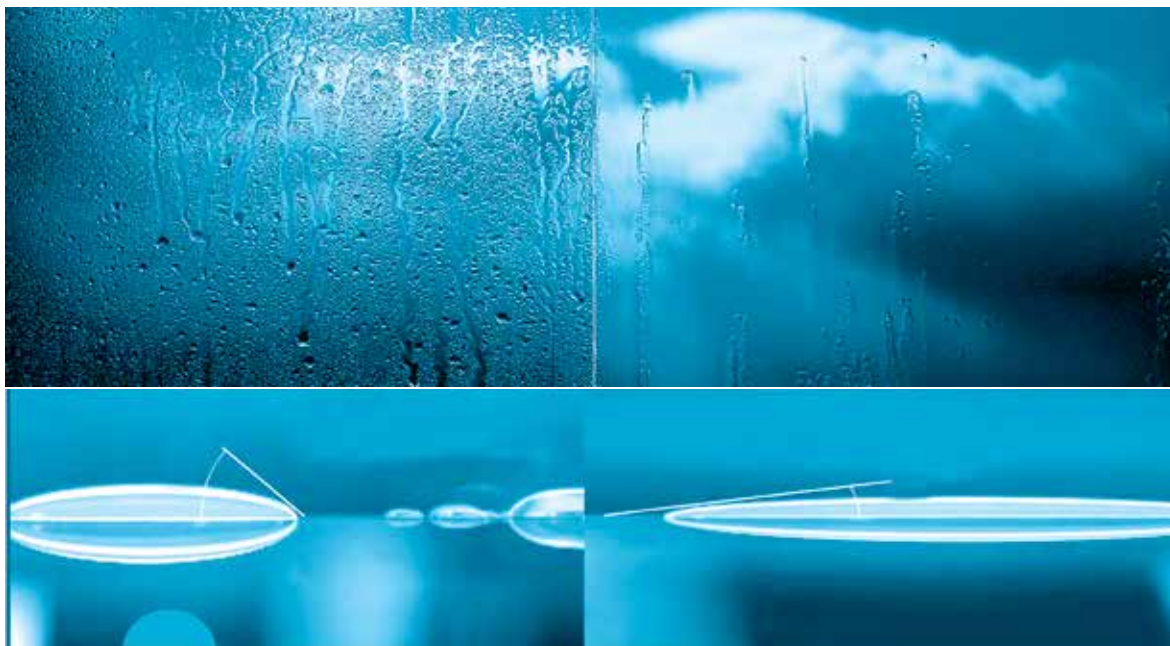




پوشش‌های خودتمیز شونده

فاطمه حسینی بیان
معلم شیمی منطقه ۶ تهران



چکیده

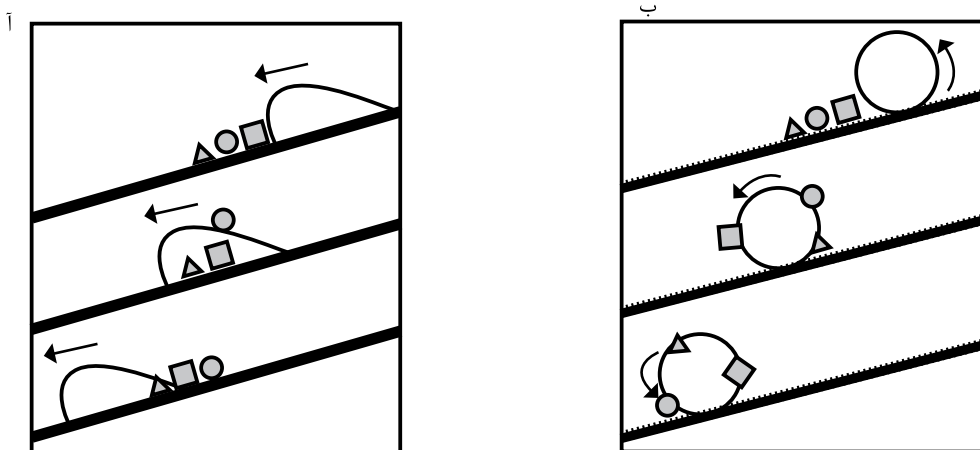
پوششی از مواد نانو حاوی ذره‌های نانومتری برای ایجاد سطوح آبگریز و کاهش آلودگی سطح، به کار می‌روند. این فراورده در حالت محلول، از ذره‌های نانو برخوردار است. پس از حذف حلال، ذره‌ها روی سطح و بین مولکول‌های آن به طور یکنواخت توزیع می‌شوند. سطح حاصل به شدت آبگریز است و از تر شدن و یا نفوذ آب در سطح جلوگیری می‌کند. بنابراین سطح، تمیز باقی می‌ماند و آلودگی‌ها همراه با آب حذف می‌شوند. همچنین نفوذناپذیری نسبت به آب از میزان تخریب و خوردگی سطح حاوی پوشش می‌کاهد.

کلیدواژه‌ها: ماده آبگریز، پوشش خودتمیز شونده، مواد نانو، ماده فراآبگر

مقدمه

بسیاری از فناوری‌ها در جهان امروز از طبیعت الهام گرفته شده‌اند. بهره‌گیری از خاصیت آبگریز بودن و خودتمیز شوندگی هم یکی از این فناوری‌هاست. در طبیعت اطراف ما، بال پروانه‌ها و برگ گیاهانی همچون نیلوفر آبی، سطوحی آبگریزند و خاصیت خودتمیز شوندگی دارند. به علت کاربرد گسترده سطوح

خودتمیز شونده در شیشه پنجره‌های ساختمان‌ها، صفحه‌های خورشیدی و صنعت نساجی، این فناوری در قرن بیست و یکم مورد توجه فراوان قرار گرفته است. فناوری خودتمیز شوندگی موجب کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری و مدت زمان لازم برای تمیز نگه داشتن تجهیزات و افزایش دوام آن‌ها شده است. سطوح خودتمیز شونده به دو دسته تقسیم می‌شوند: سطوح خودتمیز شونده آبدوست و سطوح خودتمیز شونده آبگریز که هر دو، به کمک آب، خود را تمیز می‌کنند. در پوشش‌های آبدوست، آب در سطح، گسترده می‌شود. از این حالت به ورقه‌ای شدن آب یاد می‌شود که در نتیجه آن می‌تواند ذره‌ها و آلودگی‌های دیگر را همراه خود ببرد. در حالی که در سطوح آبگریز قطره‌های آب روی سطح غلت می‌زنند یا سر می‌خورند و به این روش، سطح را تمیز می‌کنند. مزیتی که سطوح خودتمیز شونده آبدوست نسبت به انواع آبگریز دارند این است که اگر در ساختار آن‌ها از اکسیدهای فلزی مناسب استفاده شود، تابش نور خورشید سبب تولید الکترون در آن‌ها می‌شود و انجام واکنش با آلودگی، به از بین رفتن آلودگی‌ها می‌انجامد. با این حال امروزه، به علت توسعه فناوری‌های موجود، سطوح آبگریز کاربرد بیشتری دارند. در این مقاله به معرفی دو نوع سطح خودتمیز شونده، سازوکار و عملکرد آن‌ها، کاربرد سطوح آبگریز در صنعت، و نمونه‌هایی از پوشش‌های خودتمیز شونده می‌پردازیم.



▲ شکل ۱ مقایسه دو نوع شیشه، آ. معمولی و ب. شیشه همیشه تمیز در شیشه همیشه تمیز دو عامل به غلتیدن قطره‌های آب کمک می‌کند؛ ناهمواری سطح و زاویه تماس بیشتر از ۹۰ درجه

اثر خود تمیز شونده‌گی

میکروسکوپ الکترونی روبشی انجام گرفت نشان داد، سطوحی که کاملاً از دید ماکروسکوپی صاف به نظر می‌رسند، در مقیاس میکروسکوپی زبر هستند و پستی و بلندی‌های زیادی دارند. زمانی که یک سطح، بافتی در مقیاس میکرومتر یا نانومتر داشته باشد، فصل مشترک میان هوا و آب، در قطره‌ای که روی سطح قرار گرفته است، افزایش پیدا می‌کند و نیروی موئینگی بین قطره و سطح، به شدت کم می‌شود. بنابراین قطره آب، شکل کروی به خود می‌گیرد و به راحتی جریان پیدا می‌کند [۴] در این حال، ذره‌های آلودگی و غبار هم بهتر به آن می‌پیوندند. در شکل ۲ سطح برگ نیلوفر آبی با شیشه آبگریز مقایسه شده است. بنا به بررسی‌ها دو دسته ریزساختار سطحی در برگ درختان وجود دارد.

ساختارهای مرتبه‌ای میکرو و نانو

بنا به شکل ۳، برگ نیلوفر آبی دارای ساختار مرتبه‌ای است. برگ این گیاه شیارهایی به اندازه ۳ تا ۱۰ میکرومتر دارد و ذره‌هایی به اندازه ۱۰۰ نانومتر در سرتاسر شیارهای آن به صورت پراکنده قرار گرفته‌اند.

ساختارهای ریز خطوط هم‌راستا

شکل ۴ تصویری از پشت یک برگ رامی با ساختاری هم‌راستاست و در آن فیبرهایی با قطر ۱ تا ۲ میکرومتر در سرتاسر سطح دیده می‌شوند. این یافته‌ها راه را برای توسعه روش‌های تهیه سطح فراآبگریز، با تقلید از انواع موجود در طبیعت هموار کرد.

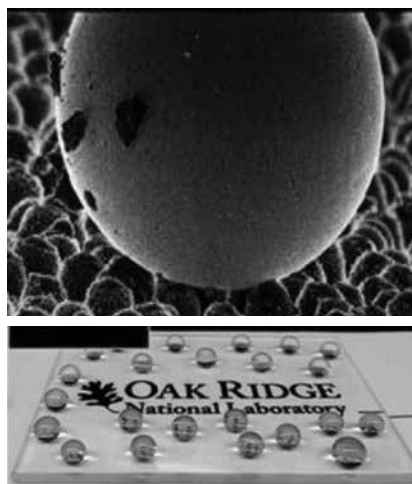
ایجاد خاصیت فراآبگریزی

پژوهشگران در سراسر دنیا تلاش کرده‌اند سطوحی تولید کنند که هم، انرژی سطحی آن‌ها بسیار کم باشد و هم بتوان از دیدگاه ساختارشناسی، آن‌ها را در مقیاس میکرو و نانو کنترل کرد. به این ترتیب بود که سطوح فراآبگریز ایجاد شدند. بنا بر پژوهش‌ها، ایجاد زاویه تماس بیشتر از ۱۲۰ درجه روی یک سطح صاف،

پدیده خود تمیز شونده‌گی به زاویه تماس لکه با سطح بستگی دارد. زاویه تماس در فصل مشترک سه فاز جامد و مایع و گاز، یا در محل تماس قطره مایع با سطح جامد تشکیل می‌شود. در مجموع، اگر زاویه تماس کمتر از ۹۰ درجه باشد، سطح را آبدوست می‌گویند اما اگر این زاویه بیشتر از ۹۰ درجه باشد، سطح را آبگریز می‌خوانند. سطوح با زاویه تماس نزدیک به صفر درجه، فراآبدوست به شمار می‌روند و سطوح با زاویه تماس بیشتر از ۱۵۰ درجه فراآبگریز در نظر گرفته می‌شوند. سطوح آبگریز دارای انرژی سطحی بسیار پایین هستند، در حالی که انرژی سطحی سطوح آبدوست بسیار بالاست [۱ و ۲]. استفاده از فناوری نانو و ایجاد خواص متفاوت در ابعاد نانومتری، دستیابی به سطوح فراآبگریز و فراآبدوست را ممکن کرده است.

پوشش‌های آبگریز و فراآبگریز

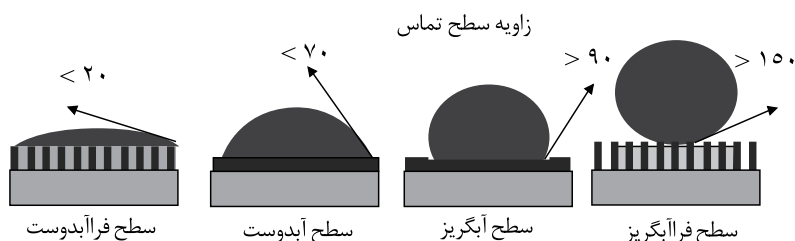
وانگ و همکارانش برای نخستین بار مشاهده کردند که برگ نیلوفر آبی در مرداب‌ها همواره تمیز است و آلودگی‌ای در سطح آن دیده نمی‌شود. [۳] در دهه ۱۹۶۰، بررسی‌هایی که به وسیله



▲ شکل ۲ سطح برگ نیلوفر آبی که با شیشه آبگریز مقایسه شده است.

بناهای تاریخی و میراث فرهنگی، نمای ساختمان‌ها، سرویس‌ها و ایستگاه‌های حمل‌ونقل، سرویس‌های بهداشتی عمومی، سرامیک کف، سطوح نمای بتونی پل‌ها و زیرگذرها، سنگ و آجرنما، پارچه پرچم و لباس، نقاشی‌های دیواری و تابلوهای تبلیغاتی، میل و پرده، سطوح فلزی مانند نمای آلومینیومی ساختمان‌ها و لوسترها و سطوح تزئینی و بسیاری از لوازم خانگی دیگر است. [۷ و ۸]

محلول پوشش نانو در حالت محلول، حاوی ذره‌های نانومتری برای ایجاد سطوح آبگریز و کاهش آلودگی سطح است. پس از حذف حلال، ذره‌های نانو روی سطح و بین مولکول‌های سطحی این فراورده‌ها به‌طور یکنواخت توزیع می‌شوند. سطح به‌شدت آبگریزی ایجاد می‌شود که در برابر تر شدن یا نفوذ آب به سطح، پایداری نشان می‌دهد. بنابراین سطح، تمیز می‌ماند با آلودگی‌های آن همراه با آب حذف می‌شوند. همچنین در نتیجه نفوذناپذیر بودن سطح در برابر آب، از تخریب و خوردگی فراورده پوشش داده‌شده به‌طور چشمگیری کاسته می‌شود. استفاده از پوشش تمیز روی بسیاری از فراورده‌های صنعتی از جمله رنگ خودروها، امکان‌پذیر است [۸-۱۰].



▲ شکل ۵ ارتباط اندازه زاویه سطح تماس با خاصیت آبگریزی و آبدوستی

نتیجه‌گیری
پوشش‌های نانو پایداری چندانی ندارند و چسبندگی کمی به سطوح نشان می‌دهند با این حال، پس از چند بار شست‌وشو و پاک کردن پوشش از روی سطح، کماکان چسبندگی به سطح حفظ می‌شود.

پوشش‌های آبگریز چسبندگی خوبی روی سنگ، سرامیک، سطوح رنگ‌شده، پارچه و فلزها از خود نشان می‌دهند. گوناگونی مواد زمینه سبب افزایش کاربرد پوشش‌های آبگریز شده است. استفاده از محلول‌های آبگریز موجب کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری و مدت‌زمان لازم برای تمیز نگه‌داشتن تجهیزات و همین‌طور سبب افزایش دوام آن‌ها می‌شود.

فقط با تکیه بر ساختار شیمیایی آبگریز آن سطح و بدون وجود هیچ بافتی در ابعاد نانو یا میکرو، تقریباً امکان‌ناپذیر است. بنابراین، برای ایجاد سطوح فراآبگریز دو شرط زبری و آبگریز بودن سطح (انرژی سطحی پایین) باید وجود داشته باشند. زاویه تماس آب در سطوحی که انرژی کمی دارند، به‌شدت با افزایش تخلخل و زبری سطح افزایش پیدا می‌کند [۴-۶]. در ادامه، به دو حالت برای ایجاد خاصیت فراآبگریزی اشاره می‌شود.

آ. ایجاد سطح زیر از ماده‌ای با انرژی سطحی پایین
در این روش با تغییر در ساختار سطوحی که آبگریز هستند آن‌ها را به سطوح فراآبگریز تبدیل می‌کنند.

ب. اصلاح یک سطح زیر از ماده‌ای با انرژی سطحی پایین
در این روش پوشش‌های نازکی از مواد با انرژی سطحی پایین، روی سطوحی که زیر هستند ایجاد می‌شوند. معمولاً برای ایجاد چنین سطوحی از تلفیق دو روش آ و ب استفاده می‌شود. از متداول‌ترین این روش‌ها می‌توان به رسوب‌دهی الکتروشیمیایی، روش‌های لایه به لایه، سل-ژل و واکنش‌های پلیمری اشاره کرد.

کاربرد پوشش‌های فراآبگریز

پوشش نانو کاربرد گسترده‌ای در بهسازی ساختارهای شهری و تمیزی سطوح مختلف داخل و خارج ساختمان‌ها دارد. از جمله این کاربردها ایجاد پوشش روی مکان‌های مذهبی، حفظ

* منابع

1. Blosssey, R. *Nature materials* 2, **2003**, 5, 301.
2. Cerman, Z.; Solga, A.; Striffler, B.F.; Spaeth, M. and Barthlott, W. *Bioinspir. Biomimetics*, **2007**, 2, 126.
3. Wang, D.; Zhang, Z.; Li, Y.; Xu, C., *Appl. Mater. Interfaces*, **2014**, 6, 10014.
4. Herminghaus, S. *Europhys. Lett.*, 2000, 52, 165.
5. Tuvshindorj, U.; Yildirim, A.; Ozturk, F.E.; Bayindir, M. *Appl. Mater. Interfaces*, **2014**, 6, 9680.
6. Giolando, D.M., *Energy*, **2016**, 124, 76.
7. Steele, A.; Davis, A.; Kim, J.; Loth, E.; Bayer, I.S., *Appl. Mater. Interfaces*, **2015**, 7, 12695.
8. Milionis, A.; Loth, E.; Bayer, I.S., *Adv. Colloid Interface Sci.* **2016**, 229, 57.
9. Milionis, A.; Languasco, J.; Loth, E.; Bayer, I.S., *J. Chem. Eng.* **2015**, 281, 730.
10. Schaeffer, D.A.; Polizos, G.; Smith, D.B.; Lee, D.F.; Hunter, S.R.; Datskos, P.G., *Nanotechnology*, **2015**.