

### پیشرفت در سطوح فوق آبگریز سیلیکون با الهام از طبیعت: ساخت و کاربرد

#### چکیده

همانطور که تحقیقات بر روی مواد فوق آبگریز با الهام از خواص خود تمیز شوندگی و دفع آب گیاهان و حیوانات در طبیعت ادامه دارد، روش‌های آماده‌سازی فوق آبگریز و کاربرد سطوح فوق آبگریز به طور گسترده گزارش می‌شوند. سیلیکون‌ها برای تهیه مواد فوق آبگریز به دلیل آبگریزی ذاتی و توانایی پردازش قوی آن‌ها ترجیح داده می‌شوند. در تهیه مواد فوق آبگریز، سیلیکون‌ها می‌توانند ساختارهای میکرو/نانو را با تراکم آب‌زدایی تشکیل و انرژی سطحی ساده و سریع، مقاومت در برابر دمای بالا، مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش و ضد پیری مشخص می‌شوند. اگرچه مواد فوق آبگریز سیلیکونی دارای معایب پایداری مکانیکی نسبتاً کم هستند، این امر می‌تواند با طراحی منطقی ساختار مواد بهبود یابد. در این پژوهش، سطوح فوق آبگریز ساخته شده از بسترهای سیلیکونی، از جمله فرایندهای اتصال عرضی سیلیکون‌ها از طریق آب‌زدایی و اصلاح آبگریزی سطح با پیوند سیلیکون‌های آبگریز بطور خلاصه بیان می‌شود. این پژوهش، مروری بر سطوح فوق آبگریز الهام گرفته شده از طبیعت و مواد مبتنی بر سیلیکون را ارائه می‌دهد و به عنوان الهام بخش توسعه رابط‌های پلیمری و علم کلونیدی می‌باشد.

**کلیدواژه‌ها:** سیلیکون‌ها، فوق آبگریز، الهام زیستی، ساختارهای میکرو نانو، خود تمیز شونده، آبگریز.

#### نتیجه‌گیری و چشم‌انداز

سطح فوق آبگریز مبتنی بر سیلیکون در چشم‌انداز کاربردی بسیار عالی در نظر گرفته می‌شود، که باید استفاده عملی از مواد فوق آبگریز را ترویج دهد. در این پژوهش، پلیمریزاسیون مونومرهای سیلیکون برای موادی مانند تراکم آب‌زدایی و هیدروسلیاسیون معرفی می‌شوند؛ همچنین بطور خلاصه بیان می‌شود که

چگونه سیلیکون‌ها می‌توانند نقشی در آماده‌سازی فوق‌آبگریزی یک ساختار میکرو/نانو از طریق اتصال عرضی تراکمی و با عمل به عنوان یک اتصال‌دهنده در واکنش ایفا نماید. همچنین روش‌های آماده‌سازی سطوح فوق‌آبگریز سیلیکونی، مانند چرخش الکترواستاتیک، اسپری، روش قالب، پوشش ذرات، روش رسوب شیمیایی و غیره را خلاصه می‌نماید. دستورالعمل‌های کاربرد مواد فوق‌آبگریز سیلیکونی مانند خود تمیز شوندگی، جداسازی روغن از آب، ضد یخ‌زدگی و ضد خوردگی نیز بطور خلاصه در این پژوهش بحث می‌شود. مواد فوق‌آبگریز ارگانوسیلیکون چشم‌انداز خوبی دارند، اما هنوز چالش‌هایی وجود دارد که باید حل شوند.

1. در تهیه سطوح فوق‌آبگریز دوگانه و اولئوفوبیک، فلوروسیلان‌ها به ناچار معرفی می‌شوند. اما با این وجود فلوروسیلان‌ها برای محیط‌زیست بسیار آلاینده هستند، بنابراین تحقق تهیه پوشش‌های فوق‌آبگریز دوگانه بدون معرفی فلوروسیلان‌ها یک چالش بزرگ می‌باشد.

2. ارگانوسیلان‌ها وقتی به گروه‌های هیدروکسیل سطحی پیوند می‌خورند، پیوندهای Si-O را تشکیل می‌دهند، اما زمانی که ماده بستر پلیمری مانند پلاستیک باشد، پیوندهای C-O-Si تشکیل شده بسیار ناپایدار هستند، بنابراین مشکل پیوند کارآمد در سطح مشترک بین ارگانوسیلان‌ها حل می‌شود و پلیمرهایی مانند پلاستیک نیز یک چالش بزرگ می‌باشند.

3. اگرچه بیشتر سیلیکون‌ها با سمیت کم و غیر آلاینده هستند، برای استفاده از این فرآیند از حلال‌های آلی زیادی استفاده می‌شود و این حلال‌های آلی الکلی در محیط می‌توانند منجر به آلودگی شوند و این مشکلی قابل توجه می‌باشد که باید آن را حل نمود. بنابراین در کاربردهای عملی، محلول‌های آبی سیلیکون‌ها انتخاب خوبی می‌باشند، اما آبگریزی ذاتی سیلیکون‌های آبی دوباره باید در نظر گرفته شود.

4. مواد فوق‌آبگریز ساخته شده با سیلیکون معمولاً با ضرر پایداری مکانیکی کم روبرو هستند. این اشکال، مانعی جدی برای کاربرد عملی سطوح فوق‌آبگریز است.

ماندگاری پایین بزرگ‌ترین مشکلی است که سطوح فوق‌آبگریز تهیه شده توسط سیلیکون با آن مواجه هستند. تشکیل فوق‌آبگریزی به ترکیبی از ساختارهای میکرو/نانو و انرژی سطحی کم نیاز دارد. هیچ ماده‌ای با رسیدن به سطح نانومتر استحکام زیادی نخواهد داشت، که این مشکلی است که بسیاری از مطالعات سعی نموده‌اند به آن بپردازند. برخی از محققین پوشش‌های فوق‌آبگریز را در ساختارهای متخلخل بسیار قوی یا ضخیم تهیه می‌نمایند تا موادی که پس از لایه بالایی مواد در معرض دید قرار می‌گیرند از بین رفته و خاصیت فوق‌آبگریزی نیز داشته باشند. با این حال، این استراتژی جهانی نیست و باید به طور اساسی مشکل دوام را حل نمود. همچنین برخی از اقدامات ایجاد شبکه‌هایی در مقیاس میکرونی برای محافظت از ساختارهای نانو داخلی می‌باشد، اما این شبکه‌ها تنها می‌توانند مقاومت در برابر سایش را افزایش دهند و نمی‌توانند در برابر ضربه‌های فیزیکی مانند برش و ضربه‌زدن مقاومت نمایند. بنابراین چگونگی بهبود دوام سطح مشکلی است که همه مواد فوق‌آبگریز باید حل نمایند و انگیزه و هدف تحقیق این پژوهش نیز همین می‌باشد.

اگرچه چالش‌هایی برای مواد فوق‌آبگریز مبتنی بر سیلیکون وجود دارد، اما مزایایی مانند خواص ضد پیری قوی، مقاومت در برابر حرارت عالی، روش‌های آماده‌سازی ساده و سریع و شرایط واکنشی کم، آن‌ها را هم برای تحقیقات دانشگاهی و هم برای کاربردها بسیار ارزشمند می‌نماید. تحقیقات آینده مواد فوق‌آبگریز مبتنی بر سیلیکون را می‌توان بر دوام ساختار میکرو/نانو، عملکرد سطح مشترک، آماده‌سازی مقرون به‌صرفه از ساخت تا کاربرد و غیره متمرکز نمود.

این پژوهش تفکر جدیدی را در سطوح فوق‌آبگریز سیلیکونی معرفی و به دیگران کمک می‌نماید تا مکانیسم آماده‌سازی سطوح فوق‌آبگریز سیلیکونی را درک و از پیشرفت و آخرین کاربردهای آن‌ها آگاه شوند. این پژوهش می‌تواند برای تحقیق سطح مشترک پلیمری و علم کلوئید روشن‌گر باشد.

## Reference

Li, Z., Wang, X., Bai, H., & Cao, M. (2023). Advances in Bioinspired Superhydrophobic Surfaces Made from Silicones: Fabrication and Application. *Polymers*, 15(3), 543.

<https://doi.org/10.3390/polym15030543>

ترجمه و ویرایش: جواد برزویی



