

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۲۰

کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌بacterیال

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



نانو مواد به موادی گفته می‌شود که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها در مقیاس نانومتری (زیر ۱۰۰ نانومتر) باشد. کوچک شدن اندازه ذرات در حد نانومتر سبب تغییراتی در خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها می‌شود. بنابراین نانوفناوری به بحث درباره تغییرات خواص مواد هنگامی که اندازه ذرات کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر است، می‌پردازد.



از دیرباز تا کنون رنگ‌ها به عنوان پوشش محافظت یا تزئینی بر روی سطوح مختلف به کار رفته‌اند و در سال‌های اخیر با پیشرفت فناوری نانو در صنایع مختلف، از جمله صنعت رنگ شاهد پیشرفت‌های جالی در این زمینه و تولید انواع رنگ‌ها با کیفیت‌ها و با قابلیت‌های متتنوع بوده‌ایم. نمونه‌ای از کاربرد فناوری نانو در صنعت رنگ استفاده از رنگ‌های آنتی‌باکتریال است.

با توجه به اینکه یکی از مهمترین عوامل ایجاد بیماری‌ها، انتقال آلودگی از سطوح دیوارها، کف ساختمان‌ها و سطوح تجهیزات مراکز تغذیه‌ی و عمومی می‌باشد، بنابراین به کمک فناوری نانو و استفاده از رنگ‌های آنتی‌باکتریال بر روی سطوح، می‌توان از ایجاد و انتشار باکتری‌های بیماری‌زا جلوگیری کرد.

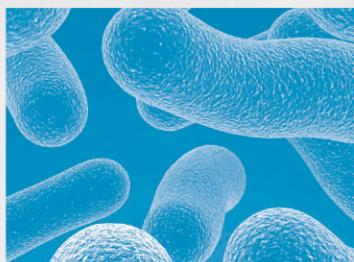
مقدمه

مفهوم آنتی‌باکتریال

به طور کلی رنگ‌ها و پوشش‌های آنتی‌باکتریال (ضد باکتری) به آن دسته از مواد اطلاق می‌گردد که به صورت ذاتی، توانایی کنترل عوامل بیماری‌زا را دارا می‌باشند.

دلیل استفاده از رنگ‌های آنتی‌باکتریال

به دلیل گسترش روز افزون جمعیت ساکن بر روی کره زمین و در بی آن رشد بسیار سریع بیماری‌ها و



باکتری‌های بیماری‌زا، محققان در تلاش اند تا با استفاده از راهبردهای پیشگیرانه مانع از بروز بیماری شوند. از نانومواد در ساخت رنگ‌های دارای قابلیت ضد میکروب یا ضد باکتری استفاده می‌شود. در سالیان اخیر محققان موفق به شناسایی نانو ذرات فلزی با خاصیت آنتی‌باکتریال شده‌اند، این ترکیبات می‌توانند از رشد و نمو باکتری‌ها و قارچ‌ها و دیگر عوامل بیماری‌زا جلوگیری کنند. در ساخت رنگ‌های آنتی‌باکتریال از ابتدا نانو ذرات فلزی را با رزین و افزودنی‌های مورد نظر مخلوط و خاصیت ضد میکروبی به رنگ می‌دهند. کاربرد فناوری نانو در صنعت رنگ باعث افزایش کیفیت رنگ و کاهش حجم مصرف در مساحت مشخص می‌گردد.

رنگ‌های آنتی‌باکتریال از تشكیل باکتری‌ها، رشد جلبک‌ها و میکروب‌ها روی سطح رنگ جلوگیری می‌کنند. استفاده از رنگ‌های آنتی‌باکتریال باعث حفاظت سطوح در برابر تشكیل کپک و قارچ در اماكن عمومی، سرویس‌های بهداشتی، آشپزخانه‌ها و کارخانه‌های تولید کننده فراورده‌های غذایی می‌شود.

تفاوت عمدۀ بین روش‌های سنتی ضد عفونی‌کننده و روش‌های مبتنی بر فناوری نانو

- برخلاف پوشش‌های آنتی‌باکتریال، روش متداول برای مبارزه با قارچ‌ها و میکروب‌ها در ساختمان استفاده از اسپری‌ها و دیگر انواع آفت‌کش‌هاست که بدليل وجود ساختار شبیه‌ای به مرور در فضای آزاد شده و به محیط زیست و بدن انسان آسیب می‌رسانند.

- برخلاف روش متداول برای مبارزه با قارچ‌ها و میکروب‌ها، با کمک فناوری نانو یک ویژگی ضد باکتری ذاتی در سطح ایجاد می‌شود که با شستشو یا مواد شوینده از بین نمی‌رود.

گستره کاربردی رنگ‌های آنتی‌باکتریال

- بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، مطب‌ها و مراکز درمانی

- آشپزخانه‌ها و اتاق کودکان

- سالن‌های ورزشی، استخرها، حمام‌ها و سونا

- مدارس، دانشگاه‌ها، مراکز آموزشی، تفریحی و عمومی



» شکل ۱.

نمونه‌ای از کاربرد
رنگ‌ها و پوشش‌های
آنتی‌باکتریال

■ کارخانه‌های تولید مواد غذایی، انبارها و سردخانه‌ها

مزیت رنگ‌های آنتی‌باکتریال

- ایجاد سطوح پاک و عاری از آلودگی بصورت دائمی
- جلوگیری از رشد، گسترش و انتقال بیماری‌ها
- جلوگیری از رشد و گسترش انواع سرطان‌ها به‌واسطه رشد روزافروزن به کارگیری مواد شیمیایی
- کمک به بهداشت و سلامت فردی و عمومی و کمک به بهسازی محیط‌زیست
- کاهش هزینه‌های پاکسازی و ضدعفونی کردن محیطی
- ایجاد پاک‌ترین، ایمن‌ترین و مدرن‌ترین فضاهای در دنیا

نانو ذرات فلزی با خاصیت ضد میکروبی

۱ نانو ذرات نقره

از دیرباز، از نقره به عنوان ماده دارویی و نگهدارنده مواد استفاده شده است. امروزه هم می‌توان از اثر ضدباکتری نقره برای مقابله با بیماری‌ها و آلودگی‌ها استفاده کرد، اما در مقیاسی بسیار کوچک‌تر و با عملکردی کنترل شده‌تر.



نانو ذرات نقره، یکی از پرکاربردترین ذرات در حوزه فناوری نانو هستند که به دلیل داشتن خصوصیات ضد میکروبی مشهور بوده و به عنوان یک کاتالیست قادرند بیش از ۶۵۰ گونه باکتری، ویروس و فارج را نابود سازند.

نقره در ابعاد بزرگتر، فلزی با خاصیت واکنش‌دهی کم می‌باشد، ولی زمانی که به ابعاد کوچک‌ک در حد نانومتر تبدیل می‌شود خاصیت میکروب‌کشی آن بیش از ۹۹ درصد افزایش می‌یابد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که خاصیت ضد میکروبی نانو ذرات نقره در رنگ‌ها، تا اندازه‌ای بوده که حتی

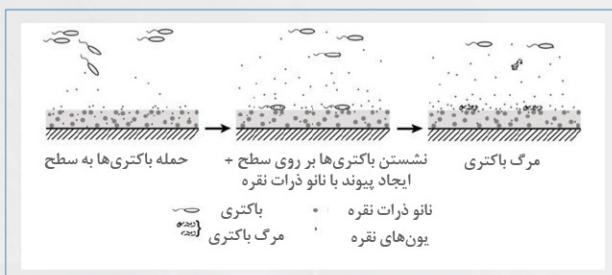
باکتری‌ها و حشراتی که در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها مقاومند (مانند استافیلوکاکس^۱، اورئوس^۲، ام.آر.اس.ای.^۳)، نتوانسته‌اند در برابر این نانو ذرات مقاومت کنند. نانو ذرات نقره بر متابولیسم، تنفس و تولید مثل میکرو ارگانیسم‌ها (عوامل بیماری‌زا) اثر می‌گذارند.



■ سازو کار آنتی‌باکتریال نانو ذرات نقره

■ فرایند کاتالیستی: به فرایند تولید اکسیژن فعال در کامپوزیت‌های نانو نقره که روی پایه‌های نیمه‌هادی مانند TiO_2 یا SiO_2 قرار گرفته‌اند، اطلاق می‌شود. در این وضعیت ذره مانند یک پیل الکتروشیمیایی عمل می‌کند و با اکسید کردن اتم اکسیژن و هیدرولیز کردن آب، به ترتیب یون‌های اکسیژن (O^{2-}) و هیدروکسید (OH^-) را تولید می‌کند که هر دو از فعال ترین و قوی‌ترین عوامل ضد میکروبی می‌باشند.

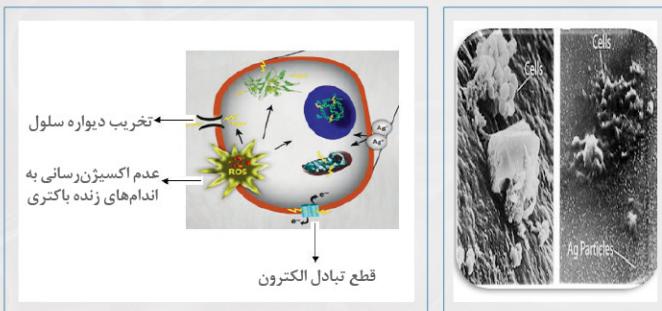
■ فرایند یونی: در این فرایند ذرات نانو نقره فلزی به مرور زمان یون‌های نقره از خود ساطع می‌کنند. این یون‌ها طی واکنش جانشینی، پاندهای H-S-Ag را به پاندهای S-Ag تبدیل می‌کنند (پیوندهای دی سولفیدی در دیواره باکتری نقش حفاظتی را در مقابل واکنش‌های اکسایش ایفا می‌کنند. اما حضور یون‌های نقره در



▲ شکل ۲. ویژگی ضد باکتری بودن نقره به علت انتشار آرام و آهسته، اما مداوم یون‌های نقره است. نسبت سطح به حجم بسیار بالای ذرات نقره سبب می‌شود که یون‌ها به سهولت منتشر شده و با سرعت بیشتر و به شکل موثرتری میکروب‌ها را بکشند. همچنین وجود نقره سبب می‌شود که دیواره و غشاء سلولی میکروب‌ها سست و ناپایدار شود که این ناپایداری غشای سلولی به معنی مرگ زودرس میکروب خواهد بود.

شکل ۳.»

نانوذرات نقره در سلول انتظام ایجاد می کنند. به این ترتیب، بدون استفاده از هیچ گونه ماده شیمیایی، میکروب های شکل موثری از بین می روند.



طی واکنش جانشینی سبب تبدیل باند های H-S به سولفید نقره در جداره باکتری شده و در نتیجه، موجب از بین رفتن آن ها می شود).

■ به علت افزایش سطح ذرات نقره در ابعاد نانو، تمایل یون های مثبت این ذرات برای اتصال با میکروار گانیسم های دارای بار منفی بیشتر می شود که این سازو کار به تخریب غشای سلولی میکروار گانیسم می نجامد (دیواره سلولی باکتری حاوی مقدامبر زیادی بار منفی است).



■ در بعضی از میکروار گانیسم هایی که تنفس آنها بهوسیله آنزیم ها صورت می گیرد نانو ذرات نقره با از بین بردن آنزیم ها، مکانیسم تنفسی میکروار گانیسم را مختل می کنند و باعث مرگ آنها می شوند. سازو کار اصلی تاثیر نانوذرات بر روی باکتری ها از طریق آسیب به DNA، پروتئین و تخریب دیواره سلولی می باشد.

۲ مس، ضد باکتری باستانی

از دوران باستان، مس نیز همانند نقره به عنوان یک فلز ضد میکروب شناخته شده بود، در آن زمان برای پیشگیری از رشد جلبک ها و خزه های دریایی از صفحات مس در زیر کشتی ها استفاده می شد. همانند آنچه برای نقره توضیح داده شد، یون های مس نیز به سمت دیواره های سلولی باکتری هم جوم برد و آن را تخریب می کنند. استفاده از نانوذرات مس که نسبت



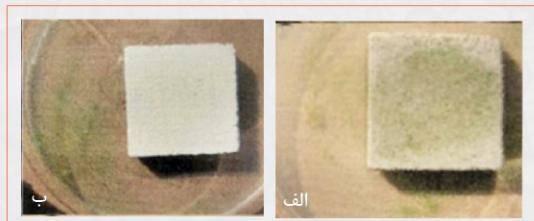
سطح به حجم بسیار بالایی دارند باعث افزایش چشمگیر خاصیت آنتی باکتریالی این ماده می‌شود.

»**شکل ۴.** تصویر مریبوط به رشد

جلبک در دو قطعه چوب رنگ

شده: (الف) رنگ فاقد نانوذرات

(مس، ب) رنگ حاوی نانوذرات مس



۳ دی اکسید تیتانیوم، ضدباکتری برای محیط آزاد

نانوذرات دی اکسید تیتانیوم از جمله موادی است که علاوه بر خاصیت خود تمیزشوندگی، تصفیه هوا و فوتوكاتالیزوری، خواص ضد میکروبی نیز دارد. این نانوذرات با جذب نور

ماورای بنسن در حضور مولکولهای آب، می‌توانند اجزای اکسیرین فعال تولید کنند که این اجزا قابلیت تجزیه مولکولهای آلی و آلودگی‌های متصل شده به سطح و حذف مؤثر باکتری‌ها و میکروب‌ها را دارا می‌باشند. بنابراین، این نانوذرات به دلیل نیاز به طیف ماورای بنسن نور خورشید، بیشتر در پوشش‌هایی که در محیط آزاد قرار می‌گیرند، کاربرد دارد. نکته‌ای که درباره

نانوذرات دی اکسید تیتانیوم گفتنی است، این است که این نانوذرات را نمی‌توان بر روی رنگ‌های ساختمانی که ساختار آلی دارند، اعمال کرد، چرا که نانوذرات تیتانیا به رنگ‌های با منشا آلی حمله کرده و آن‌ها را تجزیه می‌کنند.

ویژگی آنتی باکتریال نانوذرات فلزی

- غیر محرك برای بدن
- مقاوم در برابر حرارت
- قابلیت تحمل شرایط مختلف
- عدم ایجاد و سازگاری با میکرووارگانیسم

- تاثیر بسیار زیاد و سریع بر باکتری
- آب دوست بودن
- غیر سمی و غیر حساسیت‌زا
- سازگاری با محیط‌زیست

وضعیت رنگ‌های آنتی‌باکتریال در ایران و جهان

استفاده از مواد ضد میکروبی نظیر رنگ‌ها و پوشش‌ها در صنعت ساختمان، در سال‌های اخیر رشد زیادی داشته است. کاربرد مواد ضد باکتری و ضد میکروب در کشورهای اروپایی و امریکایی چشمگیر است، به طوری که از سال ۲۰۱۰ به بعد در کشورهای اروپایی استفاده از مواد شیمیایی ضد میکروبی بسیار محدود شده است. طبق گزارش تحلیل گران صنعت جهانی انتظار می‌رود که در امریکا تا سال ۲۰۱۵ هزینه استفاده از پوشش‌های ضد میکروبی به بیش از یک میلیارد دلار برسد.

۳.۱۱ اسامی برخی از شرکت‌های فعال در زمینه رنگ‌های آنتی‌باکتریال

نام شرکت	محصول تولیدی	اطلاعات تماس	شرکت‌های داخلی
شرکت نانو رنگدانه شریف	رنگ آنتی‌باکتریال	www.sharifnanopigment.com ۰۲۱-۶۶۷۱۹۰۸۰	
شرکت تولیدی و رنگ‌سازی تهران	رنگ آنتی‌باکتریال	www.tehranuranus.com ۰۲۶-۳۶۶۷۰۲۴۷	
شرکت نانو نصب پارس	تولید کننده محصولات مبتنی بر کلوفید نانو ذرات نقره	www.nanocid.com ۰۲۱-۸۸۷-۵۸۹۴	
شرکت میکروبان	تولید کننده محصولات آنتی‌باکتریال	www.microban.com	
شرکت Akzonobel	تولید کننده رنگ آنتی‌باکتریال	www.akzonobel.com	
شرکت پروماین	تولید کننده رنگ و پوشش آنتی‌باکتریال	www.promain.co.uk	شرکت‌های خارجی
شرکت لیستک	تولید کننده رنگ آنتی‌باکتری و میکروب	www.linetec.com	
شرکت شروین-ولیام	تولید کننده رنگ آنتی‌میکروبیال	www.sherwin-williams.com	

پی‌نوشت‌ها

1 Staphylococcus

3 MRSA

2 Aureus

مراجع

- 1 www.en.wikipedia.org/wiki/Antimicrobial_surfaces
- 2 Catalina Marambio-Jones, A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment.
- 3 Nano-silver – a review of available data and knowledge gaps in human and environmental risk assessment
- 4 Monica J. Hanus, Nanotechnology innovations for the construction industry, Progress in Materials Science 58 (2013) 1056–1102.
- 5 Zhang L, Jiang Y, Ding Y, Daskalakis N, Jeuken L, Povey M. Mechanistic Investigation Into Antibacterial Behaviour Of Suspensions Of Zno Nanoparticles Against E. Coli. Journal Of Nanoparticle Research 2010; 12(5): 1625-1636.
- 6 Rai, M., A., Yadav. 2009. Silver Nanoparticles As A New Generation Of Antimicrobials, Biotechnology Advances, Volume 27, Issue 1, 76-83.

مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»

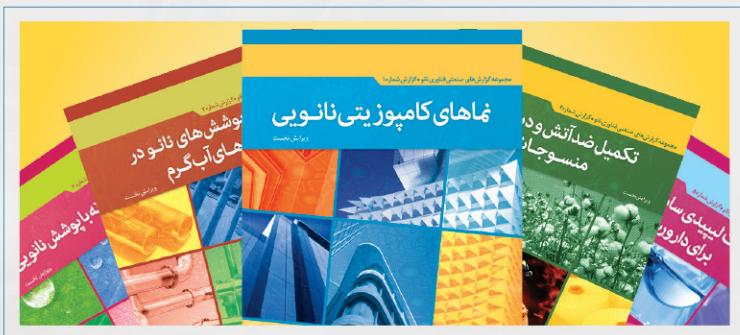
مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم‌افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

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

مرکز پخش: www.nanosun.ir – ۶۶۸۷۱۲۵۹



از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- بهره‌گیری از جاذبهای نانو برایه آبروژل‌ها در حذف الایینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی استاتیک
- داروهای متصل شده به پادتن
- تصفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری
- نانوفیلتراسیون
- نانوحسسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی متداول خون (تیغیان میزان قند، چربی و...)
- نانوکامپوزیت‌های زیست تخریب پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خود تمیزشونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضدخش

- نماهای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظرف آشپزخانه با پوشش نانویی
- تکمیل ضدآتش و دیرسوزی منسوجات
- نانوذرات لپیدیدی، سامانه‌ای جدید برای دارو رسانی
- نانومیسل‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانوبلورهای دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم محلول
- نقش فناوری نانو در توسعه پچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در صنعت نساجی

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

تلفن:	توسعه فناوری مهرویژن	طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهرویژن
نمبر:	داود قرایلو	ناظر:	داود قرایلو
پایگاه اینترنتی:	report@nano.ir	تهریه‌کننده:	شرکت توسعه نانو فناوری افشار
صندوق پستی:	civil@nano.ir		