



معرفی جلوه‌ای دیگر از نانومواد

سطوح خودپالاینده

مریم حیدری

کارشناس ارشد شیمی آلی و معلم شیمی کوهدشت (لرستان)

چکیده

صنعت ساختمان ارتباط نزدیکی با سلامت جامعه دارد. برای نمونه، از نانو ذره‌های نقره و مس می‌توان برای ایجاد خواص ویژه در سطح ساختمان‌ها بهره گرفت. این ذره‌ها خاصیت ضدباکتریایی از خود نشان می‌دهند و نسبت به روش‌های دیگر، برای ضدباکتری کردن سطوح - مانند استفاده از مواد شیمیایی و شوینده‌ها - کارایی بیشتری دارند. فرایندهای رایج فعلی برای گندزدایی عوامل زیست‌ی، پیچیده و گران هستند در حالی که استفاده از روکش‌هایی جدید سطوح را از آلوده شدن به عوامل زیستی مانند هاگ‌ها در امان نگه می‌دارند. افزودنی‌های مورد استفاده در تهیه روکش‌ها، در مقیاس نانو طراحی می‌شوند تا بهترین برهم‌کنش را با عوامل بیماری‌زا داشته باشند. تیتانیوم دی‌اکسید یکی از این افزودنی‌هاست.

کلیدواژه‌ها: سطوح خود تمیز شونده، خاصیت ضدباکتری، انرژی سطحی، نانو ذره

مقدمه

در پی افزایش روزافزون جمعیت و رشد سریع بیماری‌ها در نتیجه عواملی همچون باکتری‌ها، راهکارهایی برای پیشگیری از بیماری‌ها مورد جست‌وجوی پژوهشگران قرار گرفت. در سال‌های گذشته، ترکیب‌هایی فلزی با خاصیت ضدباکتریایی شناسایی شده‌اند که استفاده از آن‌ها در ترکیب لعاب کاشی و سرامیک‌های بهداشتی برای جلوگیری از رشد و نمو باکتری، قارچ و عوامل بیماری‌زای دیگر، مؤثر شناخته شده است. پوشش‌های سرامیکی، معمولاً با غذا و نوشیدنی‌ها و مواد آلوده در تماس قرار می‌گیرند. دسترسی به ترکیبی که با استفاده از مواد نانو، خاصیت نور کاتالیزگری دارند، در گندزدایی و پیشگیری از انتشار میکروب‌ها در مکان‌های عمومی از جمله بیمارستان‌ها مؤثر است و صرفه‌جویی در هزینه‌های درمان را در پی خواهد داشت.

تیتانیوم دی‌اکسید یکی از مواد مناسب برای دستیابی به این هدف است. نانو ذره‌های TiO_2 موجود در موادی که خاصیت ضدباکتریایی از خود نشان می‌دهند، از ویژگی‌هایی به این شرح برخوردارند:

✓ خاصیت ضدباکتریایی

پوشش‌هایی که به‌عنوان کاتالیزگر نوری عمل می‌کنند با پاشیدن روی انواع سطوح، به خوبی آن‌ها را می‌پوشانند و با تحریک الکترون‌ها موجب اکسایش نانو ذره‌ها می‌شوند.

✓ خاصیت خود تمیز شوندگی

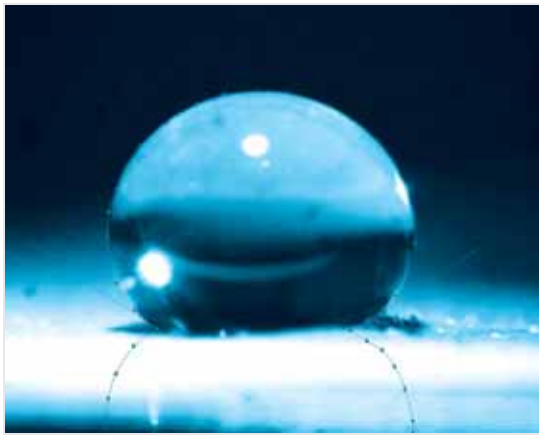
پوشش‌ها با خاصیت کاتالیزگر نوری دارای ساختار بلوری هستند که در برابر نور به آن‌ها خاصیت خود پاک‌کنندگی می‌بخشد. از سوی دیگر، TiO_2 ، ماده‌ای آبر آب دوست است و باعث پخش شدن مولکول‌های آب در سطحی گسترده می‌شود و از این راه آلاینده‌های سطح را با خود می‌شوید و از روی سطح پاک می‌کند.

✓ پالایش هوا

اکسیژن‌های موجود در مولکول TiO_2 ، با آب موجود در هوا واکنش می‌دهند و رادیکال OH آزاد می‌کنند. این رادیکال‌ها، اکسیدهای نیتروژن موجود در هوا را تجزیه کرده، آن‌ها را به HNO_3 تبدیل می‌کنند که بی‌ضرر است. گفتنی است $1000 m^2$ کاشی که با کاتالیزگرهای نوری پوشش یافته است در پالایش هوا، ظرفیتی برابر با ۷۰ درخت صنوبر را از خود نشان می‌دهد.

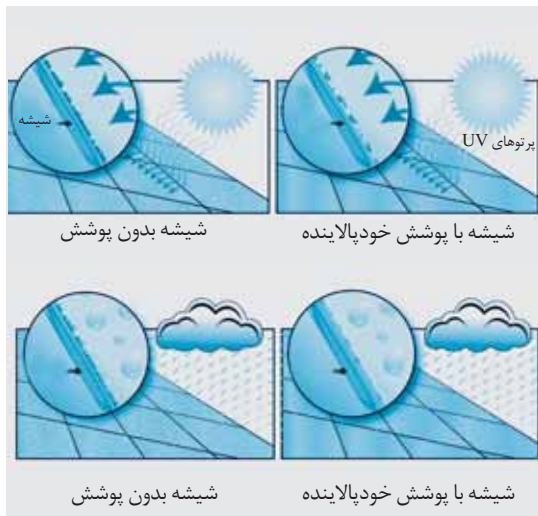
بنا به پژوهش‌هایی در مرکز نانو مواد دانشگاه نیوساوت ویلز^۱ در استرالیا انتظار می‌رود به زودی پوشش‌هایی نازک از ذره‌های TiO_2 تولید شود که سرویس‌های بهداشتی را برای همیشه تمیز نگه می‌دارند. در بیشتر خواص سطحی، چگونگی تر شدن سطح نقش برجسته‌ای در ویژگی‌های نهایی دارد. تر شدن یک سطح به کشش سطحی میان مایع ترکننده، جامدتر شونده و فاز گازی اطراف آن‌ها وابسته است. افزون بر این عوامل - که با برهم‌کنش‌های مولکولی انجام می‌گیرد- زبر بودن سطح یا ساختارهای سطحی نقشی کلیدی در فرایند تر شدن دارد. بر این اساس، سطوح را می‌توان به دو دسته آب‌گریز و آب‌دوست تقسیم کرد. انواع مختلف پلاستیک، به‌ویژه انواعی که شامل کربن فلئوئوردار هستند مانند تفلون، از جمله معروف‌ترین سطوح

پوشش‌ها با خاصیت کاتالیزگر نوری دارای ساختار بلوری هستند که در برابر نور به آن‌ها خاصیت خود پاک‌کنندگی می‌بخشد



شکل ۲ زاویهٔ تر شدن و رابطهٔ آن با آبدوستی و آب‌گریزی سطح

باشند، آبر آب‌گریز خوانده می‌شوند. برای نمونه، پوشاندن انبوهی از نانو لوله‌های کربنی با تفلون، زاویهٔ تماس 180° و سطحی آبر آب‌گریز را معرفی می‌کند. معمولاً در زاویهٔ تماس بزرگ‌تر از 100° ، ویژگی دفع آب و روغن افزایش می‌یابد. این ویژگی در ظرف‌های تفلون - که نیاز است نجسب باشند - مورد استفاده قرار گرفته است. راهکارهای جدید در این زمینه، استفاده از نانو



شیشه بدون پوشش

شیشه با پوشش خودپالاینده

شیشه بدون پوشش

شیشه با پوشش خودپالاینده

آب‌گریز به‌شمار می‌روند. سطوح آب دوست معروف نیز سطوح فلزی و شیشه‌های معمولی را در برمی‌گیرند.

از سوی دیگر سطوح را می‌توان از دیدگاه شیمیایی در دو دستهٔ فعال و غیرفعال (بی‌اثر) جای داد. سطوح آبدوست که تمایل بیشتری به ایجاد پیوند با مواد جذب شده نشان می‌دهند، سطوحی فعال‌اند و سطوح آب‌گریز که تمایلی به تشکیل چنین پیوند ندارند غیرفعال شمرده می‌شوند. متأسفانه بسیاری از مواد آبدوست مناسب مانند شیشه و فلز، به دلیل انرژی سطحی زیاد خود به آسانی لک می‌شوند. گفتنی است انرژی سطحی یک فلز تمیز به 1000 mN/m (میلی نیوتن بر متر) می‌رسد در حالی که انرژی سطحی آهن 2500 mN/m ، و انرژی سطحی تفلون تنها 18 mN/m است. برای بهبود خواص سطحی تلاش‌های زیادی در جهت کاهش کشش سطحی سطوح مختلف انجام شده است.



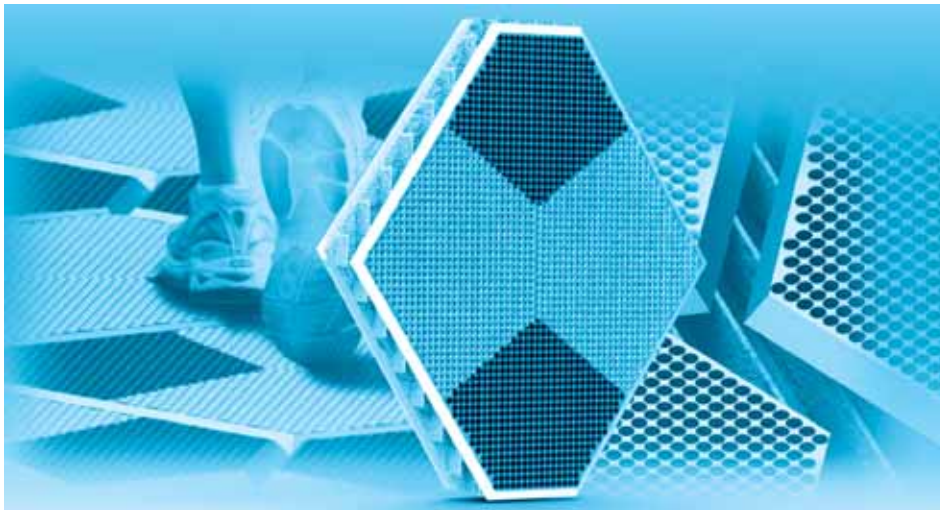
شکل ۱ گرافیک رایانه‌ای از سطح نیلوفر آبی

چندسازه‌های آلی - معدنی است که خواصی مشابه تفلون از خود نشان می‌دهند.

سطوحی که آبر آب‌گریز یا مجهز به خاصیت اثر نیلوفر آبی‌اند کمتر از سطوحی آلوده می‌شوند که انرژی سطحی زیادی دارند. افزون بر این، ذره‌های آلاینده‌ای که با این سطوح پیوند سستی تشکیل می‌دهند به راحتی با تر شدن سطح - برای نمونه، در اثر بارندگی - پاک می‌شوند. برای ایجاد خاصیت ذاتی ضدلک در سطح می‌توان از کاتالیزگرهای نوری نیز استفاده کرد. این مواد به آلاینده جذب شده بر سطح حمله کرده، آن را تجزیه می‌کنند. نانوذره‌های TiO_2 در این زمینه کارایی بسیاری دارند.

خاصیت آبر آب‌گریزی در اصطلاح به اثر «نیلوفر آبی»^۱ معروف است که در گل نیلوفر آبی به دلیل وجود برجستگی‌های بسیار ریز روی برآمدگی‌های میلی‌متری دیده می‌شود، شکل ۱.

توانایی تر شدن یک سطح، با زاویه‌ای تعیین می‌شود که در تماس میان آن سطح با یک قطره مایع روی آن تشکیل می‌شود. زاویه تماس یک سطح، شیب خط مماس در نقطهٔ تماس میان سطح و مایع است. برای زاویهٔ تماس صفر درجه، تر شدن به صورت کامل روی می‌دهد. اگر مایع، آب باشد این حالت آبرآبدوستی نامیده می‌شود. در حالت مقابل، زاویهٔ تماس 180° قرار دارد و سطوحی که زاویهٔ تماس بزرگ‌تر از 150° داشته



برنج- شامل مس و روی- ساخته می‌شدند. امروزه پارچه‌های جدیدی به بازار راه یافته‌اند که روکشی از جنس مس دارند که می‌تواند از رشد باکتری‌ها در لباس‌ها جلوگیری کند. یون‌های مس نیز به دیواره سلولی باکتری‌ها حمله کرده، آن را تجزیه می‌کنند.

نتیجه‌گیری

با توجه به اثرهای زیان‌بار آلاینده‌هایی همچون CO ، SO_x ، NO_x هیدروکربن‌ها و ... بررسی و جست‌وجوی راهکارهایی برای حذف این مواد ضروری می‌نماید. یکی از روش‌های کارآمد در این زمینه، بهره‌گیری از فناوری نانو است. نانومواد همچون نانولوله، نانوحسگر، نانوکاتالیزگر و نانوجندسازها در دهه‌های گذشته برای حذف یا کاهش اثر آلاینده‌های هوا به کار رفته‌اند. نانو کاتالیزگرهای نوری نیز کارایی مناسبی داشته‌اند که برای پوشاندن سطح دیوار، لامپ‌های روشنایی، صافی‌های دستگاه‌های تهویه، به کار رفته‌اند و با تکیه بر خاصیت کاتالیزگری خود، در پالایش محیط از آلودگی‌ها، سطح بهداشت و سلامتی محیط را بالا می‌برند.

* پی‌نوشت‌ها

1. New south wales
2. lotus effect
3. nano composite

* منابع

1. ابوالقاسم کوچکی، علی‌عباسی، حامد افشاری، حسین شکی، عمادالدین هراتی‌فر، امیرحسین میردامادیان، فناوری نانو در صنعت ساختمان و کاربردهای آن، چاپ دوم، دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Antimicrobial-surfaces>
3. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment Catalina Marambio- Jones, Eric M. V. Hoek
4. Nano- silver- a review of available data and knowledge gaps in human and environmental risk assessment.
5. Review: Antimicrobial polymers in Solution and on Surfaces: Overview and Functional principles, Felix Siedenbiedel and Joerg C. Tiller*
6. Rencontre Innotech photocatalysis: A key technology for depolluting buildings

در پنجره‌ها یا روکش‌های سرامیک‌های خودتمیز شونده، ذره‌های TiO_2 پرتوهای فرابنفش را جذب می‌کنند و در تماس با مولکول‌های آب در هوا، به تولید اکسیژن فعال می‌پردازند که توانایی مؤثری در حذف لایه‌های باکتری و تجزیه مولکول‌های آلی دارند. روکش کردن دیوار و سقف ساختمان‌ها در تمیز ماندن سطوح بسیار چسبنده اثر مطلوبی از خود نشان می‌دهد. به هر حال، این روش تنها برای نماهای بیرونی ساختمان مناسب است که در برابر پرتوهای فرابنفش قرار دارند.

نانو ذره‌های نقره

برای ایجاد خاصیت ضدباکتریایی، می‌توان به جای نانوذره‌های TiO_2 ، از نانوذره‌های نقره نیز استفاده کرد. نقره، فلزی انعطاف‌پذیر و نرم است که بیشترین رسانایی الکتریکی را در میان فلزها دارد. این فلز از بیشترین بازتاب نوری و پایداری در هوا و آب برخوردار است؛ انحلال‌پذیری نقره در آب بسیار کم است اما همین مقدار برای ایجاد خاصیت ضدباکتریایی در آن کافی است. کوچک کردن ذره‌های نقره موجب افزایش فعالیت ضدباکتریایی آن می‌شود. در فناوری نانو، یون‌های نقره به صورت کلوئید خاصیت ضدباکتریایی دارند. این ویژگی از جریان آهسته و پیوسته یون‌های نقره نتیجه می‌شود که ناشی از نسبت سطح به حجم بسیار بالای ذره‌های نقره و در نتیجه آن، انتشار سریع یون‌ها و حذف آلاینده‌هاست. همچنین وجود نقره سبب می‌شود غشای سلولی میکروب‌ها ضعیف شود و به مرگ زودرس میکروب بینجامد. گفتنی است خاصیت ضدباکتریایی نقره با گذشت زمان کاهش نمی‌یابد. رنگ‌های ساختمانی حاوی نانوذره‌های نقره برای رنگ کردن دیوارهای بیمارستان یا اتاق‌هایی که نیاز به گندزدایی دارند، مناسب‌اند.

نانوذره‌های مس

از دوران باستان، مس نیز همچون نقره به‌عنوان عاملی ضدانگل شناخته شده بود. بیشتر وسایل بیمارستانی در گذشته از آلیاژ