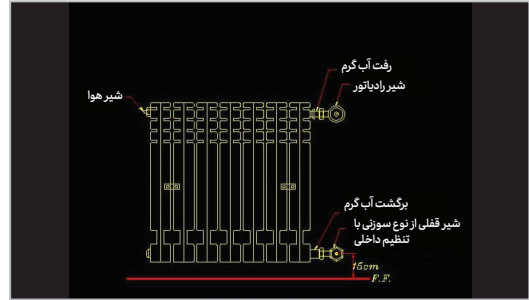
### عوامل مخرب در عملکرد رادیاتورها

#### ■ آب سخت

آب سخت به آبی گفته می‌شود که حاوی غلظت بالایی از مواد معدنی مانند کلسیم و منیزیم است [۷]. وقتی آب سخت به مدت طولانی با سیستم گرمایشی در تماس است، مواد معدنی در آب می‌توانند رسوباتی را ایجاد کنند که به رادیاتورها چسبیده و به آن‌ها ضربه می‌زنند. این رسوبات می‌توانند منجر به کاهش انتقال حرارت از رادیاتورها شوند و کارایی گرمایشی را کاهش دهند. مواد معدنی موجود در آب سخت می‌توانند با مواد دیگر در آب و با سطوح فلزی رادیاتورها واکنش دهند و رسوباتی را ایجاد کنند که به نام «سنگ‌های آب» شناخته می‌شوند. این سنگ‌های آب می‌توانند به‌طور مرتبه‌ای روی سطوح داخلی رادیاتورها تجمع کنند و باعث کاهش عملکرد و کارایی آن‌ها شوند. برای جلوگیری از ایجاد رسوبات ناشی از آب سخت، می‌توان از روش‌هایی مانند نصب فیلترهای آب، استفاده از مواد شیمیایی ضد رسوبات و انجام نگهداری و تمیزی منظم بر روی رادیاتورها استفاده کرد. همچنین استفاده از آب نرم یا استفاده از آب دم‌کرده می‌تواند کمک‌کننده باشد تا رسوبات در سیستم گرمایشی کاهش و عمر رادیاتورها افزایش یابد.

#### ■ هوا

هوا به‌عنوان یکی از عوامل مخرب برای سیستم گرمایشی نیز می‌تواند اثرات مخربی داشته باشد. وجود هوا در سیستم گرمایشی می‌تواند منجر به ایجاد رسوبات و اکسیداسیون فلزات و کاهش فشار در رادیاتورها شود. هنگامی که هوا به سیستم گرمایشی وارد می‌شود، اکسیژن موجود در هوا می‌تواند با فلزات موجود در رادیاتورها و لوله‌ها واکنش دهد و باعث خوردگی و زنگ‌زدگی آن‌ها شود [۸]. این واکنش‌ها می‌توانند منجر به کاهش عمر مفید رادیاتورها و لوله‌ها و تعمیرات و تعویض‌های مکرر شوند. علاوه بر این حضور هوا در سیستم گرمایشی می‌تواند باعث کاهش کارایی گرمایشی و افزایش



شکل ۱- تصویر شماتیک از رادیاتور پئلی

که به‌شکل یک رادیاتور طراحی شده است. این دستگاه دارای شیارهایی برای قرار دادن حوله‌ها و دیگر لباس‌های مرطوب است که باعث تسریع فرایند خشک شدن آن‌ها می‌شود. با قرار دادن حوله‌ها در این رادیاتور، هوای گرم از آن‌ها عبور می‌کند، رطوبت آن‌ها را جذب می‌کند و باعث خشک شدن سریع‌تر آن‌ها می‌شود. این دستگاه به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای خشک کردن حوله‌ها به‌صورت طبیعی یا با استفاده از ماشین لباسشویی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ■ رادیاتورهای چدنی

این نوع رادیاتورها از چدن ریخته شده ساخته شده‌اند و به دلیل ساختار محکم و مقاومی که دارند، برای استفاده در سیستم‌های گرمایش صنعتی و تجاری مناسب هستند. این نوع رادیاتورها به دلیل ساختار چدنی خود، مقاومت بالایی دارند و در برابر فشار و دماهای بالا تحمل خوبی دارند [۶]. از طرفی این نوع از رادیاتورها به خوبی حرارت را جذب و منتقل می‌کند که به راحتی می‌توانند فضا را گرم کنند و کارایی بالایی در کنار عمر نسبتاً طولانی داشته باشند. از طرفی عوامل مخربی وجود دارند که هر یک از آن‌ها به نوبه خود می‌تواند بر راندمان و عملکرد رادیاتورها تأثیر منفی بگذارد که از مهم‌ترین این عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:



شکل ۲- رادیاتور حوله‌خشک‌کن

خوردگی و سایر مشکلات در سیستم‌های گرمایشی و خنک‌کننده استفاده از پوشش‌های حاوی نانوذرات است.

فلزات در انواع مختلف برای ساخت رادیاتور مورد استفاده قرار می‌گیرند که شاخص‌ترین آن‌ها آلومینیوم، فولاد و چدن هستند. در حال حاضر شرکت‌ها تمایل زیادی به استفاده از فولاد در ساخت رادیاتورها دارند. از همین رو پوشش‌دهی رادیاتورها با استفاده از نانوذرات یک فرایند پیچیده و تخصصی است که به منظور بهبود انتقال حرارت و کارایی سیستم خنک‌کننده انجام می‌شود. در این فرایند، نانوذرات یا می‌توانند به عنوان مواد پُرکننده (filler) به مایع خنک‌کننده اضافه شوند و یا اینکه به صورت پوششی روی سطح رادیاتور اعمال شوند تا خواص حرارتی و هدایت حرارتی آن بهبود یابد.

در حالتی که این نانوذرات به صورت یک مخلوط همگن در مایع خنک‌کننده توزیع شوند، به دلیل ابعاد نانومتری خود، می‌توانند بهبود قابل توجهی در انتقال حرارت و هدایت حرارتی ایجاد کنند. برخی از نانوذراتی که به عنوان پُرکننده در پوشش‌دهی رادیاتورها استفاده می‌شوند، عبارت‌اند از [۱۰]:

- نانوذرات اکسید فلزی مانند نانوذرات اکسید آلومینیوم، اکسید تیتانیوم و اکسید آهن؛
- نانوذرات کربنی مانند نانوتیوب‌ها و گرافن؛
- نانوذرات فلزی مانند نقره، طلا و مس؛
- نانوذرات سیلیکاتی مانند نانوسیلیکا.

در برخی موارد نانوذرات به صورت پوشش روی سطح رادیاتور نیز استفاده می‌شوند تا سطح رادیاتور پوشش داده شود و خواص حرارتی آن بهبود یابد. این فرایند به عنوان پوشش نانوذرات بر روی سطح رادیاتور شناخته می‌شود. در واقع پوشش نانوذرات بر روی سطح رادیاتور یک فرایندی است که در آن نانوذرات به صورت نازک و یکنواخت بر روی سطح رادیاتور پوشش داده می‌شوند. این فرایند ممکن است با استفاده از روش‌های مختلفی از جمله روش‌های شیمیایی، فیزیکی یا مکانیکی انجام شود. هدف اصلی از پوشش نانوذرات بر روی سطح رادیاتور، افزایش سطح تماس، افزایش انتقال حرارت بهبود یافته و جلوگیری از خوردگی است.

بنابراین هر دو روش اضافه کردن نانوذرات به مایع خنک‌کننده و یا پوشش نانوذرات بر روی سطح رادیاتور می‌تواند به بهبود کارایی سیستم حرارتی رادیاتور کمک کند و رادیاتور را در برابر شرایط مختلف محیطی مقاوم‌تر نماید. شاخص‌ترین فوایدی که می‌توانند برای کاربر ایجاد کند، در ادامه بیان شده است:

#### ■ تشکیل پوشش محافظ

نانوذرات می‌توانند به عنوان یک پوشش محافظ بر روی سطح فلزی

مصرف سوخت شود. برای جلوگیری از ورود هوا به سیستم گرمایشی، می‌توان از روش‌هایی مانند نصب و استفاده از سیستم‌های تهویه مناسب، استفاده از مواد ضد اکسیداسیون و ایجاد یک محیط بی‌هوای مناسب استفاده کرد. همچنین انجام بازرسی و نگهداری منظم بر روی سیستم گرمایشی می‌تواند کمک‌کننده باشد تا عمر و کارایی آن‌ها حفظ شود.

#### ■ خوردگی

خوردگی یکی از مشکلات شایعی است که ممکن است در سیستم گرمایشی به وجود آید. خوردگی به عنوان یک فرایند شیمیایی است که مواد فلزی با اکسیژن و مواد شیمیایی دیگر واکنش داده و به صورت تدریجی فلز را زنگ‌زده و آسیب می‌رساند [۹]. این فرایند می‌تواند در رادیاتورها، لوله‌ها، اتصالات و سایر قطعات فلزی سیستم گرمایشی اتفاق بیفتد. عواملی مانند حضور هوا، رطوبت، اسیدها، آب سخت و دمای بالا می‌توانند خوردگی را تسریع کنند. برای جلوگیری از خوردگی در سیستم گرمایشی، می‌توان از روش‌هایی مانند استفاده از مواد فلزی مقاوم به خوردگی، استفاده از مواد ضد خوردگی پوشش داده شده با نانوذرات، حفظ محیط خشک و تمیز، نظافت منظم و بازرسی‌های دوره‌ای بر روی سیستم گرمایشی استفاده کرد [۱۰]. همچنین استفاده از آب نرم و کنترل میزان pH آب می‌تواند به کاهش خوردگی و حفظ سیستم گرمایشی کمک کند. توجه به این نکته مهم است که خوردگی می‌تواند عوارض جدی برای عملکرد و ایمنی سیستم گرمایشی داشته باشد، بنابراین اهمیت اقدامات پیشگیرانه در این زمینه بسیار حائز اهمیت است.

#### ■ استفاده از سوخت نامناسب

استفاده از سوخت نامناسب یکی از عوامل مهمی است که می‌تواند به خرابی و آسیب دیدگی سیستم گرمایشی منجر شود. استفاده از سوخت نامناسب ممکن است باعث افزایش آلودگی و تشکیل رسوبات در سیستم گرمایشی شود که در نتیجه می‌تواند به افزایش فشار و دمای بالا در سیستم، خوردگی قطعات و کاهش کارایی سیستم منجر شود. برای جلوگیری از این مشکلات، مهم است که از سوخت با کیفیت و مناسب برای سیستم گرمایشی استفاده کرد. همچنین رعایت دستورالعمل‌های تولیدکننده و توصیه‌های تخصصی در مورد نوع و کیفیت سوخت مصرفی نیز بسیار حائز اهمیت است.

#### مزایای استفاده از فناوری نانو در صنایع رادیاتورسازی

نانوذرات به دلیل ابعاد بسیار کوچک خود (به طور معمول کمتر از ۱۰۰ نانومتر) و ویژگی‌های خاصی که دارند، می‌توانند به بهبود عملکرد و مقاومت سطوح در برابر خوردگی و سایر آسیب‌ها کمک کنند. از همین رو یکی از جدیدترین و مؤثرترین روش‌ها برای پیشگیری از



عمل کنند و از تماس مستقیم فلز با عوامل خوردگی جلوگیری کنند. این پوشش می‌تواند به عنوان یک لایه محافظ برای حفاظت از سطح فلزی علیه خوردگی عمل کند.

#### ■ افزایش مقاومت در برابر فشار

نانوذرات می‌توانند به عنوان یک لایه محافظ بر روی سطح فلزی قرار گرفته و مقاومت سطح را بهبود بخشند. این مقاومت افزایشی می‌تواند از خوردگی و فرسایش سطح فلزی جلوگیری کند.

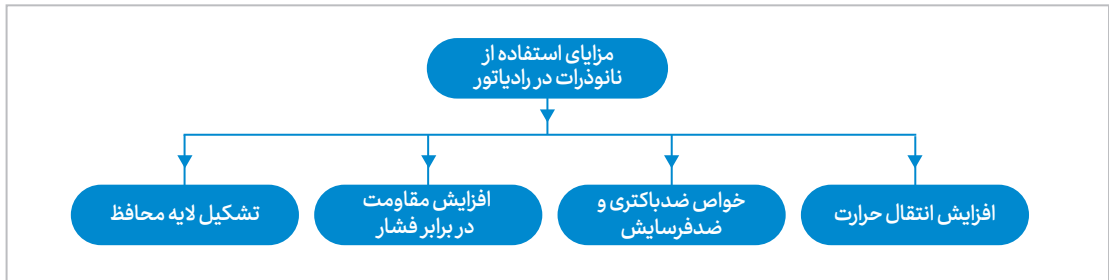
#### ■ خواص ضدباکتری و ضدفرسایش

برخی نانوذرات دارای خواص ضدباکتری و ضدفرسایش هستند که می‌توانند به کاهش خوردگی و افزایش عمر مفید سطح فلزی کمک کنند و باکتری‌ها و میکروب‌ها را از روی سطح فلزی از بین ببرند. به عنوان مثال، نانوذرات نقره می‌توانند به عنوان یک ضدباکتری و ضدخوردگی عمل کنند. این ویژگی می‌تواند به کاهش رشد باکتری‌ها و پیشگیری از تشکیل لایه‌های زنگ‌زدگی که می‌توانند به خوردگی منجر شوند، کمک کند.

#### ■ بهبود در انتقال حرارت

استفاده از نانوذرات در رادیاتورها و سیستم‌های خنک‌کننده می‌تواند بهبود قابل توجهی در انتقال حرارت از رادیاتور به محیط داشته باشد. این بهبود به دلیل ویژگی‌های خاص نانوذرات در این زمینه است: افزایش سطح: نانوذرات دارای سطح بسیار بیشتری نسبت به ذرات معمولی هستند. این سطح بیشتر می‌تواند به افزایش انتقال حرارت از رادیاتور به محیط کمک کند. زیرا سطح بیشتر نانوذرات می‌تواند به تماس بیشتر با محیط و انتقال حرارت بیشتر منجر شود. افزایش هدایت حرارتی: برخی نانوذرات دارای خواص هدایت حرارتی بسیار بالا هستند. این به معنای این است که می‌توانند حرارت را به صورت بسیار کارآمدی از رادیاتور به محیط منتقل کنند و از افت حرارتی کمتری در این فرایند بهره‌مند شوند. افزایش سرعت تبادل حرارت: نانوذرات به دلیل ابعاد نانومتری خود می‌توانند به تسریع در تبادل حرارت کمک کنند. این بهبود می‌تواند منجر به افزایش کارایی سیستم خنک‌کننده و رادیاتور شود.

#### تحلیل هزینه-فایده استفاده از نانوذرات در رادیاتورها



شکل ۴- مزایای استفاده از نانوذرات در پوشش‌دهی رادیاتورها

تمامی مشخصات موجود در آن، در طی تماس با واحد فروش هر شرکت در اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۳ به دست آمده و ذکر شده‌اند.

در جدول ۱ به مقایسه دو نوع رادیاتور پنبلی نانویی و غیرنانویی با مشخصات ابعادی یکسان موجود در بازار پرداخته شده است که

جدول ۱- مشخصات دو نوع رادیاتور حوله خشک‌کن نانویی و غیرنانویی

ردیف	نوع رادیاتور	عرض (میلی‌متر)	ارتفاع (میلی‌متر)	جنس بدنه	تعداد لوله	حجم آب‌گیری (لیتر)	ظرفیت حرارتی (وات)	وزن خالص (کیلوگرم)	مدت گارانتی (سال)
۱	رادیاتور حوله خشک‌کن نانویی	۵۵۰	۶۰۰	فولاد	۱۰	۲٫۶	۵۶۹	۴٫۹	۱۲
۲	رادیاتور حوله خشک‌کن غیرنانویی	۵۵۰	۶۰۰	فولاد	۱۰	۲٫۷	۳۷۲	۴٫۲	۵

دارای گارانتی تعویض و عمر مفید پنج ساله است که به نوبه خود حاکی از طول عمر مفید بسیار بیشتر مدل نانوئی نسبت به مدل غیرنانوئی است.

در جدول ۲ لیست قیمت دو محصول رادیاتور نانوئی و غیرنانوئی ذکر شده است که از اطلاعات آن می توان به عنوان مقایسه ای از نوع هزینه-فایده برای دو نوع رادیاتور معمولی و رادیاتور تولید شده بر پایه نانو ذرات استفاده کرد.

همان طور که از جدول ۱ پیداست، رادیاتور نانوئی در ابعاد یکسان و تعداد لوله برابر دارای ظرفیت حرارتی بسیار بیشتری نسبت به مدل غیرنانوئی است که این خود بزرگترین مزیت استفاده از این نوع رادیاتورهاست که رادیاتور نانوئی را قادر می سازد حجم و فضای بسیار بیشتری را نسبت به مدل غیرنانوئی گرم نماید. همچنین رادیاتور حوله خشک کن نانوئی دارای گارانتی و عمر مفید به میزان دوازده ساله است، درحالی که رادیاتور حوله خشک کن غیرنانوئی

جدول ۲- فرضیات تحلیل هزینه فایده

نوع	قیمت (تومان)
رادیاتور حوله خشک کن نانوئی (فولادی)	۵۶۵,۰۰۰
رادیاتور حوله خشک کن غیرنانوئی (فولادی)	۵۲۶,۳۰۰

$$P_i = \frac{\sum c_w - \sum c_n}{\sum c_n} \times 100 \quad (1)$$

$P_i$ : درصد حجمی بهینه شده در استفاده از رادیاتور نانوئی؛  
 $c_w$ : هزینه موارد با فناوری نانو؛  
 $c_n$ : هزینه موارد بدون فناوری نانو.

به عنوان مثال، درصد حجمی بهینه شده قیمت دو نوع رادیاتور نانوئی و غیرنانوئی به روش زیر محاسبه می شود:

$$P_i = \frac{565,000 - 526,300}{526,300} \times 100 = 7.4\% \quad (2)$$

همچنین در جدول ۳ به بررسی هزینه-فایده استفاده از دو نوع از رادیاتور نانوئی و غیرنانوئی پرداخته شده است که شامل اطلاعاتی از قبیل قیمت، میانگین عمر مفید و میزان درصد حجمی بهینه شده این دو نوع محصول است. طبق جدول ۳ می توان دریافت که مقدار هزینه صورت گرفته جهت خرید و استفاده از ۱ عدد رادیاتور حوله ای نانوئی نسبت به مدل غیرنانوئی، دارای تفاوت اندکی است. همچنین برای انجام مقایسه رادیاتورهای حوله ای نانوئی و غیرنانوئی جهت تعیین میزان عمر مفید هر یک از آن ها از رابطه ۱ استفاده می شود.  
 فرمول درصد حجمی بهینه شده برابر است با:

جدول ۳- بررسی هزینه - فایده استفاده از رادیاتورهای نانوساختار و غیرنانوساختار

نوع رادیاتور	تعداد	قیمت کل (تومان)	میانگین عمر مفید (سال)	درصد حجمی بهینه شده
				عمر مفید خرید رادیاتور
رادیاتور نانوساختار	۱	۵۶۵,۰۰۰	۱۲	+۷,۴%
رادیاتور غیرنانوساختار	۱	۵۲۶,۳۰۰	۵	+۱۴%
اختلاف قیمت و عمر مفید				۳۹,۳۰۰ تومان
				۷ سال

رادیاتور حوله‌ای مطابق با جدول ۳ استفاده کنیم، رادیاتور حوله‌ای غیرنانویی ۱۰ بار بایستی تعویض شود، درحالی‌که رادیاتور نانویی تنها ۴,۱۷ بار بایستی تعویض شود که نشان دهنده ۵,۸۳ بار صرفه‌جویی در خرید رادیاتور حوله خشک‌کن یا به عبارتی بهتر صرفه‌جویی ۱۴۰ درصدی در تعویض همان ۱ نوع رادیاتور مطابق با رابطه زیر است: این بدین معنی است که اگر در یک خانه حداقل از ۱ عدد رادیاتور

همان‌طور که از جدول ۳ پیداست، رادیاتورهای حوله‌ای نانویی اختلاف قیمتی تقریباً معادل ۷,۴٪ با رادیاتورهای غیرنانویی دارند و از این حیث حدوداً ۳۹,۳۰۰ تومان به ازای هر رادیاتور گران‌تر از نوع غیرنانویی هستند، اما از طرفی کارایی و عمر مفید هر رادیاتور نانویی، به‌طور متوسط بیش از ۱۴۰٪ نسبت به رادیاتور غیرنانویی است که اگر برای یک بازه پنجاه‌ساله در یک ساختمان بخواهیم از

$$\text{تفاوت تعداد تعویض رادیاتور نانویی و غیرنانویی} = \frac{4,17-10}{4,17} \times 100 = -140\% \quad (3)$$

$$\text{هزینه ۱ نوع رادیاتور حوله خشک‌کن نانویی برای مدت ۵۰ سال} = 4,17 \times 565,000 = 2,356,050 \quad (4)$$

$$\text{هزینه ۱ نوع رادیاتور حوله خشک‌کن غیرنانویی برای مدت ۵۰ سال} = 10 \times 263,550 = 2,635,500 \quad (5)$$

$C_p$  = هزینه رادیاتور حوله خشک‌کن غیرنانویی برای یک واحد ساختمان برای مدت ۵۰ سال  
 $\Delta C$  = تفاوت هزینه رادیاتور حوله خشک‌کن غیرنانویی و نانویی  
 برای یک واحد ساختمان برای مدت ۵۰ سال  
 این رقم بدین معنی است که اگر فرض کنیم برای ساخت ۴ میلیون مسکن ملی که از اهداف دولت سیزدهم در طول ۴ سال است (معادل هر ۱ سال، ۱ میلیون مسکن) و قیمت تمام شده هر واحد مسکونی در حدود ۱,۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰ تومان (یک میلیارد و صد میلیون تومان) باشد [۱۱]، در صورتی که در هر واحد مسکونی قرار به استفاده از ۱ عدد رادیاتور حوله خشک‌کن باشد، به‌ازای عمر مفید پنجاه‌ساله هر واحد مسکونی با استفاده از مابه‌التفاوت اختلاف قیمت رادیاتورهای حوله خشک‌کن نانویی و غیرنانویی می‌توان تعداد ۱۱,۶۳۰ واحد مسکونی دیگر مطابق با رابطه زیر ساخت.

حوله خشک‌کن استفاده شده باشد و عمر مفید این خانه را حدوداً ۵۰ سال در نظر بگیریم، در صورت استفاده از رادیاتور حوله خشک‌کن نانویی به‌جای رادیاتور حوله خشک‌کن غیرنانویی، تنها برای این ساختمان به میزان ۲,۳۵۶,۰۵۰ تومان (به ارزش پول امروز) مطابق با رابطه زیر برای مدت ۵۰ سال صرفه‌جویی در خرید رادیاتور حوله خشک‌کن ارزی شده است:

$$C_1 = 4,17 \times 565,000 = 2,356,050 \quad (6)$$

$$C_2 = 10 \times 263,550 = 2,635,500 \quad (7)$$

$$\Delta C = 2,635,500 - 2,356,050 = 279,450 \quad (8)$$

$C_p$  = هزینه رادیاتور حوله خشک‌کن نانویی برای یک واحد ساختمان برای مدت ۵۰ سال

$$\text{میزان تفاوت قیمت رادیاتور نانویی و غیرنانویی} = 4,000,000 \times 2,907,500 = 11,630,000,000 \quad (9)$$

$$\text{تعداد واحد مسکونی جدید ساخته شده} = 11,630,000,000 \div 1,000,000,000 = 11,630 \quad (10)$$



### شرکت ایرانی تولیدکننده رادیاتور نانویی

گروه تولیدی صنعتی تاش رادیاتور

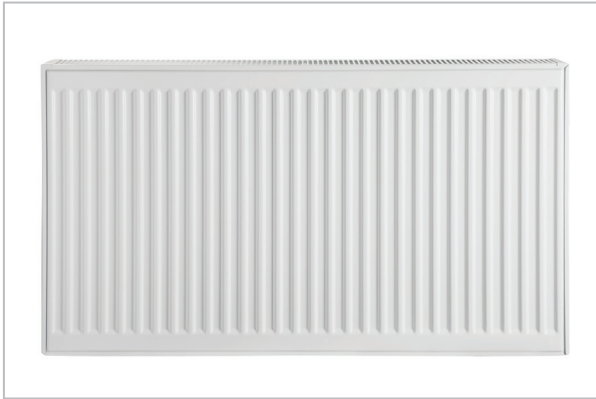
نشانی: تهران، خیابان ملاصدرا، شماره ۱۷۷

تلفن: ۰۲۱۸۸۶۱۲۶۶۶

رایانامه: mohammadreza.mehrabi@tash.com

وبگاه: www.tash.com





#### پی‌نوشت‌ها

۱- قیمت‌ها مربوط به اسفندماه سال ۱۴۰۲ است.

#### منابع

- ۱- Damian Piotr Muniak, Radiators in Hydronic Heating Installations. 2017
- ۲- W. H. a Xiaohuan Zhao a b, Jiaqiang E a b, Zhiqing Zhang a b, Jingwei Chen a b, Gaoliang Liao a b, Feng Zhang a b, Erwei Leng a b, Dandan Han a, "A review on heat enhancement in thermal energy conversion and management using Field Synergy Principle," Appl. Energy, 2020.
- ۳- A. Ramesh, M. Jaya Arun Prasanth, A. Kirthivasan, and M. Suresh, "Heat Transfer Studies on Air Cooled Spiral Radiator with Circumferential Fins," Procedia Eng., vol. 127, pp. 333-339, Jan. 2015, doi: 10.1016/J.PROENG.2015.11.378.
- ۴- S. B. Paramane, K. Joshi, W. Van Der Veken, and A. Sharma, "CFD study on thermal performance of radiators in a power transformer: Effect of blowing direction and offset of fans," IEEE Trans. Power Deliv., vol. 29, no. 6, pp. 2596-2604, Dec. 2014, doi: 10.1109/TPWRD.2014.2347292.
- ۵- Z. Liu et al., "Research on heating performance of heating radiator at low temperature," J. Build. Eng., vol. 36, p. 102016, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.JOBE.2020.102016.
- ۶- G. Timelli, A. De Mori, and R. Haghayeghi, "Effect of pressure cycles and thermal conditions on the reliability of a high-pressure diecast Al alloy heating radiator," Eng. Fail. Anal., vol. 105, pp. 276-288, Nov. 2019, doi: 10.1016/J.ENGFAILANAL.2019.06.004.
- ۷- P. Sengupta, "Potential Health Impacts of Hard Water," Int. J. Prev. Med., vol. 4, no. 8, p. 866, Jul. 2013, Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: /pmc/articles/PMC3775162
- ۸- W. H. J. Vernon, "THE CORROSION OF METALS," 1949, [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/41363883>
- ۹- N. A. North and I. D. MacLeod, "Corrosion of metals," Conserv. Mar. Archaeol. Objects, pp. 68-98, Jan. 1987, doi: 10.1016/B978-0-408-10668-9.50010-1.
- ۱۰- S. N. S. J.N. Hasnidawani, Noor Azlina Hassan, Hassan Norita, Noorasikin Samat, Noor Najmi Bonnia, "ZnO Nanoparticles for Anti-Corrosion Nanocoating of Carbon Steel," 2017.
- ۱۱- wikiparand.ir

# نسل جدید بسته‌بندی‌های نانوهوشمند در صنایع غذایی



نویسنده | نشمیل کریمیان؛ شرکت توسعه مهندسی الماس‌واره دانش

بسته‌بندی آخرین مرحله در فرآوری مواد غذایی و یکی از مهم‌ترین آن‌هاست، زیرا تأثیر زیادی بر عمر نگهداری محصول غذایی دارد. هدف اصلی بسته‌بندی محافظت از مواد غذایی در برابر خطرات محیط خارجی است. بسته‌بندی اصولی، نه تنها کیفیت محصول غذایی را حفظ می‌کند، بلکه اطلاعاتی در مورد مواد تشکیل‌دهنده و کمک به توزیع و بازاریابی محصول به مصرف‌کننده نهایی ارائه می‌دهد [۱].

محافظت از مواد غذایی، عمر نگهداری محصول غذایی را افزایش دهند، اما توانایی اطلاع‌رسانی به کاربران را از نظر افت کیفیت، نوسانات دما، تغییر غلظت گاز و رشد میکروارگانیسم‌ها در داخل محیط بسته‌بندی ندارند.

## اهمیت بسته‌بندی‌های هوشمند در صنایع غذایی

از آنجایی که غذاها محصولات ظریفی هستند، هوشیاری مداوم در طول چرخه زندگی آن‌ها ضروری است. کیفیت غذا می‌تواند از نظر میکروبیولوژیکی یا هر پدیده فیزیکی در طول زنجیره تولید تا مصرف تغییر پیدا کند. از این رو، باید سیستمی وجود داشته باشد که بتواند

## نقش بسته‌بندی در صنایع غذایی

مهم‌ترین نقش بسته‌بندی حفظ کیفیت غذای بسته‌بندی شده است، زیرا حفظ کیفیت محصول غذایی مهم‌ترین مسئله در کل زنجیره تأمین است [۲]. در چند سال اخیر روش‌های جدیدی همچون بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده (MAP)، پوشش خوراکی، بسته‌بندی ضد میکروبی و بسته‌بندی آنتی‌اکسیدانی توسعه یافته است که معمولاً به دو دسته بسته‌بندی فعال و غیرفعال تقسیم بندی می‌شوند. این روش‌ها نقش به‌سزایی در افزایش عمر انبارداری و حفظ کیفیت انواع محصولات غذایی تازه و فرآوری شده برای رفع نیاز مصرف‌کنندگان دارند. بسته‌بندی‌های رایج امروزه می‌توانند با

هرگونه تغییر در سیستم بسته‌بندی و وضعیت مواد غذایی به موقع بیان می‌کند بدون اینکه به تاریخ انقضا غیردقیق بستگی داشته باشد. سیستم‌های بسته‌بندی هوشمند این قابلیت را دارند که مصرف‌کنندگان خود را از کل تاریخچه محصول غذایی مانند ارائه اطلاعات در مورد فرایند ساخت، تاریخ انقضا، مواد تشکیل‌دهنده و مشخصات نگهداری مطلع کنند. در مواردی بسته‌بندی هوشمند طوری طراحی شده است که مصرف‌کنندگان را مطلع می‌کند که چه چیزهایی ممکن است به مواد بسته‌بندی آسیب برساند یا بر عمر محافظت شده آن تأثیر بگذارد. تحقیقاتی در مورد ساخت برچسب‌ها یا مهرهایی براساس نانومواد انجام شده است که تا زمان بازشدن بسته شفاف باشند. هنگامی که بسته آسیب ببیند، برچسب یا مهر رنگ خود را تغییر می‌دهد و در برخی موارد به صورت «باز شده» یا «توقف» نوشته می‌شود [۵]. این عملکردها را می‌توان با قرار دادن نانوحسگرها یا ابزارهایی که قادر به اشتراک‌گذاری اطلاعات مربوط به سیستم بسته‌بندی هستند، به دست آورد؛ بنابراین بسته‌بندی هوشمند یک دستاورد بزرگ برای حفظ کیفیت و ایمنی مواد غذایی است و باعث می‌شود مواد غذایی برای مدت طولانی‌تری در دسترس مصرف‌کنندگان قرار گیرند و از ضایعات هنگامت مواد غذایی جلوگیری می‌کند.

### استفاده از فناوری نانو برای بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی

در صنایع غذایی به خصوص صنعت بسته‌بندی، فناوری نانو کاربرد وسیعی دارد، زیرا نانومواد در بسته‌بندی مواد غذایی به کار می‌رود و مستقیماً به مواد غذایی اضافه نمی‌شود. فناوری نانو در بسته‌بندی‌های هوشمند سبب محافظت مواد غذایی در مقابل عوامل بیماری‌زا و گازهای خطرناک می‌شود. در این قسمت به پرکاربردترین نانوفناوری‌های مورد استفاده در صنایع بسته‌بندی اشاره می‌شود.

#### ■ نانوحسگرها

یکی از ابزارهایی که برای بسته‌بندی‌های هوشمند استفاده می‌شود، نانوحسگرها هستند. حسگر ابزاری است که برای تشخیص، تعیین محل یا کمیت یک مشکل و سپس ارسال سیگنال برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی یا شیمیایی آن استفاده می‌شود. یک حسگر توانایی تشخیص مکرر یک رویداد یا تغییرات در محیط اطراف را دارد. معمولاً حسگرها از یک گیرنده و مبدل تشکیل شده‌اند. وظیفه گیرنده تبدیل اطلاعات فیزیکی یا شیمیایی به شکلی از انرژی است و یک مبدل انرژی را به یک سیگنال آنالیزی تغییر می‌دهد. در بسیاری از کشورهای اروپایی از نانوحسگرهای کوچک و قابل حمل برای جستجوی مواد شیمیایی مضر و سموم در محصولات غذایی استفاده می‌کنند و با این روش دیگر نیازی به ارسال مواد غذایی به

از نزدیک محصولات غذایی را از مزرعه تا فرآوری و سپس تا رسیدن به مصرف‌کنندگان نهایی کنترل کند. علاوه بر این، مصرف‌کنندگان باید بتوانند به اطلاعات دقیقی از مراحل بسته‌بندی و نگهداری مواد غذایی دسترسی پیدا کنند. این شرایط نیاز به یک رویکرد سیستماتیک دارد که بتواند توانایی بررسی محصولات غذایی را قبل از فرآوری، در طول فرآوری و پس از فرآوری داشته باشد. برای این منظور می‌توان از بسته‌بندی هوشمند برای بررسی کیفیت محصولات غذایی در طول زنجیره تأمین و ارائه اطلاعات لازم به مصرف‌کننده نهایی استفاده کرد.

همچنین بسته‌بندی نقش اصلی را در بازاریابی و برندسازی یک محصول غذایی ایفا می‌کند، زیرا بسته‌بندی اولین چیزی است که بر تصمیم مصرف‌کننده برای خرید محصول تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین بخشی جدایی‌ناپذیر در کل فرایند بازاریابی است که تصویر و نمونه کارها از محصول و حتی کل شرکت را توصیف می‌کند. از این رو بسته‌بندی هوشمند ابزاری عالی برای افزایش فروش محصولات غذایی است. ایجاد ویژگی‌ها و جذابیت‌های چشم‌نواز بر روی بسته‌ها به همراه اطلاعاتی در مورد کیفیت و ایمنی محصول غذایی خاص به مصرف‌کنندگان کمک می‌کند تا تصمیمات هوشمندانه‌تری بگیرند.

### ویژگی‌ها و مزایای بسته‌بندی‌های هوشمند

بسته‌بندی هوشمند یک روش جدید در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی است که با استفاده از فناوری نانو از مواد غذایی محافظت می‌کند و همچنین مصرف‌کننده را در مورد شرایط محیطی غذای بسته‌بندی شده آگاه می‌کند [۳]. لازم به ذکر است که مفهوم بسته‌بندی هوشمند ارتباط تنگاتنگی با بسته‌بندی فعال دارد. بسته‌بندی فعال معمولاً به این معنی است که بسته دارای عملکردهای فعال فراتر از محفظه غیرفعال است و موادی را به داخل محفظه بسته‌بندی یا از غذای بسته‌بندی شده به محیط اطراف غذا، آزاد یا جذب می‌کند که نقش آن، محافظت از محصول غذایی است، درحالی‌که بسته‌بندی هوشمند با استفاده از فناوری نانو بر توانایی تشخیص یا اندازه‌گیری ویژگی‌های محصول غذایی بسته‌بندی شده، شرایط داخل بسته‌بندی یا محیط زیست تأکید دارد. اطلاعات دریافتی از بسته‌بندی هوشمند می‌تواند به کاربران منتقل شود یا می‌تواند عملکرد بسته‌بندی فعال را فعال کند؛ به عبارت دیگر بسته‌بندی هوشمند این قابلیت را دارد که ویژگی‌های مواد غذایی بسته‌بندی شده یا محیط آن‌ها را حس کرده و یادداشت کند و پیام‌هایی را در مورد خراب شدن یا کیفیت مواد غذایی بسته‌بندی شده به پدازنده یا کاربران خود منتقل کند [۴]. از نظر کیفیت و ایمنی مواد غذایی، بسته‌بندی هوشمند برای صنعت و مصرف‌کنندگان بسیار مفید است زیرا اطلاعاتی در مورد



یکی دیگر از شرکت‌های فعال در این زمینه نانوکره<sup>۵</sup> است. این شرکت آمریکایی مهم‌ترین تولیدکننده نانوکامپوزیت‌های پلیاستیکی است. این پلیاستیک‌ها ویژگی‌های خاصی از جمله ایجاد مانع بهتر برای جریان اکسیژن و دی‌اکسیدکربن دارند که منجر به افزایش زمان نگهداری محصولات نانوکامپوزیت پلیاستیک مقاوم می‌شود. همچنین این پلیاستیک‌ها از پخش بو جلوگیری کرده، مانع جذب طعم یا ویتامین‌های موجود در غذا به وسیله بسته‌بندی می‌شوند. به طور کلی طراحی مولکولی این پلیاستیک‌ها به گونه‌ای است که مقاومت محصولات در برابر آتش و ثبات ساختار آن‌ها را در برابر حرارت بهبود می‌بخشد. به عنوان مثال این مواد در سبدهایی برای جوشاندن مواد غذایی و بسته‌بندی‌هایی برای استفاده در مایکروویو کاربرد دارند. نانوکامپوزیت‌های پلیاستیکی در بسته‌بندی‌های جدید مواد غذایی نیز قابل استفاده هستند.

#### ■ نانوذرات

نانوذرات نقره به طور گسترده‌ای به عنوان عوامل ضد میکروبی در بسته‌بندی مواد غذایی برای افزایش ماندگاری مواد غذایی استفاده می‌شود. این نانوذرات دارای فعالیت ضدباکتریایی در برابر انواع مختلف باکتری‌های گرم مثبت و همچنین گرم منفی هستند. این فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی میکروبی توسعه برخی فرایندهای آسان، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست را برای سنتز نانوذرات نقره ضروری می‌کند [۷]. نانوذرات نقره به عنوان یک عامل ضد میکروبی در پلیمرهای زیست تخریب پذیر (پلی ساکاریدها مانند سلولز، نشاسته، کیتوزان) و غیرقابل تجزیه زیستی (پلی اتن، پلی وینیل کلرید، اتیلن-وینیل کلراید) برای ساخت بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی استفاده می‌شوند [۸]. آن‌ها می‌توانند با آزاد شدن آهسته خود از مواد بسته‌بندی در محصولات غذایی علیه میکروب‌ها عمل کنند. استفاده از فیلم‌های بسته‌بندی فعال و پوشش‌های تعبیه شده با نانوذرات نقره به دلیل انتشار متوسط نانوذرات روی سطح غذا مفید

آزمایشگاه‌های مرجع جهت بررسی کیفیت آن‌ها نیست. همچنین نانوحسگرها اطلاعات مفیدی به مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان در مورد تاریخ تولید و انقضا و نحوه نگهداری مواد غذایی ارائه می‌دهند. یکی دیگر از حسگرها که در صنایع بسته‌بندی هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرد، حسگرهای زیستی هستند که در ساخت آن‌ها از نانوذرات طلا استفاده می‌شود که باعث بهبود حساسیت و قابلیت تشخیص سریع ترکیبات شیمیایی، باکتری‌ها و ویروس‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی می‌شوند. مثال‌هایی از حسگرهای زیستی در صنایع غذایی عبارت‌اند از:

حسگر زیستی بر پایه آنتی بادی با نام تجاری «سیستم سنتینل فود»<sup>۶</sup> تولید شده است که در آن غشا همراه با آنتی بادی‌های تثبیت شده به عنوان حسگر عمل می‌کند و به عنوان بخشی از بارکد قرار می‌گیرد. هنگامی که پاتوژن‌های مواد غذایی با آنتی بادی‌های حسگر واکنش می‌دهند، یک نوار تیره موضعی تشکیل می‌شود که در این وضعیت بارکد خوانا نیست [۶].

در یک سیستم دیگر، بیوسنسورهایی تولید شده است که در آن آنتی بادی‌ها بر روی مواد بسته‌بندی پلیاستیکی ساخته شده از پلی اتیلن چاپ می‌شوند. برهمکنش بین پاتوژن و آنتی بادی‌ها منجر به تولید یک سیگنال فلورسنت می‌شود که نشان دهنده حمله بیماری‌زا (پاتوژن‌ها) است [۶].

#### ■ نانوکامپوزیت‌ها

نانوکامپوزیت‌ها هم از جمله نانوساختارهایی محسوب می‌شوند که در صنایع بسته‌بندی به عنوان اولین نانوموادها مورد استفاده قرار گرفتند. نانوکامپوزیت‌ها معمولاً پلیمرهایی هستند که از دو جزء پلیمر و یک پرکننده آلی یا معدنی تشکیل شده‌اند که ابعاد ماده پرکننده در حد نانومتر است. ورقه‌های پلیاستیکی نانوکامپوزیت‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی از نفوذ گازهای دی‌اکسیدکربن و اکسیژن و همچنین رطوبت به داخل ظرف جلوگیری می‌کند و باعث افزایش کیفیت و ماندگاری مواد غذایی می‌شوند. در بسته‌بندی‌های هوشمند امروزه از نانوکامپوزیت‌های زیستی استفاده می‌شود که دارای ترکیبات زیست تخریب پذیر بوده که علاوه بر افزایش کیفیت مواد غذایی به کاهش آلودگی محیط زیست کمک می‌کند.

شرکت وریدران<sup>۲</sup> از ترکیبات ایمپرنی<sup>۴</sup> در ساخت بطری‌های پلیاستیکی نوشیدنی‌ها استفاده کرده است. ایمپرن نوعی پلیاستیک است که با نانوذرات خاک رس آمیخته و پلیاستیک‌هایی به سختی شیشه ولی محکم تر را به وجود آورده است که نسبت به شیشه شکنندگی کمتری دارند. لایه نانوذرات به گونه‌ای طراحی شده که از فرار مولکول‌های دی‌اکسید کربن از نوشیدنی و نفوذ مولکول‌های اکسیژن به درون آن جلوگیری کرده، در نتیجه باعث حفظ تازگی و افزایش زمان ماندگاری محصول می‌شود.



بسته‌بندی‌های تخصصی و هوشمند برای میوه‌ها، سبزیجات، گوشت و محصولات منجمد با شاخص رشد قابل توجهی در حال پیشرفت و گسترش هستند. شرکت کداک<sup>۳</sup> از بسته‌بندی‌های هوشمندی استفاده می‌کند که اکسیژن را در محفظه بسته‌بندی برای حفظ کیفیت و تازگی غذا جذب می‌کند. شرکت کرافت از بسته‌بندی‌هایی حاوی نانوحسگرهای تانگوالکترونیک<sup>۴</sup> استفاده می‌کند که حد تشخیص در حد یک در تریلیون (PPT) دارد و مصرف‌کننده را از تغییرات رنگ و شروع فاسد شدن بلافاصله آگاه می‌کند [۱۱].

گرانی و شرایط اقتصادی موجود و عدم تمایل صاحبان برند به پرداخت هزینه اضافی برای بسته‌بندی هوشمند تا حدودی مانع رشد این صنعت شده است. در ایران، چند شرکت در زمینه بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی فعالیت می‌کنند و برخی درصدد اخذ مجوزهای مد نظر هستند. در زیر به برخی از این شرکت‌ها اشاره می‌کنیم:

**شرکت پارس‌کشت‌زراعت:** این شرکت در زمینه بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی فعالیت می‌کند. محصولات این شرکت شامل بسته‌بندی‌های هوشمند برای محافظت از محصولات در برابر خرابی، رطوبت، گردوغبار و... می‌شود.

**شرکت فن‌آوری بسته‌بندی پرشین و شرکت بسته‌بندی نوین پلاست:** این شرکت‌ها در زمینه تولید بسته‌بندی‌های هوشمند برای مواد غذایی فعالیت می‌کنند. محصولات این شرکت‌ها شامل بسته‌بندی‌های هوشمند با قابلیت‌های مختلفی مانند جذب اکسیژن، کنترل رطوبت، حفظ طعم و عطر محصول و... است.

**شرکت نوین بسته‌بندی ایرانیان:** این شرکت نیز در زمینه بسته‌بندی هوشمند مواد غذایی فعالیت می‌کند و محصولاتی مانند بسته‌بندی‌های هوشمند با قابلیت‌های مختلف مانند جذب اکسیژن، کنترل رطوبت، جلوگیری از پوسیدگی و... تولید می‌کند.



است که به عنوان نقطه‌ای برای شروع فعالیت میکروب‌ها در نظر گرفته می‌شود، بنابراین رشد آن‌ها را محدود کرده و ماندگاری غذا را طولانی‌تر می‌کند.

ظروف جدید تولید شده در شرکت شارپر ایمج<sup>۵</sup> در آمریکا، دارای نانوذرات نقره با خاصیت ضدباکتری است. به ادعای این شرکت ظروف تولیدی آن‌ها مواد غذایی را ۳ تا ۴ برابر تازه‌تر نسبت به حالت معمولی نگه می‌دارد. این ظروف قادر هستند میوه‌ها، سبزیجات، داروها، نان، پنیر، سوپ، سس و گوشت را در طولانی مدت بدون تغییر رنگ، مزه و خواص غذایی‌شان نگهداری کنند.

شرکت کرافت فود<sup>۶</sup> فیلم‌های بسته‌بندی آلاییده به نانوذرات تولید می‌کند که سنسورهای هوشمندی موسوم به زبان الکترونیکی در آن‌ها تعبیه شده که می‌توانند میزان بسیار کم پاتوژن‌ها را تشخیص داده و تغییر رنگی را در بسته‌بندی ایجاد نمایند تا مصرف‌کنندگان را از فساد مواد غذایی داخل بسته آگاه کنند.

#### ■ نانولوله‌ها

نانولوله‌های کربنی آلوتروپ‌های کربنی هستند که به شکل استوانه‌ای با قطری در محدوده نانومتر پیچیده شده‌اند و ممکن است دو نوع باشند: نانولوله‌های تک‌جداره و نانولوله‌های چندجداره که از چندین استوانه متحدالمرکز تشکیل شده‌اند. از نانولوله‌های کربنی برای بهبود خواص مکانیکی و ضد میکروبی پلیمر مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود [۹]. نانولوله‌های کربنی نیز در شکل‌گیری حسگرهای اکسیژن برای نظارت بر غلظت آن در بسته‌بندی‌های محیطی اصلاح شده استفاده می‌شوند [۱۰]. نانولوله‌های کربنی در یک ماتریس پلیمری مصنوعی که برای بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شوند، ادغام می‌شوند تا خواص ضد میکروبی و حسگرهای هوشمندی را ارائه دهند که می‌توانند فساد مواد غذایی را تشخیص دهند.

شرکت آمریکایی هانیول<sup>۸</sup> از بطری‌های ۶ لایه نانوکلی<sup>۹</sup> (نانوصفحات خاک رس) برای بسته‌بندی عسل سود می‌برد و آن را با نام ایجیز<sup>۱۰</sup> به بازار عرضه می‌کنند.

شرکت آمریکایی تریران سیستم<sup>۱۱</sup> در حیطه‌های نظامی با دولت‌های مختلف و ناسا همکاری دارد. این شرکت با تولید بسته‌بندی‌های چندلایه از نانوکلی برای افزایش ماندگاری محصول استفاده می‌کند.

#### توسعه بسته‌بندی‌های هوشمند در ایران و جهان

براساس آخرین تحقیقات بازار و نتایج<sup>۱۲</sup>، پیش‌بینی می‌شود که ارزش سرمایه بازار بسته‌بندی‌های هوشمند به ۲۹,۴۵ میلیارد دلار با شاخص رشد ۶۲ درصد از سال ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۸ برسد. براساس تحقیقات انجام شده، شرکت‌های بسته‌بندی در بخش پلاستیک با انجام

## نتیجه گیری

بسته‌بندی مواد غذایی در چرخه عمر هر محصول غذایی نقش مهم و غیرقابل انکاری دارد. بسته‌بندی هوشمند با نانومواد یک فناوری جدید در بخش بسته‌بندی مواد غذایی است که هنوز به ظهور کامل خود در بازار دست نیافته، اما اهمیت آن برای حفظ کیفیت و ایمنی مواد غذایی

ثابت شده است. بسته‌بندی هوشمند با استفاده از فناوری نانو می‌تواند کیفیت و ایمنی مواد غذایی را در صنایع غذایی تضمین کند، با این حال هنوز نگرانی‌هایی در مورد این فناوری جدید از جمله هزینه بالا و جنبه‌های قانونی وجود دارد و بنابراین باید کارهای آینده برای غلبه بر این مشکلات برای ترویج بیشتر کاربردهای آن در صنایع غذایی انجام شود.

## پی‌نوشت‌ها

- |                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| ۱- Modified Atmosphere Packaging | ۱۰- Agies            |
| ۲- Food Sentinel System          | ۱۱- Triron system    |
| ۳- Voridran                      | ۱۲- Vantage          |
| ۴- Impern                        | ۱۳- Kodak            |
| ۵- Nanocor                       | ۱۴- Electronic Tongu |
| ۶- Sharper image                 |                      |
| ۷- Kraft Foods                   |                      |
| ۸- Honeywell                     |                      |
| ۹- Nanoclay                      |                      |

## منابع

- ۱- Yam, K. L., Takhistov, P. T., & Miltz, J. (2005). Intelligent packaging: concepts and applications. *Journal of Food Science*, 70, 1-10.
- ۲- Han, J. H. (2014). Intelligent packaging for food products. *Innovations in food packaging*. 2nd Edition. (pp. 171-209). Amsterdam: Ed. Elsevier Academic Press.
- ۳- Hutton, T. (2003). Food packaging: An introduction. Key topics in food science and technology- Number 7. Chipping Campden, Gloucestershire, UK: Campden and Chorleywood Food Research Association Group (p. 108).
- ۴- Bagchi, A. (2012). intelligent sensing and packaging of foods for enhancement of shelf life: concepts and applications. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(10), 1-13.
- ۵- Vanderroost, M., Ragaert, P., Devlieghere, F., and Meulenaer, B. D. (2014). Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology*, 39, 47-62.
- ۶- www.ifood.ir
- ۷- A.K. Biswal, P.K. Misra. Biosynthesis and characterization of silver nanoparticles for prospective application in food packaging and biomedical fields. *Aug Mater. Chem. Phys.*, 250 (2020)
- ۸- M. Carbone, D.T. Donia, G. Sabbatella, R. Antiochia, Silver nanoparticles in polymeric matrices for fresh food packaging, *J. King Saud Univ. Sci.*, 28 (4) (2016), pp. 273-279
- ۹- I. Rezić, T. Haramina, T. Rezić "Metal nanoparticles and carbon nanotubes—perfect antimicrobial nano-fillers in polymer-based food packaging materialsa," in *Food Packaging*, Elsevier (2017), pp. 497-532
- ۱۰- R. Zhu, M. Desroches, B. Yoon, T.M. Swager, Wireless oxygen sensors enabled by Fe(II)-polymer wrapped carbon nanotubes, *Jul, ACS Sens.*, 2 (7) (2017), pp. 1044-1050
- ۱۱- Punuri Jayasekhar Babu, Akriti Tirkey, \*Tingirikari Jagan Mohan Rao, *European Food Research and Technology* (2021) 247:2899-2914

# کاربردهای فناوری نانو در صنعت گیاهان دارویی



نویسنده: منیژه نعمت‌پور؛ شرکت توسعه مهندسی الماس‌واره دانش

استفاده از گیاهان دارویی در ایران تاریخچه‌ای دیرینه دارد. امروزه با انجام تحقیقات بنیادی، کاربردی و توسعه تجهیزات آزمایشگاهی مرتبط با فناوری نانو می‌توان فراورده‌های دارویی-گیاهی با تأثیر بهتر علیه بیماری‌ها فراهم نمود و به دنبال آن طول عمر، کیفیت و توانایی‌های جسمی بشر را افزایش داد. گیاهان دارویی از زمان‌های قدیم در نقاط مختلف جهان مانند چین باستان، آفریقا، مصر، آمریکا و هند برای اهداف دارویی استفاده شده است و به دلیل عوارض جانبی کمتر در مقایسه با داروهای مدرن، ارزش درمانی بهتری دارند. بنابراین این دانش سنتی می‌تواند مطابق با استانداردهای روز و به‌کارگیری فناوری‌های نوین چون نانو، جواب‌گوی نیازمندی‌های بشر با زبان علمی و قابل قبول باشد [۱].

خانواده فاباسیا است که طول آن به یک متر می‌رسد. ریشه و ساقه‌های زیرزمینی این گیاه مصرف دارویی دارند. بررسی‌های فیتوشیمیایی نشان می‌دهد که گلیسریریزین که یک ترکیب تری‌نوتوئید است باعث ایجاد طعم شیرین ریشه این گیاه و همچنین ترکیب‌های فلاونوئید مثل لیکریتین و ایزولیکریتین سبب ایجاد رنگ زرد این گیاه می‌شوند که همین ترکیب‌های شیمیایی مثل فلاونوئیدها و ساپونین‌ها باعث ایجاد خواص درمانی همچون خاصیت ضدتوموری، ضدالتهابی، ضدویروسی



شکل ۱- گیاه شیرین بیان با نام علمی Glycyrrhiza Glabra

## نگاهی به عملکرد گیاهان دارویی با تأثیر فناوری نانو

گیاهان دارویی در ترکیب‌های شیمیایی خود دارای مقدار مشخصی ماده مؤثره هستند که می‌توانند در پیشگیری، تشخیص، کمک به روند درمانی و در مجموع حفظ حالت فیزیولوژیک طبیعی بدن کمک کنند. مطالعه‌های اخیر نتایج سودمند استفاده از گیاهان در درمان و پیشگیری از بیماری‌هایی همچون دیابت [۲]، آنزواسکلروزیس [۳]، بیماری‌های عصبی [۴] و سرطان [۵] را تأیید می‌کند. خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان از جمله مکانیسم‌های مهم آن‌هاست که در درمان بسیاری از بیماری‌ها می‌توان از آن استفاده کرد. مصرف گیاهان دارویی و عصاره آن‌ها به دلیل قیمت مناسب، عوارض جانبی کم و همچنین فراوانی و در دسترس بودنشان در حال افزایش است. همچنین منشأ طبیعی داروهای گیاهی سبب سازگاری بهتر آن‌ها با ارگانیزم‌های زنده از جمله بدن انسان نسبت به داروهای شیمیایی می‌شود. استفاده از گیاهان دارویی و عصاره آن‌ها به دلیل عوارض جانبی کم در سرتاسر دنیا در حال افزایش است. شیرین بیان با نام علمی Glycyrrhiza Glabra از



شکل ۲- مکمل گیاهی سیناکورکومین

اثر درمانی نخواهد داشت. بنابراین رویکردهای متعددی برای غلبه بر محدودیت‌های عمده داروهای گیاهی مورد بررسی قرار گرفته‌اند [۷]. داروهای گیاهی هزاران ماده تشکیل دهنده دارند که همه به طور هم‌زمان در برابر بیماری‌ها مؤثر هستند. در واقع گیاهان دارویی به یک روش بهینه برای رساندن اجزای سازنده و به روشی پایدار جهت افزایش میزان سازگاری بیمار و جلوگیری از تجویز مکرر نیاز دارند. سیستمی که بتواند شرایطی نظیر کاهش دوز مؤثر، جذب بیشتر، عوارض کم خطر و قابل کنترل را فراهم کند [۸]. در اینجا می‌توان به نیاز حیاتی فناوری نانو در این صنعت پی برد.

یکی از برجسته‌ترین راهبردها در این حوزه، طراحی سیستم‌های دارورسانی جدید (NDDS) برای ترکیبات گیاهی است. روش‌های جدید نه تنها تجویز مکرر دارو را کاهش می‌دهند، بلکه با کاهش سمیت و افزایش فراهمی زیستی به افزایش ارزش درمانی دارو کمک می‌کنند. یکی از این رویکردهای جدید برای NDDS، فناوری نانو است. سیستم‌های دارورسانی در اندازه نانو، آینده بالقوه‌ای برای افزایش فعالیت و غلبه بر مشکلات مرتبط با داروهای گیاهی دارند. از این رو، ادغام نانوحامل‌ها به عنوان یک سیستم دارورسانی جدید در سیستم طب سنتی برای مقابله با بیماری‌های مزمن مانند آسم، دیابت، سرطان و... ضروری است. عصاره‌های گیاهی در سیستم‌های فرمولاسیون جدید دارای مزایای ویژه‌ای شامل بهبود نفوذپذیری، حل‌الیت، فراهمی زیستی، عملکرد درمانی، افزایش تخصیص در بافت‌ها، محافظت در برابر مواد فیزیکی، تخریب شیمیایی و تحویل مداوم و پایداری است که می‌تواند بر معایب آن مانند دوز زیاد و جذب کمتر غلبه کند و توجه شرکت‌های بزرگ دارویی را به خود جلب کند. بنابراین نانوحامل‌ها برای داروهای گیاهی کاربرد به‌سزایی دارند تا با دور زدن تمام موانع مانند pH اسیدی معده، متابولیسم کبد و افزایش گردش طولانی مدت دارو در خون به دلیل اندازه کوچک، مقدار بهینه دارو را به محل اثر خود منتقل کنند. برای بهبود خواص فیزیوشیمیایی و افزایش کارایی نانوحامل‌ها، مکانیسم‌های مختلفی پیشنهاد شده است. استفاده ترکیبی از فناوری نانو و شیوه‌های آزادسازی دارویی کنترل شده می‌تواند سرعت رهاسازی دارو از نانوذرات را تعدیل کند. علاوه بر این، اصلاح سطح نانوحامل‌ها با هدف قراردادن مکان خاص (مانند تومور)، تحویل هدفمند داروهای گیاهی را به محل خاص خود ممکن می‌سازد و از این رو کارایی آن‌ها را افزایش داده و سمیت سیستمیک را کاهش می‌دهد. امروزه سیستم‌های مختلف مبتنی بر فناوری نانو مانند نانوذرات پلیمری، نانوذرات لیپیدی جامد، نانوذرات مغناطیسی، نانوذرات فلزی و معدنی، میسل‌های پلیمری، فسفولیپیدها، نانولیپوزوم‌های کلئیدی، دندریمرها، نانوذرات چارچوب فلزی-آلی (MOF) و میسل‌های پایدار برای حمل داروهای گیاهی در حال بررسی هستند [۹-۱۰].

### استفاده از نانوداروهای گیاهی در درمان سرطان

عوامل دارویی فعال با منشأ گیاهی به عنوان جایگزین یا کمکی

و آنتی‌اکسیدانی آن می‌شوند (شکل ۱).

همچنین مطالعه‌های زیادی تأثیر شیرین بیان و عصاره آن را بر سلول‌های دستگاه تنفسی و بهبود بیماری‌های دستگاه تنفسی تأیید می‌کنند. اما استفاده از آن با روش‌های سنتی با چالش‌هایی مانند اثرگذاری بر بافت غیرهدف و یا اثرگذاری کم بر بافت هدف و همچنین اکسید شدن برخی مواد مؤثر موجود در عصاره و یا اسانس گیاه روبه‌رو است. همین امر نیاز به استفاده از نانوحامل‌های دارویی نظیر لیپوزوم و نیوزوم را روشن می‌سازد که بتواند این دشواری‌ها را رفع و استفاده از داروهای گیاهی را تسهیل بخشد و باعث اثرگذاری بهتر و بهبود عملکرد درمانی گیاهان دارویی شود. در مثالی دیگر، زردچوبه (کورکومین) به عنوان ماده مؤثره مکمل گیاهی کورکدن در کشورهای مختلف کاربرد درمانی متنوعی دارد و استفاده از آن بسیار محبوب و رایج است. اما به دلیل حل‌الیت پایین، میزان تأثیرگذاری کمی دارد. برای استفاده بهینه از این دارو، کورکومین را به شکل نانو تبدیل نمود تا با استفاده از مزایای نانوحامل‌ها میزان پایداری و یا در واقع تأثیرگذاری آن افزایش یابد (شکل ۲) [۶].

### نقش نانو در رفع چالش‌های کنونی صنعت داروهای گیاهی

بیشتر داروها با منشأ گیاهی دارای ویژگی نامحلول هستند که منجر به کاهش پایداری مؤثر در بدن (فراهمی زیستی پایین‌تر) و افزایش ترشحات سیستمیک می‌شود که نیاز به تجویز مکرر یا دوز بالاتر دارد که دارو را به عنوان کاندیدای ضعیف برای استفاده درمانی تبدیل می‌کند. اگرچه گیاهان دارویی اثرات فارماکولوژیک بسیار زیادی در برابر بسیاری از بیماری‌ها دارند، اما به دلیل عملکرد سینتیکی کمتر آن‌ها مانند جذب کم، ناتوانی در عبور از غشای لیپیدی و اندازه و وزن مولکولی بالا، جذب ضعیف داشته که در نهایت منجر به کاهش فراهمی زیستی و اثربخشی در سیستم بیولوژیکی می‌شود. بنابراین برخی از عصاره‌ها به دلیل ممانعت‌های ذکر شده از نظر بالینی استفاده نمی‌شوند. بسیاری از ترکیبات داروهای گیاهی قبل از رسیدن به خون، در pH بسیار اسیدی معده تجزیه می‌شوند و سایر ترکیبات ممکن است توسط کبد متابولیزه شوند. در نتیجه مقدار بهینه داروهای گیاهی برای اثربخشی دارو ممکن است به خون نرسد. اگر دارو در حداقل مقدار مؤثر به مکان مورد نظر نرسد،





شکل ۳- زردچوبه، گیاه جینکو و صبرزرد، سه گیاه مهم در درمان سرطان (از سمت چپ به راست)

رایج به حداقل ۴۸ ساعت نیاز دارد. این نانوحسگرها می‌توانند در سراسر کشتزار پخش شده و شرایط خاک و رویش محصول را نیز کنترل و تنظیم کنند. به‌طور کلی کشاورزی دقیق را می‌توان یک نوع نگرش جدید در مدیریت مزرعه دانست. امروزه با استفاده از نانوحسگرها مشخص می‌شود که هر قسمت کوچک از مزرعه به چه میزان عناصر غذایی و سم نیاز دارد و بدین وسیله از آلودگی محیط زیست جلوگیری کرده، سلامت محصولات را تضمین و افزایش بازده اقتصادی را ممکن می‌سازد. به عبارتی نانوحسگرها می‌توانند با کنترل دقیق و گزارش دهی به‌موقع نیازهای گیاهان دارویی به مرکز پردازش اطلاعات، سیستم نگهداری محصولات دارویی را یاری نمایند.

### چشم‌اندازی به تجارت جهانی گیاهان دارویی

تجارت جهانی گیاهان دارویی در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است. کشور ایران با دارا بودن حدود ۲۳۰ گونه گیاه دارویی که ۱۷۲۸ عدد از آن‌ها بومی ایران هستند، دارای ظرفیت انحصاری در این زمینه است. برداشت گیاهان دارویی از منابع طبیعی با تخریب محیط زیست شکننده کشور همراه بوده و توسعه کشت در مزرعه با معضل کمبود آب و تغییرات شدید میزان مواد مؤثر در اثر تنش‌های زیستی و غیرزیستی همراه است.

ازجمله گیاهان دارویی پرکاربرد می‌توان به گیاه خرفه اشاره کرد. امروزه با به‌کارگیری نانوذرات اکسید آهن در این گیاه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه دارویی افزایش یافته است. گیاه خرفه به‌عنوان یک گیاه دارویی مهم و باارزش، دارای ترکیب‌های شیمیایی مهمی نظیر پتاسیم، مس، کلسیم، آهن، فسفر، منگنز، سلنیوم، کربوهیدرات، ساختارهای پروتئینی، ترکیبات آنتی‌اکسیدان، اسیدهای چرب غیراشباع و قندهایی نظیر پکتین است. این گیاه منبعی غنی از متابولیت‌های ثانویه سودمندی نظیر دوپامین، امگا-۳ و انتقال‌دهنده‌های عصبی ازجمله نورآدرنالین به حساب می‌آید. علاوه بر این در گیاه پرمصرف زعفران، استفاده از نانومولسیوم برای ارتقای سطح کیفی، همچون حفظ کیفیت (طعم، رنگ، بو و مزه)، کاهش مصرف میزان زعفران در واحد حجم و ارتقای راندمان محصول تولیدشده ازجمله کاربردهای فناوری نانو در صنعت زعفران است. مثالی دیگر، سنتز نانوحامل لیپونوزوم حاوی عصاره زنجبیل است. تحقیقات نشان می‌دهد، نانوذرات ساماریوم سنتز شده به‌کمک

برای عوامل شیمی‌درمانی توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. فعالیت دارویی امیدوارکننده برای بسیاری از مواد گیاهی شامل ضدنئوپلاستیک، ضدالتهاب، محافظ کبد، قلب و... است. زردچوبه، گیاه جینکو، صبرزرد و... جزو گیاهانی هستند که با سرطان مقابله می‌کنند. از این گیاهان در داروهای شیمی‌درمانی و داروهای قدیمی استفاده می‌شود (شکل ۳).

براساس مطالعات ذکر شده، می‌توان آینده امیدوارکننده‌ای را در درمان سرطان با استفاده از نانوذرات گیاهی انتظار داشت. با این حال، برخی از مسائل مهم باید در نظر گرفته شود. استفاده از عصاره‌های گیاهی در مقایسه با ترکیبات گیاهی خالص شده، کم کارآمد به نظر می‌رسد. وجود اجزای مخلوط ممکن است منجر به اثرات جانبی ناخواسته شود و همچنین بر روی قدرت درمانی ماده اصلی تأثیر گذارد. همچنین اثر ضدسرطانی گیاه باید براساس IC<sub>50</sub> برای سلول سرطانی ارزیابی شود [۱۱].

### استفاده از فناوری نانو در تولید گیاهان دارویی

امروزه تولید گیاهان دارویی، دغدغه بسیاری از کشورها محسوب می‌شود چرا که تغییرات آب‌وهوایی، افزایش جمعیت، کاهش زمین‌های حاصل خیز و کاهش منابع آبی مسائلی است که بر تولید محصولات اثر گذاشته است. البته با استفاده از کشاورزی هوشمند و مدرن تا حدودی کشاورزان توانسته‌اند بر چنین مشکلاتی غلبه کنند و سبب افزایش تولید محصولات مزرعه خود شوند. نانوکودها خصوصیات منحصر به فردی را دارا هستند و می‌توانند برای گیاهان مؤثر باشند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های نانوکودها توانایی وارد شدن آن‌ها به گیاهان است. در واقع نانوکودها با استفاده از اندازه کوچکی که دارند به راحتی درون گیاهان وارد می‌شوند و در آن‌جا مواد مغذی را رها می‌کنند. همچنین این نانوذرات بسیار در آب محلول هستند و این ویژگی باعث می‌شود تا مواد مغذی به خوبی در خاک پخش شود و بیشتر در معرض گیاهان قرار گیرد. در کودهای صنعتی و شیمیایی چنین ویژگی مشاهده نمی‌شود و این کودها حلالیت بسیار پایینی در آب دارند.

### استفاده از فناوری نانو در ردیابی سریع عوامل بیماری‌زا در گیاهان دارویی

نانوحسگرهای زیستی ابزارهایی هستند که با کمک آن‌ها می‌توان در همان مراحل ابتدایی، بیماری را شناسایی و در نتیجه برای کنترل آن اقدام نمود. نانوحسگرها شامل ترکیبات زیستی همچون یک سلول، آنزیم و یا آنتی‌بادی متصل به یک مبدل انرژی هستند و قادرند تغییرات ایجاد شده در محیط اطراف خود را گزارش کنند. در صورت تجمع زیاد عامل بیماری در اطراف این حسگرها سیگنال‌های قوی فرستاده شده و وجود آلاینده‌ها در مدت چند دقیقه قابل تشخیص است. این درحالی است که تشخیص بیماری با استفاده از روش‌های

کاهش رگ‌های غیرطبیعی چشم و افزایش قدرت بینایی در سنین بالا مؤثر هستند.

شرکت دارویی راج<sup>۷</sup> در سوییس نیز با به‌کارگیری فناوری نانو موفق به عرضهٔ دو دارو به‌نام‌های پژایس<sup>۸</sup> و میرسرا<sup>۹</sup> شده است که به‌ترتیب در درمان هپاتیت و کم‌خونی بسیار مؤثر بوده‌اند.

### نتیجه‌گیری

طب سنتی و استفاده از آن از ابتدای تاریخ موردتوجه انسان‌ها بوده است. در بسیاری از کشورها و ملیت‌ها با فرهنگ‌های مختلف استفاده از گیاهان برای درمان بسیاری از بیماری‌ها و افزایش سلامت جامعه رایج است. امروزه خواص درمانی مناسب و اثرهای زیان‌بار کم داروهای گیاهی، مصرف آن‌ها را در سرتاسر دنیا افزایش داده اما استفاده از آن‌ها به‌شکل سابق با مشکلاتی همانند اثرگذاری بر بافت غیرهدف و یا اثرگذاری کم بر بافت هدف و همچنین اکسیدشدن برخی مواد مؤثر موجود در عصاره و یا اسانس گیاه روبه‌رو است که همین امر نیاز به استفاده از فناوری نانو را ضروری می‌سازد که بتواند این دشواری‌ها را رفع و استفاده از داروهای گیاه را تسهیل بخشد و باعث اثرگذاری بهتر و بهبود عملکرد درمانی گیاهان دارویی شود.

عصاره زنجبیل می‌تواند به‌عنوان دارویی جدید در درمان سرطان کولورکتال در آینده‌ای نزدیک استفاده شوند [۱۲].

در شرکت اکسیر نانو سینا، نانوداروی گیاهی سیناکورکومین به‌صورت کپسول ژلاتینی نرم (نانومیسلاز کورکومین) تولید می‌شود که با بهره‌گیری از فناوری نانو توانسته است مشکل جذب پایین ماده کورکومین را در بدن حل کند و به بهبود درد و التهاب مفاصل و نیز بهبود بیماری‌های التهابی کبد، کمک کند.

در شرکت فناوری نانودارو البرز تولید نانوداروی گیاهی کورکدن با موفقیت صورت گرفته است که با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالای خود در بهبود عملکرد کبد نقش به‌سزایی داشته و نتایج امیدوارکننده‌ای در پیشگیری از سرطان و کاهش عوارض شیمی‌درمانی و پرتودرمانی نشان داده است.

شرکت آمریکایی آمژن<sup>۱۰</sup> از سال ۱۹۸۰ میلادی کار خود را در راستای کشف و توسعه داروهای ضدسرطان شروع کرد. اخیراً این شرکت با به‌کارگیری فناوری نانو موفق به تولید داروی ضدسرطان با نام نتولاستا<sup>۱۱</sup> شده است که محرک تولید گلبول‌های سفید است.

شرکت کانادایی باچ‌لث<sup>۱۲</sup> نیز اخیراً دو داروی ویزودین<sup>۱۳</sup> و ماسوژن<sup>۱۴</sup> با به‌کارگیری فناوری نانو به بازار عرضه نموده است که به‌ترتیب در

### پی‌نوشت‌ها

۱- Fabaceae

۴- Bauch Health

۷- Roche

۲- Amgen

۵- Visudyne

۸- Pegasys

۳- Neulasta

۶- Macugen

۹- Mircera

### منابع

۱- Van Wyk B-E, Wink M. Medicinal plants of the world: CABI; 2018.  
 ۲- Batiha GE-S, Beshbishy AM, El-Mleeh A, Abdel-Daim MM, Devkota HP. Traditional uses, bioactive chemical constituents, and pharmacological and toxicological activities of Glycyrrhiza glabra L. (Fabaceae). *Biomolecules*. 2020; 10:3.  
 ۳- Zaigham M, Hamiduddin M, Ikram M. Aslussoos (Glycyrrhiza glabra Linn): A root with immense pharmaceutical potential and its utilization in Unani system of medicine. *International J. Herbal Medicine*. 2019; 7 (5):27.  
 ۴- Pastorino G, Cornara L, Soares S, Rodrigues F, Oliveira MBP. Liquorice (Glycyrrhiza glabra): A phytochemical and pharmacological review. *Phytotherapy research*. 2018; 32(12):2323.  
 ۵- Gioti K, Papachristodoulou A, Benaki D, Beloukas A, Vontzalidou A, Aligiannis N, et al. Glycyrrhiza glabra-Enhanced Extract and Adriamycin Antiproliferative Effect on PC-3 Prostate Cancer Cells. *Nutrition and cancer*. 2020; 72 (2):320.  
 ۶- Nastić N, Švarc-Gajić J, Delerue-Matos C, Barroso MF, Soares C, Moreira MM, et al. Subcritical water extraction as an environmentally-friendly technique to recover bioactive compounds from traditional Serbian medicinal plants. *Industrial Crops and Products*. 2018; 111:579.

۷- More VV. Niosomal drug delivery—a comprehensive review. *Asian Journal of Pharmaceutics (AJP): Free full text articles from Asian J Pharm*. 2019; 12: 04.  
 ۸- Al-Snafi AE. Glycyrrhiza glabra: A phytochemical and pharmacological review. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2018; 8(6):1.  
 ۹- Paudel YN, Angelopoulou E, Semple B, Piperi C, Othman I, Shaikh MF. Potential neuroprotective effect of the HMG1 inhibitor Glycyrrhizin in neurological disorders. *ACS chemical neuroscience*. 2020; 11: 23.  
 ۱۰- Sedighi M, Bahmani M, Asgary S, Beyranvand F, Rafieian-Kopaei M. A review of plant-based compounds and medicinal plants effective on atherosclerosis. *J. research in medical sciences: the official j. Isfahan University of Medical Sciences*. 2017; 2: 123.  
 ۱۱- Gioti K, Papachristodoulou A, Benaki D, Beloukas A, Vontzalidou A, Aligiannis N, et al. Glycyrrhiza glabra-Enhanced Extract and Adriamycin Antiproliferative Effect on PC-3 Prostate Cancer Cells. *Nutrition and cancer*. 2020; 72(2):320.  
 ۱۲- Ghodrati Z, Divsalar A, Ayrian S, Saeidifar M. Evaluation of The Anticancer Effects of Samarium Nanoparticles Synthesized by Extract of Ginger on HCT 116 Colorectal Cancer Cells. *J Cell Tissue (JCT)*. 2020; 10(4): 202.

## BMW به دنبال استفاده از گرافن در خودروهای الکتریکی

سیلیکون/گرافن برای آند در باتری های لیتیوم-یون و توسعه یک ماژول باتری کاملاً کاربردی برای کاربردهای خودروسازی گام های بلندی در این مسیر برداشته است.

خروجی این پروژه سه ساله راهبردی، نمونه اولیه ماژول باتری خودرو خواهد بود که از ۶۰ تا ۹۰ سلول خودروی الکتریکی باتری (BEV) تشکیل شده است. هسته این نوآوری که منجر به مزیت فناورانه قابل توجهی نسبت به فناوری موجود خواهد شد، الکترو د جدیدی برای سلول باتری خواهد بود که از کامپوزیت سیلیکون-گرافن تشکیل شده است، کامپوزیتی که در پروژه های تحقیقاتی پیشین تولید شده است.

در این پروژه، شرکت های پیشرو نظیر بی ام دبلیو (BMW)، بی دیمنشیال (Bedimensional) و وارتا میکرو اینویشن Varta (Micro Innovation) با هم همکاری دارند. این کنسرسیوم روی استفاده از ترکیب سیلیکون گرافن در باتری ها متمرکز شده و پیش بینی می شود که ماژول پیشرفته ای در سال ۲۰۲۵ تولید شود.

منبع [www.graphene-flagship.eu](http://www.graphene-flagship.eu)



پروژه ای با عنوان GREENBat در اروپا در حال انجام است که در آن شرکت BMW و چند شرکت دیگر در حال استفاده از گرافن برای ساخت باتری هایی بادوام بالا هستند. این باتری ها می توانند تا ۴۵۰ هزار کیلومتر رانندگی را بدون خراب شدن، کار کنند.

مشکلات مربوط به شارژ، مسافت و هزینه تنها برخی از نگرانی های مربوط به باتری خودروهای الکتریکی است. خوشبختانه، صنعت تولید باتری در حال حل این مشکلات و نگرانی هاست. پروژه GREENBat بهبود فناوری باتری برای وسایل نقلیه الکتریکی را هدف قرار داده است. این پروژه با توسعه الکترودهای کامپوزیت

## نصب نرده های بتنی تقویت شده با مواد نانویی در سوئد

هم دوام بیشتری را به همراه دارند.

این پروژه نتیجه تلاش های مداوم فبتودی با همکاری Grafoam SIO و Gunnar Prefab AB برای ایجاد بتن سازگار با محیط زیست و ماندگاری طولانی است. این نرده ها با مزایایی نظیر مقاومت در برابر یخ زدگی و سایش، به گونه ای طراحی شده اند که در شرایط آب و هوایی سخت مقاومت کنند. استفاده از مواد نانویی باعث شده تا طول عمر آن ها افزایش یافته و نیاز به تعمیر و نگهداری مکرر کاهش یابد.

این شرکت روی افزودن گرافن به چسب های زیستی برای مصارف صنعتی کار می کند. چسب های مبتنی بر ترکیبات فسیلی، در بخش هایی مانند مبلمان، ساخت وساز و بسته بندی استفاده می شوند که به طور قابل توجهی در تغییرات آب و هوایی نقش دارند. در حال حاضر، این سه بخش ۲۵٪ از مصرف چسب جهانی را تشکیل می دهند و تقاضای قابل توجهی برای راه حل های سازگار با محیط زیست ارائه می دهند. با انتقال به گزینه های مبتنی بر مواد زیستی، می توان رد پای محیط زیست را کاهش و اقتصاد چرخه ای را پرورش داد.

منبع [www.2dfab.com](http://www.2dfab.com)



شرکت فبتودی (Fab2D) در مسیر تجاری سازی بتن های تقویت شده با فناوری نانو، نرده های بتنی حاوی نانومواد را در یکی از شهرهای سوئد نصب کرد.

فبتودی از نصب نرده های بتنی تقویت شده با فناوری نانو در Sundsvall خبر داد. این شرکت نرده های بتنی که احتمالاً با گرافن تقویت شده را با موفقیت نصب و اجرا کرده است که نقطه عطفی در مسیر حرکت به سمت بتن پایدار خواهد بود.

این شرکت سوئدی قرار بود که هشت نرده بتنی را در منطقه Sundsvall نصب کند که چهار مورد از آن را اجرا کرده است. این نرده های جدید هم مقاومت در برابر یخ زدگی را بهبود می بخشند و

## امکان سنجی استفاده از غشای نانویی برای تصفیه آب مناطق دورافتاده

مناطق دور دست با امکانات کم آماده کند. در این پروژه قرار است پتانسیل غشای گرافنی NematIQ به عنوان راه حلی برای تصفیه آب آشامیدنی مورد ارزیابی قرار گیرد. این برنامه که برای اجرا بین دسامبر ۲۰۲۴ و می ۲۰۲۵ برنامه ریزی شده است، توانایی غشای گرافنی را برای حذف آلاینده هایی مانند باکتری ها، ویروس ها، فلزات سنگین و آلاینده های آلی که اغلب در منابع آب آشامیدنی جوامع دور افتاده یافت می شوند، ارزیابی می کند. مطالعه امکان سنجی همچنین شامل تجزیه و تحلیل اقتصادی و پایداری اولیه برای استقرار سیستم های تصفیه آب مبتنی بر گرافن در تنظیمات از راه دور خواهد بود.

این غشای گرافنی قابل تبدیل شدن به کارتریج های مارپیچی بوده که می توانند در سایت های تصفیه آب مورد استفاده قرار گیرند. این شرکت با تولید بیش از ۱۰۰۰ متر غشای ورقه ای مسطح ۱۰۰۰ میلی متری، بر روی دستگاه رول به رول صنعتی، به یک نقطه عطف بزرگ دست یافته است که این دستاورد تأییدکننده توانایی و قابلیت شرکت کلین تکو واتر برای ساخت غشای گرافنی در مقیاس تجاری است.

منبع [www.markets.businessinsider.com](http://www.markets.businessinsider.com)



دولت استرالیا با اختصاص بودجه ای از شرکت کلین تکو واتر برای انجام آزمایش روی غشای گرافنی برای تصفیه آب در مناطق دورافتاده حمایت کرد.

کلین تکو واتر (CleanTeQ Water Ltd) موفق به دریافت بودجه ای برای مطالعه امکان سنجی استفاده از نوعی غشای گرافنی شد. این کمک مالی ۸۰,۰۰۰ دلار استرالیا (حدود ۶۳۰,۰۰۰ دلار آمریکا) که از سوی وزارت صنعت، علم و منابع استرالیا تأمین مالی می شود، به شرکت کلین تکو واتر کمک می کند تا از فناوری نانو برای تصفیه آب آشامیدنی استفاده نماید و این فناوری را برای بهره مندی افراد در

## با نوآوری یک استارت آپ، گرافن جای سیم های مسی را خواهد گرفت

می یابد که باعث کاهش قابل توجه در عملکرد و توان شده که به شکل چشمگیری بر تمام معیارهای قابلیت اطمینان مورد نیاز طراحی های نیمه رسانای مدرن در محصولات CPU، GPU و موارد دیگر تأثیر می گذارد.

این استارت آپ استفاده از گرافن را به عنوان پایه ای برای فناوری خود انتخاب کرده است. در حالی که تکه های ریز گرافن به راحتی تولید می شوند، تلاش ها برای افزایش مقیاس فرایند تولید برای ادغام با جریان اصلی CMOS به دلیل مسائل مربوط به سازگاری با زیرساخت های تولید و نگرانی های کنترل کیفیت، موفقیت ناچیزی داشته است. سنتز گرافن در مساحت وسیع که معمولاً شامل روش های مبتنی بر رسوب بخار شیمیایی (CVD) می شود، به دماهای بالایی نیاز دارد که بسیار فراتر از بودجه مجاز حرارتی ساخت اتصال CMOS است و همچنین نیاز به انتقال مکانیکی گرافن رشد یافته روی یک بستر فلزی به زیرلایه های دی الکتریک دارد.

منبع [www.technode.global](http://www.technode.global)



یک استارت آپ حوزه نیمه هادی به نام دستنیشن تودی (Destination ۲D) اعلام کرده است که موفق به سنتز گرافن با کیفیت بالا در مقیاس ویفر شده است. این کار در شرایط سازگار با CMOS انجام شده است. با انجام این کار، این شرکت امکان استفاده از گرافن را به عنوان یک ماده دوبعدی در محصولات نیمه هادی به وجود آورده و این فناوری جایگزین سیم های مسی خواهد شد.

در اتصالات با ابعاد زیر ۱۵ نانومتر، مقاومت مس به سرعت افزایش



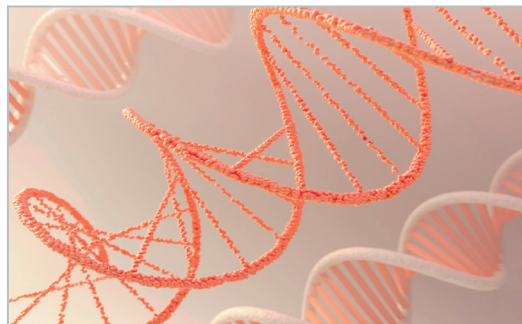
## بازار ۸۸ میلیون دلاری در انتظار فناوری اوریگامی DNA

دستگاه‌های نانومقیاس فراهم کرده است. این امر باعث افزایش استفاده از آن در حوزه‌های مختلف از جمله شیمی، زیست‌شناسی، علم مواد، علوم کامپیوتر و سایر موارد شده است. پیشرفت‌های سریع در رباتیک مولکولی و همچنین توسعه سیستم‌های دارورسانی برای درمان سرطان، رشد درآمد بازار را در دوره پیش‌بینی افزایش می‌دهد. افزایش ابتکارات تحقیق و توسعه برای توسعه سیستم‌های دارورسانی و تولید نانوساختارهای پویا عامل مهم دیگری است که پیش‌بینی می‌شود به رشد درآمد بازار در آینده کمک کند.

کاربردهای روزافزون اوریگامی DNA در تحقیقات نانورباتیک و فلورسانس، مطالعات نور و انرژی، فعالیت‌های حرکتی مولکولی، رباتیک مولکولی، میکروسکوپ کریو الکترونی و تعاملات آنزیم-زیرلایه باعث رشد درآمد بازار جهانی اوریگامی DNA شده است.

پیشرفت‌های مستمر در رباتیک مولکولی، تأکید بر توسعه نانوساختارهای دوبعدی و سه‌بعدی، همراه با معماری‌های نانو ابررسانا و افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه برای سیستم‌های قوی و پیشرفته دارورسانی برای درمان سرطان از دیگر عوامل کلیدی هستند که انتظار می‌رود درآمد این حوزه را افزایش دهند.

منبع | [www.openpr.com](http://www.openpr.com)



بازار جهانی فناوری اوریگامی DNA در سال ۲۰۳۱ به بیش از ۸۸ میلیون دلار می‌رسد که رشد ۰٫۷۹ درصد ترکیبی سالانه را تجربه می‌کند.

اوریگامی DNA تا کردن DNA در مقیاس نانو برای تولید اشیای دوبعدی یا سه‌بعدی است؛ با این فناوری می‌توان اجسامی مانند نانوروبات ساخت که می‌تواند تحویل موفقیت‌آمیز دارو به سلول‌ها را انجام دهد. اوریگامی DNA با استفاده از صدها الیگونوکلوئوتید کوتاه، یک DNA تک‌رشته‌ای را به طرح‌های مختلف در مقیاس نانو می‌کند.

اوریگامی DNA پیچیدگی و مقیاس‌پذیری نانوساختارهای DNA را افزایش داده و بستر متنوعی را برای توسعه ساختارها و

## روس‌ها واکسن ضد سرطان را به‌زودی عرضه می‌کنند

به‌داشت روسیه، اخیراً این دستاورد را در رادیو روسیه اعلام کرده است.

ظاهراً از این واکسن برای درمان بیماران سرطانی استفاده خواهد شد و قرار نیست برای پیشگیری از سرطان به عموم مردم داده شود.

این واکسن برای هر بیمار شخصی‌سازی خواهد شد.

الکساندر گینتسبورگ؛ مدیر مرکز تحقیقات ملی اپیدمیولوژی و میکروبیولوژی گامالیا در مسکو، گفته بود که این واکسن می‌تواند رشد تومور را سرکوب کرده و از گسترش سرطان جلوگیری کند.

درحال حاضر مشخص نیست که واکسن قرار است کدام سرطان‌ها را درمان کند، چقدر مؤثر است یا حتی نام واکسن چیست. از نظر علمی امکان‌پذیر است که نوعی واکسن برای هدف قرار دادن سرطان ساخته شده باشد. کشورهای دیگر درحال حاضر برای توسعه چیزی مشابه کار می‌کنند.

منبع | [www.msn.com](http://www.msn.com)



در واکسن ضدسرطانی که در روسیه ساخته شده احتمالاً از فناوری mRNA و نانوذرات لیپیدی استفاده شده است، واکسنی که قرار است طی ماه‌های آتی وارد بازار این کشور شود. وزارت بهداشت روسیه اعلام کرد که واکسنی علیه سرطان ساخته است که از اوایل سال ۲۰۲۵ به صورت رایگان در روسیه توزیع می‌شود. آندری کاپرین؛ مدیر کل مرکز تحقیقات پزشکی رادیولوژی وزارت

## تبدیل گازه‌های گلخانه‌ای به مستحکم‌ترین ماده جهان

کاربردها برای گرافنی است که شرکت لویدان برداشت می‌کند. افزودن آن به آج‌های لاستیک می‌تواند دوام آن‌ها را طولانی‌تر، سبک‌تر و کم‌مصرف‌تر کند.

با افزودن گرافن به بتن می‌توانید مقداری از سیمان را از مخلوط حذف کنید و این برای محیط‌زیست بهتر است. همچنین می‌توان آن را به دستکش‌های جراحی اضافه کرد تا از پارگی آن‌ها جلوگیری کند.

آلیستر دونالدسون؛ مدیر ارشد فناوری شرکت لویدان، می‌گوید: «بزرگ‌ترین چالش این است که هیچ‌کس قادر به تولید گرافن با کیفیت بالا در مقادیر کافی نبوده است، اما سیستم Loop این کار را انجام خواهد داد. ما اکنون با تولیدکنندگان محصولات مختلف کار می‌کنیم و می‌توانیم گرافن را به صورت پودر یا مایع عرضه کنیم، بنابراین آن‌ها می‌توانند گرافن را در بسیاری از سیستم‌های مختلف بدون نیاز به تغییر فرایندهایشان بگنجانند.»

منبع [www.sg.news.yahoo.com](http://www.sg.news.yahoo.com)

مسئولان شرکت لویدان به تشریح نقش دستگاه لوپ در تجزیه گازه‌های گلخانه‌ای و تأثیر آن در آب‌وهوا پرداختند. یکی از خروجی‌های این دستگاه، گرافن است.

جان هارتلی؛ مدیر عامل شرکت لویدان به تشریح دستگاه لوپ (Loop) می‌پردازد، ابزاری که می‌تواند گاز گلخانه‌ای را به مواد کم‌خطر و درعین حال باارزش تبدیل کند. جان هارتلی می‌گوید: «سیستم Loop ما از انرژی مایکروویو برای تقسیم مولکول‌های متان استفاده می‌کند. هیدروژنی که تولید می‌شود می‌تواند به عنوان مثال برای تأمین انرژی کارخانه‌ها، کامیون‌ها یا کشتی‌ها استفاده شود. این سوخت تمیز است زیرا وقتی آن را می‌سوزانید گرما و انرژی دریافت می‌کنید، اما هیچ دی‌اکسیدکربنی آزاد نمی‌شود خروجی آن فقط بخار آب است.»

یکی از خروجی‌های دستگاه لوپ، گرافن است. الی گالانیس می‌گوید: «مقدار ناچیزی از گرافن در کارهای روزمره می‌تواند تفاوت بزرگی ایجاد کند.»

به عنوان مدیر توسعه تجاری، او به دنبال یافتن تأثیرگذارترین

## راه‌اندازی استخرهای بدون کلر که از فناوری نانوحباب بهره‌مند هستند

و اثرات محیط‌زیستی مرتبط با روش‌های سنتی مراقبت از استخر را کاهش می‌دهد. کلید اصلی این نوآوری در استفاده از حباب‌های نانویی برای ضدعفونی کردن استخرها نهفته است و به ساکنان، این امکان را می‌دهد تا از تجربه شنای سالم‌تر و پایدارتری لذت ببرند.

ساکنان گریهاوک از این پیشرفت‌ها استقبال می‌کنند زیرا راه‌حلی مدرن برای چالش‌های بهداشتی استخر ارائه می‌دهند.

سیستم‌های غیرکلر به طور چشمگیری اتکا به مواد شیمیایی خطرناک مانند کلر را کاهش می‌دهند. این کاهش با به حداقل رساندن تحریک و واکنش‌های آلرژیک به سلامت پوست و تنفسی کاربران کمک می‌کند. بهبود کیفیت هوا در اطراف محوطه استخر قابل توجه است و محیط دلپذیرتری را برای شناگران ایجاد می‌کند.

مزایای محیط‌زیستی این فناوری به همان اندازه چشمگیر است. با استفاده از فناوری‌هایی مانند حباب‌های نانویی، استخرها می‌توانند استانداردهای بهداشتی بالایی را بدون کمک به آلودگی شیمیایی حفظ کنند. این سیستم‌ها همچنین به تنظیمات شیمیایی کمتری نیاز دارند که یک روال تعمیر و نگهداری سازگار با محیط‌زیست را تشویق می‌کند.

منبع [www.newswire.net](http://www.newswire.net)



آکوالب (Aqualab) ایجاد سیستم‌های استخر بدون کلر را در گریهاوک، آریزونا امکان‌پذیر کرده است. این سامانه‌ها از جمله سیستم‌های پیشرفته بدون کلر هستند که با فناوری نانوحباب کار می‌کنند. در این سامانه از حباب‌های بسیار کوچک استفاده می‌شود که این حباب‌ها به باکتری‌ها، جلبک‌ها و پاتوژن‌های میکروسکوپی حمله می‌کنند و در نهایت موجب پاکسازی استخر می‌شوند.

فناوری نانوحباب به طور قابل توجهی کیفیت آب را بهبود می‌بخشد

## راه اندازی دو پیشگامی در حوزه فناوری نانو و انرژی توسط یک دانشگاه

سال های مالی ۲۰۲۵ تا ۲۰۲۸ انتخاب شدند. این پیشگامی های تحقیقاتی جدید بر توسعه فناوری نانو و کاربردهای جدید برای سیستم های انرژی پایدار متمرکز خواهند بود.

پیشگامی اول با نام Nanotechnology in Engineering به رهبری دکتر مرآت باریسیک، در زمینه فناوری نانو بوده و کاربردهای این فناوری را گسترش می دهد و بر کاربردهای حیاتی در حوزه های انرژی، علوم زیستی و دفاع تمرکز دارد. یک تیم چندرشته ای متشکل از پنج بخش دانشگاهی، از مدل سازی محاسباتی، طراحی مواد و یادگیری ماشین برای توسعه نانو مواد پیشرفته با هم همکاری خواهند کرد.

این تلاش ها به چالش های دیرینه ای مانند نیاز به راه حل های ذخیره سازی انرژی، مواد زیست تخریب پذیر و محافظت حرارتی برای فناوری های هایپرسونیک پاسخ خواهند داد. تیم دکتر باریسیک با سازمان های معتبر ملی مانند وزارت انرژی (DOE)، بنیاد ملی علوم (NSF)، آزمایشگاه ملی اوک ریج (ORNL) و همچنین چندین شریک صنعتی محلی همکاری خواهد کرد.

منبع [www.chattanoogapulse.com](http://www.chattanoogapulse.com)



مؤسسه تحقیقاتی چاتانوک دانشگاه تنسی دو پیشگامی جدید در حوزه فناوری نانو و انرژی راه اندازی کرده است. این پیشگامی ها برای مدت سه سال برنامه ریزی شده اند.

سال گذشته، مؤسسه تحقیقاتی چاتانوک دانشگاه تنسی با هدف توسعه فناوری های پیشرفته برای حل مشکلات دنیای واقعی تأسیس شد. به تازگی این مؤسسه گامی مهم در این مسیر برداشته و دو پیشگامی تحقیقاتی جدید را راه اندازی کرده است.

پس از بررسی پیشنهادات از سراسر این دانشگاه، دو پروژه استثنایی برای دریافت بودجه از طریق مرکز تعالی علوم محاسباتی و مهندسی کاربردی (CEACSE) در چارچوب برنامه تحقیقاتی همگرا برای

## گوشی Huawei Mate X6 از گرافن برای خنک شدن استفاده می کند

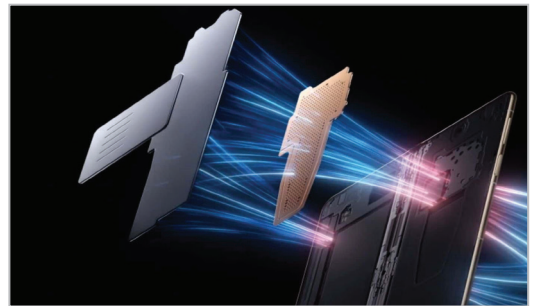
بازی یا سایر استفاده های مرتبط بسیار مهم است.

مواد نوآورانه مانند گرافن با رسانایی حرارتی فوق العاده بالا و جداسازی منبع گرما، به دستگاه اجازه می دهند تا خنک کننده کارآمدی داشته باشد و اتلاف گرما تا ۴۰ درصد افزایش یابد.

گرافن یک ماده رسانا متشکل از لایه ای از اتم های کربن است که در یک شبکه شش ضلعی قرار گرفته که فقط یک اتم ضخامت دارد. این ساختار منحصر به فرد آن را به یکی از نازک ترین، قوی ترین و رساناترین ماده شناخته شده تبدیل می کند.

گرافن در گوشی های Mate X6 به کار گرفته شده تا به تلفن های همراه اجازه دهد تا از عهده کارهای سنگین از جمله انجام بازی ها و برقراری تماس های ویدیویی به طور هم زمان و خنک نگه داشتن دستگاه برآید. این سیستم خنک کننده پیشرفته که با حسگرهای هوشمند و الگوریتم های هوش مصنوعی کار می کند، بهره وری انرژی را بهینه کرده و با کاهش نویز و مصرف انرژی، تجربه کاربر را بهبود می بخشد.

منبع [www.citizen.co.za](http://www.citizen.co.za)



شرکت هواوی در گوشی جدید مدل Huawei Mate X6 از گرافن برای خنک سازی استفاده کرده است.

گوشی های هوشمند باید خنک شوند، زیرا گرمای بیش از حد می تواند به اجزای داخلی مانند باتری، پردازنده و صفحه نمایش آسیب برساند و منجر به کاهش عملکرد، عمر باتری و حتی آسیب دائمی دستگاه شود. یک تلفن داغ می تواند در صورت داغ شدن بیش از حد با مشکل کار کند یا حتی به درستی کار نکند بنابراین استفاده از فناوری پیشرفته برای پخش مؤثر گرما از پردازنده، حفظ دمای خنک تر تلفن در طول

## سرمایه‌گذاری در شرکتی که زباله را به گرافن صنعتی تبدیل می‌کند



شرکت وستلیک اینوویشنز با سرمایه‌گذاری در شرکت یونیورسال متر به دنبال استفاده از فرصت تبدیل زباله به گرافن در مقیاس صنعتی است.

شرکت وستلیک اینوویشنز (Westlake Innovations)، یکی از شرکت‌های زیرمجموعه وستلیک کورپوریشن (Westlake Corporation)، اعلام کرد در شرکت یونیورسال متر (Universal Matter) سرمایه‌گذاری می‌کند.

هدف از این سرمایه‌گذاری، تبدیل شدن وستلیک اینوویشنز به تأمین‌کننده اصلی گرافن با کیفیت بالا و پایدار و مواد پیشرفته است تا از این طریق به کاهش میزان دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر کمک کند.

این اقدام شرکت وستلیک اینوویشنز مبتنی بر تعهد آن‌ها برای کمک به توسعه آینده پایدارتر و همچنین سرمایه‌گذاری راهبردی در فناوری‌های نوآورانه و شرکت‌های نوپاست.

شرکت یونیورسال متر از فناوری گرمایش موسوم به «حرارت ژول فلش» (یا Flash Joule (FJH) استفاده می‌کند که پتنت آن را نیز به ثبت رسانده است. در این روش امکان بازچرخانی مقرون به صرفه و در مقیاس صنعتی جریان‌های زباله‌های حاوی کربن و تبدیل آن به گرافن با کیفیت بالا و کربن گرافیتی شده فراهم می‌شود. فناوری FJH شرکت یونیورسال متر که اولین بار در دانشگاه رایس توسعه یافته، گرافنی را ایجاد می‌کند که در مورفولوژی‌های یک بعدی، دوبعدی و سه بعدی قابل تنظیم است و ویژگی‌های جالب توجهی را برای کاربردهای صنعتی ارائه می‌دهد.

شرکت یونیورسال متر همچنین توانایی تولید سوسپانسیون‌های گرافنی را در انواع محیط‌های مایع یا جامد دارد که به مشتریان کمک می‌کند تا گرافن را در محصولات صنعتی پایین دست خود بگنجاند و به بهبود عملکرد مواد ضروری مانند آسفالت، بتن، لاستیک و کامپوزیت‌ها دست یابند.

منبع [www.morningstar.com](http://www.morningstar.com)

## اسپیس ایکس در مأموریت‌های فضایی از رادیاتور گرافنی استفاده می‌کند

رادیاتور مبتنی بر گرافن اسمارت آی آر راه حلی برای این مشکل ارائه می‌کند و ماهواره‌ها را قادر می‌سازد تا انرژی حرارتی را به طور انعطاف پذیر مدیریت کنند. این فناوری هنگام قرار گرفتن در سایه زمین، گرما را به طور کامل از تمام سطوح خارج می‌کند و به طور انتخابی فقط از سمتی که در معرض خورشید قرار دارد، محافظت می‌کند.

این رادیاتور در یک پییکوماهواره ساخته شده توسط Hydra Space تعبیه شده است و Alba Orbital مدیریت یکپارچه سازی و عملیات را بر عهده دارد. این ماهواره در مدار پایین زمین (LEO) مستقر خواهد شد تا عملکرد رادیاتور را در چرخه‌های کاری واقعی آزمایش کند. این مأموریت توانایی رادیاتور را برای مقاومت در برابر شرایط پرتاب، نشان دادن اثربخشی آن در فضا و گرفتن داده‌ها ارزیابی می‌کند.

رادیاتور گرافنی که توسط استارت آپ اسمارت آی آر ساخته شده قرار است در مأموریت‌های بعدی شرکت اسپیس ایکس به کار گرفته شود.

اسمارت آی آر (SmartIR) یکی از شرکت‌های انشعاب یافته از دانشگاه منچستر است که به تازگی رادیاتور گرافنی ساخته که می‌توان از آن در مأموریت‌های فضایی استفاده کرد. این رادیاتور در Falcon ۹ Transporter-۱۲ شرکت اسپیس ایکس (SpaceX) نصب شده تا در مأموریت Mission ۲ و با همکاری Hydra Space و Alba Orbital استفاده شود.

این مأموریت به یک چالش حیاتی در بخش فضا می‌پردازد: نیاز به راه‌حل‌های مدیریت حرارتی مقرون به صرفه. ماهواره‌های مدار پایین کنونی اغلب به رادیاتورهای حرارتی متکی هستند که مصرف برق را افزایش می‌دهند، درحالی‌که ماهواره‌های مدار طولانی از سیستم‌های سنگین و حجیم مانند لوورهای حرارتی استفاده می‌کنند.

منبع [www.uominnovationfactory.com](http://www.uominnovationfactory.com)



## مشارکت راهبردی کانادا و عربستان در حوزه گرافن

همکاری تسهیل می‌شود. هدف از این مشارکت، تقویت نوآوری و تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در پادشاهی عربستان سعودی (KSA) و منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) است. براساس یادداشت تفاهم (MOU) منعقد شده توسط طرفین، زنتک در زمینه مالکیت معنوی، صدور لیسانس محصول و انجام تحقیق و توسعه مشارکت خواهد کرد. به نوبه خود، گروه بین‌المللی الرامز پشتیبانی بازاریابی، یافتن سرمایه‌گذار، تأمین مالی و دسترسی به بازار در داخل عربستان سعودی و منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا را ارائه خواهد کرد. این همکاری به دنبال دستیابی به چندین هدف از جمله توسعه یک مرکز تولید گرافن در عربستان، ایجاد یک مرکز تجاری‌سازی برای فناوری‌های گرافن زنتک و گسترش تحقیقات زیست‌فناوری است. این توافق همچنین با هدف تضمین سرمایه‌گذاری راهبردی برای حمایت از زنجیره تأمین مواد پیشرفته در آمریکای شمالی و ایجاد یک مرکز تحقیق و توسعه برای فناوری آیتامر در ارتباط با یک دانشگاه عربستانی است.

www.investing.com منبع



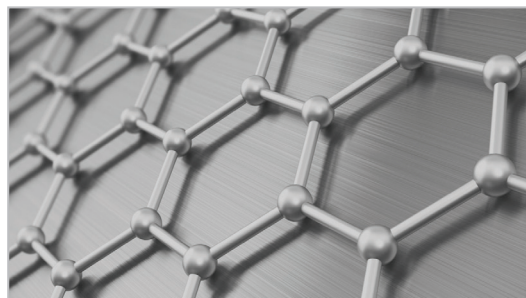
با امضای تفاهم‌نامه‌ای میان یک شرکت کانادایی و عربستانی، سرمایه‌گذاری در کشور عربستان برای تولید، توسعه و تجاری‌سازی محصولات گرافنی انجام می‌شود. همچنین بازاریابی در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا نیز به این شرکت عربستانی سپرده شده است.

شرکت زنتک (Zentek Ltd) که در حوزه فناوری نانو فعالیت دارد، وارد همکاری راهبردی با کشور عربستان شد. زنتک از یک مشارکت راهبردی با گروه بین‌المللی الرامز خبر داد که از طریق شرکت سعودی اکسلنس هولدینگ (Excellence Holding Compan) این برنامه

## نتایج موفقیت‌آمیز استفاده صنعتی از بتن‌های نانویی کم‌سیمان!

عطف مهم در بررسی عملکرد بتن‌های نانویی بوده که بیوگرافن سلوشنز آن‌ها را توسعه می‌دهد. نتایج بررسی‌های این پروژه نشان می‌دهد که بتن تقویت شده با گرافن به مقاومت هدف گذاری شده ۲۸ روزه ۳۲ مگاپاسکال تا ۷ روز دست می‌یابد. این شرکت به دنبال کاهش ده‌درصدی محتوای سیمان خود، شاهد کاهش کلی هزینه تا ۴۷٪ بوده است. یکی از دلایل کاهش هزینه، بی‌نیازی از افزودن مواد کمکی روان‌کننده است، موادی که معمولاً به بتن اضافه می‌شود تا کارایی آن بهبود یابد. کاهش سیمان با توجه به هزینه بالای آن از نظر اقتصادی و محیط‌زیستی، هدف بسیاری از تولیدکنندگان است. علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه، گفته می‌شود که این تولیدکننده نتایج بیش از حد انتظار خوب در تست‌های استحکامی به دست آورده است، تحمل ۸۰۰۰ تا ۱۷,۰۰۰ پوند فشار بدون ترک خوردگی/شکستن استرس از جمله این نتایج بوده است. همچنین این ترکیب جدید استحکام ۲۸ روزه را ۴۳٪ بالاتر از میزان پیش‌بینی شده، ارائه کرده است. علاوه بر این، هیچ‌گونه جریان‌پذیری یا اصطکاک گزارش نشده است. گفته می‌شود که این نتایج از استاندارد موجود فراتر رفته است.

www.thenewswire.com منبع



بیوگرافن سلوشنز (Bio Graphene Solutions) از نتایج مثبت پروژه آزمایشی استفاده از بتن تقویت شده با گرافن خبر داد. این کار با همکاری شرکت الیس دان (EllisDon) و تاملینسون ردی میکس (Tomlinson Ready Mix) انجام شده است. در این بتن‌ها به دلیل استفاده از گرافن، سیمان کمتری به کار رفته است.

در این پروژه، بیوگرافن سلوشنز از افزودنی نانویی خود برای تقویت بتن‌های شرکت تاملینسون ردی میکس استفاده کرده تا در یک سازه به صورت آزمایشی استفاده شود. این مخلوط بتن با گرافن، از ۱۰ درصد سیمان کمتر استفاده می‌کند. این برنامه آزمایشی یک نقطه

## استفاده از نوعی توت برای سنتز نانوذرات نقره با خواص آنتی‌باکتریال

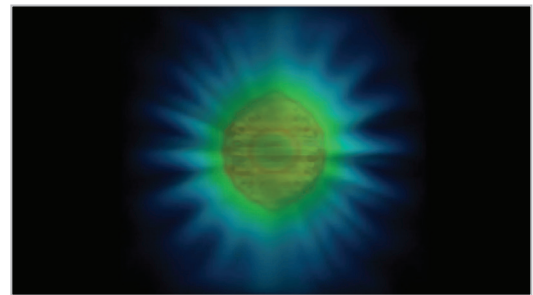


محققان از گوجی بری به عنوان یک منبع ارگانیک برای تولید نانوذرات نقره (Ag-NPs) با خواص ضدباکتریایی استفاده کردند. گوجی بری از خانواده توت‌ها محسوب می‌شود. میوه گوجی بری به دلیل فوایدی که برای سلامتی دارد، به طور گسترده استفاده شده و از آن به عنوان میوه‌ای با خواص آنتی‌بیوتیکی یاد می‌شود. این گروه تحقیقاتی از این میوه به عنوان منبع آلی جدید به منظور تولید نانوذرات نقره استفاده کردند. کامران عالم از دانشگاه سایپنزا رم با همکاری محققانی از دانشگاه

مهندسی و فناوری NED و دانشگاه پادشاه سعودی، روشی کارآمد برای استخراج نانوذرات نقره از این توت ایجاد کردند. کامران عالم می‌گوید: «نانوذرات نقره مسئول ایجاد اختلال در ساختار غشای سلولی هستند که می‌توانند گونه‌های اکسیژن فعالی را تولید کنند که برای مهار رشد باکتری‌ها استفاده می‌شوند.» درحالی‌که چندین روش شیمیایی برای تولید نانوذرات نقره وجود دارد، روش‌های سبز با استفاده از منابع بیولوژیکی مانند عصاره‌های میوه یا برگ به دلیل بهره‌وری انرژی، غیرسمی بودن و سازگاری با زیست‌شناسی انسانی ترجیح داده می‌شوند. این توت خشک شده، آسیاب و فیلتر شد تا عصاره آن‌ها تولید شود. سپس این عصاره با نیترات نقره ( $AgNO_3$ ) مخلوط شد که منجر به احیای نقره و تشکیل نانوذرات نقره شد. با استناد به این نتایج، این گروه قصد دارد تا سمیت سلولی و زیست‌سازگاری این نانوذرات نقره را مطالعه کند که می‌تواند پیامدهای قابل توجهی برای تحقیقات زیست‌پزشکی داشته باشد.

منبع [www.azonano.com](http://www.azonano.com)

## ارائه اولین تصویر از شکل یک فوتون منفرد



محققان بریتانیایی با انجام محاسبات پیچیده ریاضی موفق به ارائه تصویری شدند که از آن به عنوان اولین تصویر از شکل یک فوتون منفرد یاد می‌شود. هر چند تصویربرداری از این ذرات نور غیرممکن است، اما فیزیکدانان دانشگاه بیرمنگام با انجام محاسباتی عملکرد موجی فوتون را بررسی کرده و از آن برای ایجاد تصویری دقیق از فوتون استفاده کردند. بن یوئن یکی از نویسندگان مقاله مربوط به این پروژه گفت: «این کار شبیه‌سازی دقیق یک فوتون است که توسط اتمی که روی سطح یک نانوذره نشسته منتشر شده است. شکل فوتون عمیقاً تحت تأثیر نانوذره است و احتمال گسیل شدن فوتون را هزاران بار بیشتر می‌کند»

و حتی اجازه می‌دهد چندین بار توسط اتم بازجذب شود.» شکل یک فوتون چیزی نیست که بتوان به سادگی آن را به تصویر کشید و این تصویر با ترفندهای ریاضی ایجاد شده که در آن توزیع احتمال نیز در نظر گرفته شده است. در واقع این تصویر نقشه جایی است که احتمالاً فوتون می‌تواند در آنجا باشد. مناطق روشن‌تر نشان‌دهنده شانس بیشتری برای ظاهر شدن فوتون در آنجا هنگام اندازه‌گیری مکان آن است. در مورد فوتون، چون یک ذره کوانتومی است، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ بر آن صادق است به طوری که اندازه‌گیری می‌تواند برخی پارامترهای فوتون را تغییر دهد. این تیم با توسعه نسخه‌ای از نظریه میدان کوانتومی که شامل یک نانوذره سیلیکونی در تعامل با فوتون‌ها بود، اقدام به تصویرسازی فوتون کرد. آن‌ها از شاخه‌ای از ریاضیات به نام تحلیل مختلط استفاده کردند تا مسئله را از یک مجموعه پیوسته اعداد واقعی به مجموعه گسسته اعداد مختلط مجزا تبدیل کنند. اگرچه ممکن است پیچیده به نظر برسد، اما این کار مشکل را بسیار ساده کرد.

منبع [www.newatlas.com](http://www.newatlas.com)

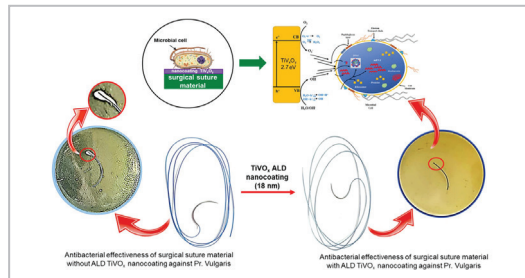
## بخیه‌های نانویی، پایانی بر عفونت‌های خطرناک پس از عمل جراحی

فوتوکاتالیستی اکسید تیتانیوم را تقویت کرده و فعالیت آن را حتی در نور مرئی افزایش می‌دهد. این فرایند نه تنها برای بافت‌های انسانی بی‌خطر است، بلکه به دلیل پایداری بالا، حتی پس از چندین بار استریلیزاسیون نیز عملکرد خود را حفظ می‌کند.

آزمایش‌های انجام شده نشان دادند که بخیه‌های پوشش دار به طور کامل از رشد باکتری‌های رایج مانند *Escherichia coli* و *Proteus vulgaris* جلوگیری می‌کنند. در آزمایش‌های بالینی روی خرگوش‌ها، زخم‌های بخیه شده با این بخیه‌ها پس از ۸ روز، ۹۳ درصد بهبود یافتند و هیچ نشانه‌ای از عفونت یا التهاب مشاهده نشد. در حالی که زخم‌های بخیه شده با بخیه‌های معمولی تنها ۴۸ درصد بهبود یافتند و واکنش‌های التهابی قابل توجهی نشان دادند.

این دستاورد نه تنها راه‌حلی دائمی برای مشکل عفونت‌های ناشی از بخیه‌ها ارائه می‌دهد، بلکه پایه‌ای برای توسعه پوشش‌های مشابه برای سایر تجهیزات پزشکی است. با توجه به قابلیت تولید انبوه این فناوری و پایداری آن، می‌توان امیدوار بود که در آینده‌ای نزدیک، این بخیه‌های ضدباکتریایی به طور گسترده در عمل‌های جراحی مورد استفاده قرار گیرند.

www.nanowerk.com منبع



محققان روسی با استفاده از فناوری لایه‌نشانی اتمی، بخیه‌های جراحی ضدباکتریایی تولید کردند که آن‌ها را می‌توان راهکاری برای مقابله با عفونت‌های خطرناک پس از عمل جراحی دانست.

تیمی از دانشمندان دانشگاه داغستان با استفاده از فناوری لایه‌گذاری اتمی (ALD)، پوششی نازک‌تر از ۳۰ نانومتر ایجاد کرده‌اند که به طور دائمی از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند. این پوشش از دو لایه تشکیل شده است، یک لایه پایه از اکسید آلومینیوم که مستقیماً روی بخیه قرار می‌گیرد و یک لایه بیرونی از اکسید تیتانیوم-وانادیوم (TiVOx) که خاصیت ضدباکتریایی دارد.

این پوشش با تولید رادیکال‌های اکسیژن فعال، سلول‌های باکتریایی را از بین می‌برد. وانادیوم موجود در لایه بیرونی، خاصیت

## پره‌اکلامپسی در مادران باردار، قابل درمان می‌شود

کلسی سوینگل از دانشگاه پنسیلوانیا در پژوهش‌های پیشین خود اثبات مفهوم موفقیت‌آمیزی انجام داد که در آن کتابخانه‌ای از نانوذرات لیپیدی (LNPs) را برای حل این مشکل مورد بررسی قرار داد. نانوذرات لیپیدی مولکول‌های تحویل‌دهنده‌ای هستند که به انتقال mRNA به سلول‌ها کمک می‌کنند. این گروه روی توانایی نانوذرات لیپیدی برای رسیدن به جفت در سلول‌های موش کار کردند.

کلسی سوینگل در جدیدترین مقاله خود که در Nature منتشر شده، ۹۸ نانوذره لیپیدی مختلف را معرفی کرد و توانایی آن‌ها را برای رسیدن به جفت و کاهش فشار خون و افزایش اتساع عروق در موش‌های حامله مبتلا به پره‌اکلامپسی بررسی کرد.

کار او نشان داد که بهترین نانوذرات لیپیدی برای این کار، نمونه‌ای بود که منجر به تحویل mRNA بیش از ۱۰۰ برابر بیشتر به جفت در موش‌های باردار نسبت به فرمولاسیون نانوذرات لیپیدی مورد تأیید FDA شد.

www.goodnewsnetwork.org منبع

نتایج کار در مقیاس آزمایشگاهی نشان می‌دهد که استفاده از نانوذرات لیپیدی می‌تواند مشکل پره‌اکلامپسی در موش‌های باردار را حل کند. محققان در حال کار روی حیوانات بزرگ‌تر هستند تا پس از آن آزمایش روی انسان انجام شود. این نتایج می‌تواند شانس درمان پره‌اکلامپسی در مادران باردار را به شدت افزایش دهد.

مهندسان دانشگاه پنسیلوانیا به پیشرفت مهمی دست یافته‌اند که می‌توان از آن برای کمک به بارداری‌های در معرض خطر پره‌اکلامپسی استفاده کرد، وضعیتی که به دلیل جریان ناکافی خون به جفت و در نتیجه فشارخون بالای مادر و جریان خون محدود به جنین ایجاد می‌شود.

پره‌اکلامپسی یکی از علل اصلی مرده‌زایی و نارس بودن در سراسر جهان است و در ۳ تا ۵ درصد از بارداری‌ها رخ می‌دهد. اگر این بیماری درمان نشود، پزشک تنها به گزینه‌هایی مانند مصرف داروهای فشار خون، استراحت در رختخواب یا زایمان زودرس متکی است که این درمان‌ها نیز میزان زنده ماندن جنین را چندان افزایش نمی‌دهند.

## در زمان کوتاهی، یک برچسب ضد جعل نانویی برای خودتان چاپ کنید

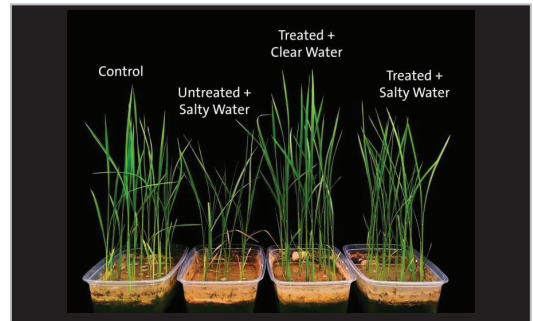
با استفاده از این ساختارهای مولکولی به عنوان پیکسل، این تیم تحقیقاتی با موفقیت تصاویر رنگی با وضوح بالا ایجاد کردند. آن‌ها با استفاده از روش عکس برداری خودکار، زمان ساخت را به یک دهم روش‌های سنتی کاهش دادند و تنها در ۳۰ دقیقه تصویری از یک طوطی بزرگ‌تر از کارت ویزیت استاندارد تولید کردند. این فرایند دیجیتال امکان چاپ رنگی بی‌عیب و نقص با کنترل دقیق را می‌دهد. علاوه بر تصاویر، داده‌های ضد جعل را می‌توان به طور محتاطانه در آرایش ساختارهای پلیمری که شبیه بارکدهای قرمز، زرد و آبی هستند، جاسازی کرد. پاسخ رنگ با زمان قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش تغییر می‌کند و امکان ذخیره‌سازی اطلاعات زمانی در ساختار بارکد را فراهم می‌کند. این رویکرد نوآورانه، قابلیت‌های ذخیره‌سازی اطلاعات را در مقایسه با روش‌های معمولی بیش از ۱۰۰۰ برابر افزایش می‌دهد.

با استفاده از نانوذرات نقره، فناوری ضد جعل جدیدی ابداع شده که بسیار ساده و کارآمد است. این روش به دلیل سهولت کار و دقت بالا، پتانسیل بالایی برای تجاری‌سازی دارد. در یک پیشرفت چشمگیر در زمینه فناوری ضد جعل، پروفسور جیسوک لی و تیم تحقیقاتی او در دانشکده انرژی و مهندسی شیمی در UNIST فناوری ضد جعل جدیدی را توسعه داده‌اند که از خواص منحصر به فرد نانوذرات نقره (AgNPs) بهره می‌برد. این تیم از یکی از ویژگی‌های نامطلوب نانوذرات نقره استفاده کردند؛ نانوذرات نقره معمولاً با قرار گرفتن در معرض نور UV تمایل به تغییر رنگ دارند. با به دام انداختن نانوذرات نقره در یک ماتریس پلیمری، محققان می‌توانند اندازه ذرات و در نتیجه رنگ ساطع شده تحت نور UV را دستکاری کنند. شبکه‌های پلیمری بزرگ‌تر نانوذرات نقره تولید می‌کنند که زرد به نظر می‌رسند، در حالی که شبکه‌های کوچک‌تر رنگ قرمز تولید می‌کنند که امکان کنترل دقیق رنگ‌های حاصل را بر اساس ترکیب مواد می‌دهد.

منبع [www.phys.org](http://www.phys.org)

## چه کنیم تا برنج در خاک‌های نسبتاً شور هم به خوبی رشد کند؟

که اگر نشای برنج با نقاط کوانتومی تقویت شده با منیزیم پوشیده شود، دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی بالایی بوده و این ساختار به فتوسنتز بهتر گیاه کمک می‌کند. در نتیجه استرس ناشی از خاک شور کمترین اثر را در محصول خواهد داشت. یکی از جایگزین‌های بالقوه برای اصلاح ژنتیکی، پوشاندن برگ‌های گیاه با نقاط کربنی در مقیاس نانو است که با تقلید از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه، با استرس اکسیداتیو مقابله می‌کند. بنابراین این گروه تحقیقاتی با استفاده از پوست گیاه دوریان، نقاط کوانتومی سنتز کردند که می‌تواند گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را خنثی کند و آسیب ناشی از استرس نمک را در گیاه برنج کاهش دهد. محققان نقاط کربنی مشتق شده از دوریان خود را با منیزیم، عنصری ضروری برای رشد گیاه، تقویت کردند و سپس آن‌ها را روی نشای برنج کاشته شده در خاک‌های بدون نمک و شور اسپری کردند. این تیم دریافتند که نهال‌هایی که با نقاط کوانتومی تیمار شده‌اند، حاوی سطوح پایین‌تری از ROS بوده و در خاک‌های شور بلندتر از نهال‌های تیمار نشده رشد می‌کنند. علاوه بر این، نهال‌های تیمار شده دارای ژن‌های دفاعی و فتوسنتز گیاهی بودند که در نهال‌های تیمار نشده فعال نشدند.



محققان با افزودن نقاط کوانتومی کربنی تقویت شده با منیزیم، به نشای برنج، نشان دادند که این نشاها در زمین‌هایی که نمک زیادی دارند نیز، به خوبی رشد می‌کنند. نکته جالب توجه این‌که نقاط کوانتومی نیز از پوست نوعی میوه استوایی به دست آمده است.

آب‌وهوای نامطلوب و آلودگی باعث افزایش محتوای نمک در برخی از خاک‌ها شده و شرایط رشد را برای محصولات حساس به نمک مانند برنج سخت می‌کند. به تازگی مقاله‌ای در نشریه ACS Nano منتشر شده که در آن محققان، راه حل احتمالی برای رفع این مشکل ارائه کردند که نیازی به اصلاح ژنتیکی برای رشد گیاهان برنج در این شرایط ندارد. در آزمایش‌های انجام شده، آن‌ها تشخیص دادند

منبع [www.phys.org](http://www.phys.org)



## ساخت دماسنج دقیقی که نیاز به کالیبراسیون و تنظیم ندارد

هیچ حرکتی ندارند. سپس با استفاده از لیزر، الکترون‌های بیرونی این اتم‌ها به مدارهای بسیار بالاتری فرستاده می‌شوند و اتم‌های گول‌پیکر «ریدبرگ» ایجاد می‌شوند.

یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد این دماسنج، عدم نیاز به کالیبراسیون اولیه است. برخلاف دماسنج‌های سنتی که باید در کارخانه تنظیم و کالیبره شوند، این دماسنج براساس اصول کوانتومی کار می‌کند و اندازه‌گیری‌های آن مستقیماً به استانداردهای بین‌المللی مرتبط است.

این فناوری نه تنها در تحقیقات کوانتومی و ساخت ساعت‌های اتمی دقیق‌تر کاربرد دارد، بلکه می‌تواند در صنایع پیشرفته، فضاپیماها و سایر محیط‌های چالش‌برانگیز نیز استفاده شود.

منبع [www.nanowerk.com](http://www.nanowerk.com)

دانشمندان با استفاده از اتم‌های گول‌پیکر، دماسنجی ساخته‌اند که بدون نیاز به کالیبراسیون، دما را با دقت بی‌سابقه‌ای اندازه‌گیری می‌کند. تحقیقات کوانتومی و ساخت ساعت‌های اتمی از جمله کاربردهای این فناوری جدید است.

محققان مؤسسه ملی استاندارد و فناوری آمریکا (NIST) موفق به ساخت یک دماسنج مبتنی بر اتم‌های «ریدبرگ» شده‌اند که می‌تواند دما را با دقتی فوق‌العاده اندازه‌گیری کند. این دماسنج که از اتم‌های گول‌پیکر (هزار برابر بزرگ‌تر از اتم‌های معمولی) استفاده می‌کند، نیازی به کالیبراسیون اولیه ندارد و براساس اصول پایه‌ای فیزیک کوانتوم کار می‌کند. این دستاورد علمی می‌تواند تحول بزرگی در صنایع مختلف، از تحقیقات کوانتومی تا ساخت ساعت‌های اتمی دقیق‌تر، ایجاد کند. در این روش، اتم‌های روبیدیوم در یک محفظه خلأ قرار می‌گیرند و با استفاده از لیزر و میدان‌های مغناطیسی تا نزدیک به صفر مطلق (حدود ۰٫۵ میلی‌کلوین) سرد می‌شوند. در این دما، اتم‌ها تقریباً

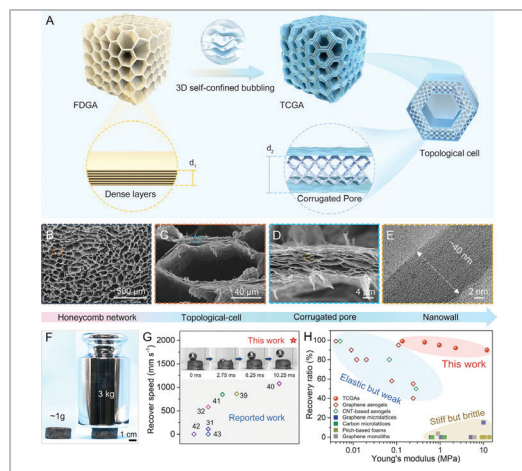
## ساخت ضربه‌گیر نانویی که هم سفت و هم انعطاف‌پذیر است!

محققان دانشگاه ژجیانگ آنروژل گرافنی ساخته‌اند که این دو مزیت را یک جا فراهم می‌کند. این کار از طریق کنترل دقیق ساختار داخلی به دست می‌آید. در تولید این مواد از ساختارهای سلسله‌مراتبی سلولی توپولوژیکی استفاده می‌شود.

ساخت آنروژل‌های گرافنی فوق‌العاده سخت و بسیار الاستیک با ساختار سلسله‌مراتب سلولی توپولوژیکی در این پروژه انجام شده است. پیشرفت کلیدی در این پروژه، در تبدیل دیواره‌های سلولی ضخیم رایج به مجموعه‌هایی از نانودیواره‌های موجدار با ضخامت فقط ۴۰ نانومتر نهفته است. این دیواره‌ها چارچوب لانه زنبوری را تشکیل می‌دهند که نیرو را در سراسر سازه توزیع می‌کند. هنگامی که این ساختار فشرده می‌شود، نانودیواره‌ها بدون شکستگی خم و کمانی شکل می‌شوند، دقیقاً مانند نحوه جذب ضربه توسط یک جعبه مقوایی موجدار با خم کردن دیواره‌های برآمدگی آن. این ویژگی به ماده اجازه می‌دهد تا شکل خود را حتی پس از فشرده‌سازی شدید بازیابی کند.

این آنروژل به سفتی ۱۲ مگاپاسکال تقریباً دو برابر مستحکم‌تر از آنروژل‌های گرافن معمولی است. با وجود این سفتی، می‌توان آن را به‌طور مکرر تا ۴۰ درصد فشرده کرد بدون اینکه آسیب به آن وارد شود. این ماده قابلیت بازیابی خود را حتی پس از ۱۰۰,۰۰۰ سیکل فشرده‌سازی حفظ می‌کند.

منبع [www.nanowerk.com](http://www.nanowerk.com)



محققان با کمک آنروژل، ضربه‌گیری ساختند که استحکام بسیار بالایی داشته و در عین حال منعطف است.

مواد سلولی که حاوی فضاهای داخلی مهندسی شده هستند، برای غلبه بر این محدودیت امیدوارکننده به نظر می‌رسند. معماری داخلی آن‌ها از نظر تئوری می‌تواند برای بهینه‌سازی استحکام و انعطاف‌پذیری استفاده شود. رویکردهای مهندسی مانند سازه‌های قوسی شکل الاستیسیته را بهبود می‌بخشند، اما نمی‌توانند هر دو مزیت را یکجا داشته باشند.

## کیت تشخیص سریع بیماری، با کمک نانوحفره ساخته می‌شود



دانشمندان دانشگاه کالیفرنیا ابزاری مبتنی بر نانوحفره توسعه داده‌اند که می‌تواند با گرفتن سیگنال‌های مولکول‌های منفرد، به تشخیص بیماری‌ها کمک کند. این ابزار بسیار سریع‌تر و با دقت بیشتر از آزمایش‌های کنونی کار می‌کند.

از آنجایی که مولکول‌هایی که دانشمندان می‌خواهند شناسایی کنند (مولکول‌های DNA یا پروتئین‌ها)، ابعاد بسیار کوچکی دارند، سیگنال‌های الکتریکی که تولید می‌کنند، بسیار کوچک هستند و به ابزارهای تشخیص تخصصی نیاز دارند.

هدف آزمایشگاه فریدمن ساخت آشکارسازهای الکترونیکی است که مانند نورون‌ها در مغز رفتار می‌کنند و می‌توانند خاطرات را حفظ

کنند، به‌ویژه خاطراتی که مولکول‌هایی که قبلاً از حسگر عبور کرده‌اند. برای انجام این کار، دانشمندان یک مدل مدار جدید ایجاد کردند که تغییرات کوچکی را در رفتار حسگر ایجاد می‌کند.

در هسته مدار آن‌ها یک نانوحفره وجود دارد که مولکول‌ها یکی یکی از میان آن عبور می‌کنند. نمونه‌های بیولوژیکی همراه با نمک‌ها در مدار قرار می‌گیرند که به یون‌ها تجزیه می‌شوند. اگر پروتئین یا مولکول‌های DNA نمونه از نانوحفره عبور کنند، جریان یون‌های عبوری کاهش می‌یابد.

فریدمن گفت: «آشکارساز ما کاهش جریان ناشی از عبور پروتئین یا تکه‌ای از DNA و مسدود کردن عبور یون‌ها را اندازه‌گیری می‌کند.» فریدمن پیشنهاد می‌کند برای تجزیه و تحلیل سیگنال‌های الکتریکی تولید شده توسط یون‌ها، سیستم باید این احتمال که ممکن است برخی مولکول‌ها هنگام عبور از نانوحفره شناسایی نشوند، را در نظر بگیرد. چیزی که این کشف را متمایز می‌کند این است که نانوحفره فقط یک حسگر نیست، بلکه خودش به عنوان یک فیلتر عمل می‌کند و صدای پس‌زمینه مولکول‌های دیگر را در نمونه کاهش می‌دهد که می‌تواند سیگنال‌های حیاتی را پنهان کند.

منبع [www.phys.org](http://www.phys.org)

## کمک به محیط زیست با تبدیل بطری‌های بازیافتی به نانوژنراتور

برای ساخت نانوالیاف هیبریدی از روش الکتروریسی استفاده شده است. در این روش، ابتدا بطری‌های PET بازیافتی خرد و خالص‌سازی شده‌اند، سپس محلولی ۱۵ درصدی از PET در مخلوطی از تری‌فلوئوروآستیک اسید (TFA) و دی‌کلرومتان (DCM) تهیه شده است. نانوذرات  $TiO_2$  نیز به این محلول اضافه شده‌اند تا به‌طور یکنواخت در ماتریس نانوالیاف توزیع شوند.

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که افزودن نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم به نانوالیاف، پایداری مکانیکی و خواص حرارتی آن‌ها را بهبود بخشیده است. همچنین دستگاه‌های TENG ساخته شده با ترکیب PET و دی‌اکسید تیتانیوم، چگالی توانی معادل ۲۳۲۴ میلی‌وات بر مترمربع، ولتاژ خروجی ۱۱ ولت و چگالی بار سطحی ۶٫۸ میکروکولن بر متر مربع تولید کردند. این عملکرد بهتر، ناشی از افزایش ثابت دی‌الکتریک مؤثر و بهبود جدایش بار در طول چرخه‌های تماس مکانیکی است.

منبع [www.azonano.com](http://www.azonano.com)

محققان روشی نوآورانه برای ساخت نانوژنراتورهای تریبوالکتریک (TENG) با استفاده از مواد بازیافتی مانند پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) و نایلون ارائه کرده‌اند.

پژوهشگران روشی جدید برای ساخت نانوژنراتورهای تریبوالکتریک (TENG) با استفاده از مواد بازیافتی و پایدار معرفی کرده‌اند. این فناوری با ترکیب پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) بازیافتی، نایلون و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم ( $TiO_2$ )، عملکرد این دستگاه‌ها را به‌طور قابل توجهی بهبود بخشیده است.

در این پروژه، از نایلون ۶،۶ به عنوان دهنده الکترون و PET بازیافتی به عنوان ماده تریبوالکتریک منفی استفاده شده است. PET به دلیل در دسترس بودن و مقرون به صرفه بودن، گزینه مناسبی است اما خواص تریبوالکتریک آن در مقایسه با موادی مانند پلی‌تترافلوئورواتیلن (PTFE) ضعیف‌تر است. برای بهبود این ویژگی، نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم به ترکیب اضافه شده‌اند. این نانوذرات به دلیل خواص دی‌الکتریک عالی، کاربردهای گسترده‌ای در حوزه‌هایی مانند فوتوکاتالیست و تصفیه آب دارند.

## گرافن کارایی نیروگاه‌های خورشیدی متمرکز را افزایش می‌دهد

خورشید را به یک نقطه مرکزی هدایت می‌کنند که معمولاً یک لوله جذب حرارتی است. این لوله حاوی یک مایع حرارتی مانند روغن است که حرارت جذب شده را به یک واحد تولید برق انتقال می‌دهد. محققان این پروژه از گرافن معلق در آب استفاده کرده و به جای فلز مایع در لوله‌های شیشه‌ای این سیال را به کار بردند. به دلیل ماهیت دوبعدی گرافن، نسبت سطح به حجم بالا و پایداری گرافن در دماهای بالا، گرافن برای جذب یکنواخت پرتوهای خورشید ایدئال است.

گرافن نسبت سطح به حجم بالاتری داشته که موجب جذب بالاتر با جرم نانوذرات کمتری می‌شود که به سیال اضافه می‌شود. با این حال، تحقیقات کمی در مورد استفاده از گرافن در کاربردهای حرارتی خورشیدی متمرکز انجام شده است.

ایده این است که این ذرات گرافنی در دماهای بالا پایدار خواهند بود و بنابراین، می‌توان از کلکتور در فشار بالا استفاده کرد و آب را در حالت مایع در دمای بالا داشت.

منبع [www.solarpaces.org](http://www.solarpaces.org)



در نیروگاه خورشیدی متمرکز، با کمک آینه‌هایی نور به یک سیال تابیده شده و سیال گرم شده برای تولید برق به کار می‌رود. محققان نشان دادند که افزودن گرافن به سیال می‌تواند کارایی تولید برق را در نیروگاه‌های خورشیدی متمرکز افزایش دهد.

نیروگاه خورشیدی متمرکز (CSP) یکی از روش‌های تولید برق از نور خورشید است. در CSP، انرژی نور خورشید به حرارت تبدیل شده و سپس از طریق یک مایع حامل یا سیستم تخلیه حرارت به تولید برق می‌پردازد. یکی از فناوری‌های CSP، تلفیقی از آینه‌های خورشیدی و لوله‌های جذب حرارتی است. در این روش، آینه‌های بزرگ نور

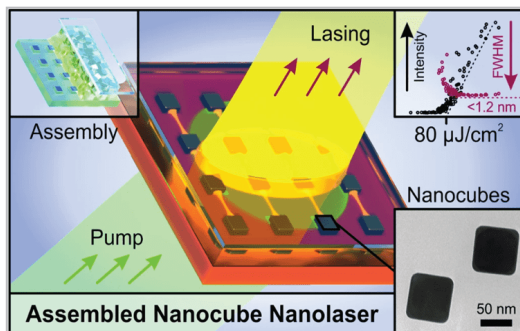
## لیزر در ابعاد نانومتری ساخته شد

چنین نانولیزرهایی برای مدتی طولانی مورد مطالعه و تولید قرار گرفته‌اند. با این حال، نسخه توسعه یافته توسط دانشمندان دانشگاه صنعتی کاوناس از نظر روش ساخت، منحصر به فرد است. در آن از نانومکعب‌های نقره استفاده شده که به طور مرتب روی یک سطح قرار گرفته و با یک ماده فعال نوری پر شده‌اند. این نانو مکعب‌ها با استفاده از فناوری جدید توسعه یافته توسط شرکای دانشگاه صنعتی کاوناس در ژاپن سنتز می‌شوند که شکل و کیفیت عالی دارند. سپس این نانو مکعب‌ها با استفاده از خودآرایی نانوذرات در ساختاری دوبعدی سازماندهی می‌شوند.

در طول این روش، ذرات به طور طبیعی خود را از یک محیط مایع به یک الگوی از پیش تعیین شده درمی‌آورند. هنگامی که پارامترهای الگو با ویژگی‌های نوری نانومکعب‌ها منطبق می‌شوند، پدیده خاصی به نام رزونانس شبکه سطحی ایجاد می‌شود که تولید نور مؤثر را در یک محیط فعال نوری امکان‌پذیر می‌کند.

درحالی‌که لیزرهای معمولی از آینه برای دستیابی به این اثر استفاده می‌کنند، نانولیزر توسعه یافته توسط محققان دانشگاه صنعتی کاوناس از سطحی پوشیده شده با نانوذرات استفاده می‌کند.

منبع [www.azonano.com](http://www.azonano.com)



با همکاری دانشمندانی از لیتوانی و ژاپن، لیزرهایی در ابعاد نانومتری ساخته شد. به دلیل روش ساده و ارزان، این فناوری قابلیت تولید انبوه را دارد.

محققان دانشگاه صنعتی کاوناس (KTU) در لیتوانی و دانشمندانی از ژاپن برای ایجاد یک نانولیزر جدید با یکدیگر همکاری کردند. اگرچه اندازه این لیزر آن قدر کوچک است که ساختار آن را تنها با میکروسکوپ قوی می‌توان دید، اما پتانسیل استفاده از آن بسیار زیاد است. این اختراع کاربردهای بالقوه‌ای در تشخیص‌های پزشکی اولیه، فناوری اطلاعات و فناوری‌های امنیتی دارد و ابزاری اساسی برای مطالعه برهم‌کنش‌های میان مواد سبک است.

## معجزه سبز نانویی: تولید آفت‌کشی که هم آفات را نابود می‌کند، هم زمین را نجات می‌دهد

معادل ۹۳،۲۱ ppm، ۲۳،۳۸ ppm و ۵،۹۶ ppm نشان داده است که بیانگر اثربخشی فوق‌العاده آن در کنترل آفات است.

یکی از مزایای کلیدی این فرمولاسیون، استفاده از فناوری نانو برای بهبود چسبندگی برگ‌ها و افزایش سرعت تأثیر بر آفات هدف است. این امر باعث کاهش دفعات استفاده از آفت‌کش‌ها و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و اثرات منفی بر محیط‌زیست می‌شود. علاوه بر این، نانوذرات نقره به دلیل اندازه کوچک و خاصیت نفوذپذیری بالا، می‌توانند به طور مؤثرتری به پوسته حشرات نفوذ کرده و عملکرد سلولی آن‌ها را مختل کنند.

یکی از یافته‌های کلیدی این تحقیق، اثر سینرژیستی (هم‌افزایی) بین ترکیبات زیست‌فعال موجود در گیاه تولسی و نانوذرات نقره است. این اثر ترکیبی باعث افزایش اثربخشی آفت‌کش و کاهش وابستگی به آفت‌کش‌های شیمیایی سمی می‌شود. نتایج مطالعه نشان داد که این آفت‌کش نانویی در غلظت‌های مختلف، میزان مرگ‌ومیر قابل توجهی در آفات ایجاد می‌کند و با افزایش مدت زمان درمان، این میزان بیشتر می‌شود.

منبع [www.evrimagaci.org](http://www.evrimagaci.org)

محققان دانشگاه بردوان با استفاده از نانوذرات نقره سنتز شده از عصاره برگ گیاه «تولسی» (*Ocimum sanctum*) و ترکیب آن با عصاره‌های گیاهی دیگر، یک فرمولاسیون نانویی زیستی برای تولید آفت‌کش ارائه کرده‌اند که می‌تواند به‌عنوان جایگزین قدرتمند و سازگار با محیط‌زیست برای آفت‌کش‌های شیمیایی به‌ویژه آفت‌کش کرم پيله‌ساز عمل کند.

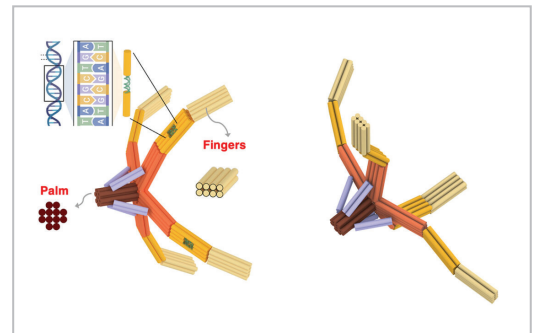
کرم پيله‌ساز (*Spilosoma obliqua*) یکی از مخرب‌ترین آفات برای محصولات کف است که سالانه خسارات اقتصادی قابل توجهی به کشاورزان وارد می‌کند. فرمولاسیون جدید نانویی که توسط محققان دانشگاه بردوان توسعه یافته است، از نانوذرات نقره سنتز شده از عصاره برگ گیاه تولسی (*Ocimum sanctum*) و ترکیب آن با عصاره‌های گیاهی دیگر تشکیل شده است. این ترکیب نه تنها اثربخشی بالاتری در مقابله با آفات دارد، بلکه خطرات محیط‌زیستی کمتری نیز ایجاد می‌کند.

براساس تحقیقات انجام شده، نانوذرات نقره سنتز شده به روش سبز (green synthesis) دارای غلظت‌کننده پایین‌تری (LC<sub>50</sub>) در مقایسه با عصاره‌های گیاهی سنتی هستند. به‌عنوان مثال، این فرمولاسیون در مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت به ترتیب مقادیر LC<sub>50</sub>

## نانوروبات چهار انگشتی، ویروس را می‌گیرد

که NanoGripper نامیده می‌شود، همچنین می‌تواند برای تعامل با ویروس‌های دیگر یا شناسایی نشانگرهای سطح سلولی برای دارورسانی هدفمند، مانند درمان سرطان، برنامه‌ریزی شود. محققان با الهام از قدرت دست انسان و چنگال پرندگان، NanoGripper را با چهار انگشت قابل خم شدن و یک کف دست طراحی کردند که همه در یک نانو ساختار تا شده از یک تکه DNA واحد قرار دارد. هر انگشت مانند انگشت انسان دارای سه مفصل است و زاویه و درجه خمش با طراحی روی داربست DNA تعیین می‌شود. انگشتان حاوی مناطقی به نام آپتامرهای DNA هستند که به طور ویژه برنامه‌ریزی شده‌اند تا به اهداف مولکولی متصل شوند. پروتئین اسپیک ویروسی باعث می‌شود انگشتان خم شوند تا به دور هدف بپیچند. در طرف مقابل، جایی که مچ دست قرار دارد، NanoGripper می‌تواند به یک سطح یا مجموعه بزرگ‌تر دیگر برای کاربردهای زیست پزشکی مانند حس کردن یا تحویل دارو متصل شود.

منبع [www.phys.org](http://www.phys.org)



با الهام از پنجه پرندگان و دست انسان، محققان نانوروباتی ساختند که می‌تواند ویروس را بگیرد. با این کار امکان شناسایی ویروس فراهم می‌شود.

محققان دانشگاه ایلبینویز یک نانوروبات چهار انگشتی ساختند که در آن از DNA استفاده شده است. این نانوروبات قادر است ویروس کرونا را به دام انداخته و از آن برای تشخیص سریع و حساس استفاده کند. این نانوروبات حتی می‌تواند مانع از ورود ذرات ویروسی به سلول‌ها شود تا آن‌ها را آلوده کند. این دست نانوباتیک





معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان  
سازمان توسعه فناوری نانو و میکرو

پایان نامه های با  
موضوعات نو ظهور

حمایت:  
۲ برابر سطح پایه

پایان نامه های  
مساله محور و صنعتی

حمایت:  
۵ برابر سطح پایه

سطح پایه حمایتی،  
همه پایان نامه های  
حوزه فناوری نانو

# حمایت از پایان نامه های فناوری نانو

حوزه فناوری نانو و حمایتی از پایان نامه های تخصصی حوزه فناوری نانو می شوند.

حمایت از  
دستاوردها

حمایت از  
پایان نامه  
دفاع شده

حمایت از  
پروپوزال

تا ۵۰ میلیون تومان

سقف حمایت از دستاوردها

ثبت پتنت

ساخت نمونه اولیه

انتشار مقالات با کیفیت

سقف حمایت از پروپوزال و پایان نامه دفاع شده

کارشناسی ارشد: ۲۶ میلیون تومان

دکتری تخصصی: ۵۰ میلیون تومان

راه های ارتباطی جهت کسب اطلاعات بیشتر

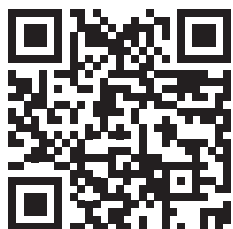


<https://nano.ir/research-supporting>

[hrdc@nano.ir](mailto:hrdc@nano.ir)

۰۲۱-۶۳۱۰۵

# ویرایش نهم کتاب محصولات و تجهیزات فناوری نانوی ساخت ایران منتشر شد.



برای دریافت نسخه الکترونیک  
رمزبینه پاسخ سریع (کیوارکد) را  
پویش کنید.