

بررسی میزان آبدوستی / آبریزی لایه‌های نازک مجسمه سازی شده ال-شکل و پنتاگون-شکل

مریم مال میر

۱. دانشکده فیزیک، دانشگاه لرستان
EMAIL: malmir.m@lu.ac.ir

مواد و روش ها

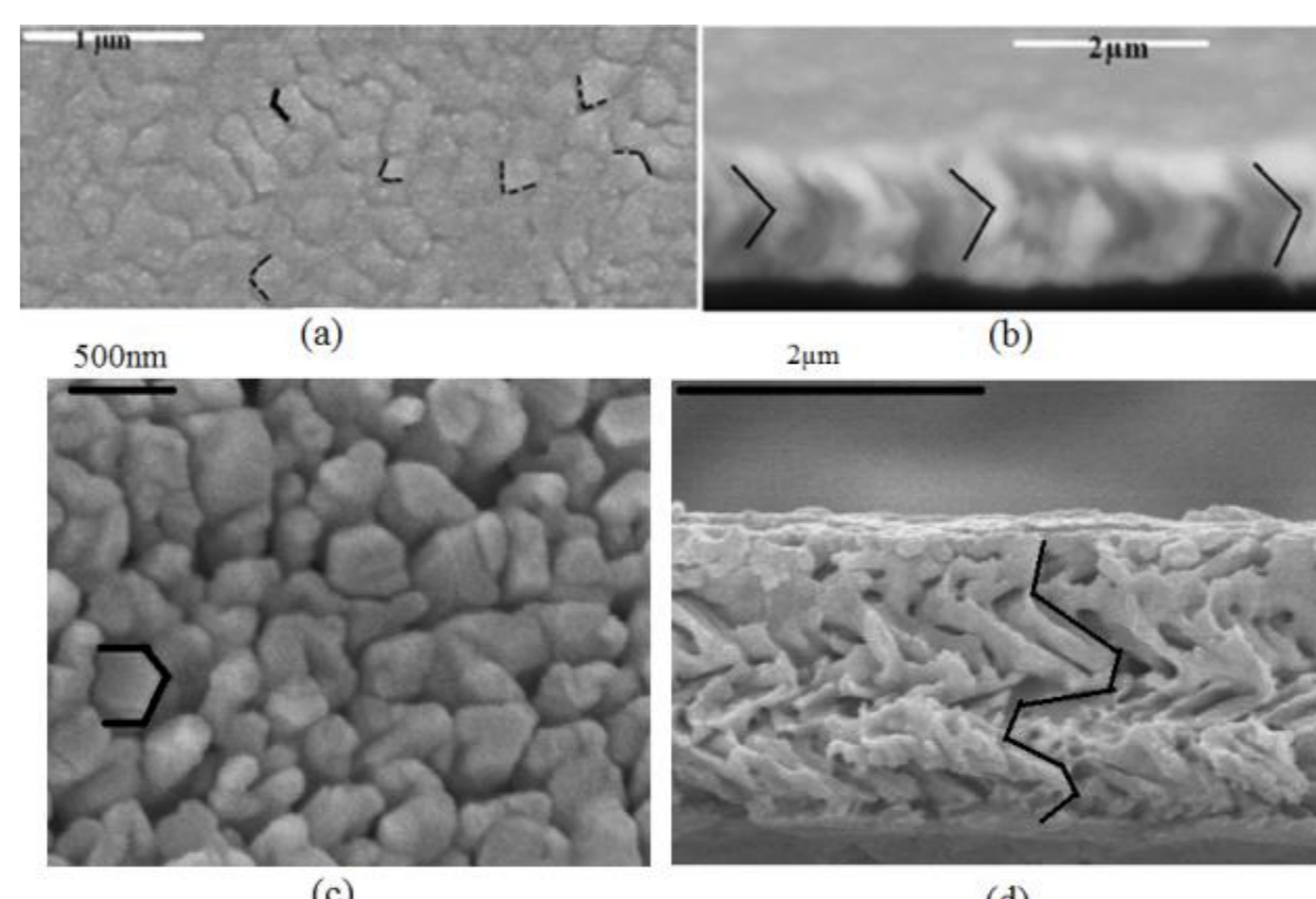
و برای ساخت نانو ساختار پنتاگون-شکل پس از انباشت شار بخار و شکل‌گیری بازوی اول، زیر لایه در حین انباشت شار بخار نقره ده مرتبه و هر بار به اندازه 75° در خلاف جهت عقربه‌های ساعت (در راستای زاویه‌ی قطبی) می‌چرخد تا بازوهای بعدی ایجاد شوند. به این ترتیب نانو ساختار با مقطع پنج ضلعی، نانو ساختار پنتاگون-شکل، با طول هر بازو برابر با 350 nm ساخته می‌شود. علاوه بر این نانوسیم‌های مجسمه سازی شده، یک لایه‌ی نقره به صورت نرمال انباشت شد، تا به عنوان مرجعی برای مقایسه‌ی خاصیت آبدوستی/ آبریزی مورد استفاده قرار بگیرد.

یافته ها

مشخصات ساختاری با میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی FESEM، شکل ۱، و میکروسکوپ نیروی اتمی AFM، شکل ۲، بررسی شد، تشکیل نانو ساختارها با تقارن ال-شکل و پنتاگون-شکل در این شکل‌ها مشهود است. جهت‌گیری بازوها به وسیله‌ی خط‌هایی در شکل‌ها نشان داده شده‌اند. نتایج استخراج شده از میکروسکوپ نیروی اتمی، با استفاده از کد JMicroVision، محاسبه و در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: داده‌های استخراج شده از تصاویر AFM، اندازه‌ی دانه‌ها، D_{AFM} و R زبری سطح و اندازه‌ی زاویه‌ی تماسی.

	$D_{AFM} \text{ (nm)}$	$R_{ave} \text{ (nm)}$	Contac t angle
نانو ساختار ال-شکل	۱۹۲	۱۶	103°
نانو ساختار-پنتاگون	۲۴۴	۱۸	96°
شکل			



شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترون روبشی گسیل میدانی به ترتیب تصویر از بالا و سطح مقطع a و b نانو ساختار ال-شکل، c و d برای نانو ساختار پنتاگون شکل.

چکیده

مطالعه‌ی حاضر با استفاده از روش لایه‌نشانی خراشی (GLAD) به ساخت لایه‌های نازک مجسمه‌سازی شده‌ی نقره با تقارن ال-شکل و پنتاگون-شکل می‌پردازد. خواص ساختاری لایه‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترون روبشی گسیل میدانی (FESEM) و میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) بررسی شد. خاصیت آبدوستی/ آبریزی نانوسیم‌های مجسمه سازی شده‌ی نقره بررسی شد و نتایج نشان داد که با افزایش/ کاهش میزان زبری سطح، لایه‌ها خاصیت آبدوستی/ آبریزی بیشتری از خود نشان می‌دهند.

مقدمه

در سال‌های اخیر، لایه‌های نازک انباشت شده به روش زاویه‌ی مایل (OAD) که یک روش انباشت فیزیکی است بسیار مورد توجه قرار گرفته است، با این روش نانو ساختارهایی متنوع با ناهمسانگردی ساختاری تولید می‌شوند. در لایه‌نشانی با زاویه‌ی مایل وقتی زاویه‌ی شار بخار فرودی بیشتر از 85° درجه باشد، روش، لایه‌نشانی زاویه‌ی خراشی نام دارد (GLAD) که همراه با چرخش زیر لایه حول عمود بر سطح زیر لایه است. و اصطلاحاً با این روش نانو ساختارهای مهندسی شده ایجاد می‌شوند [۱ و ۲].

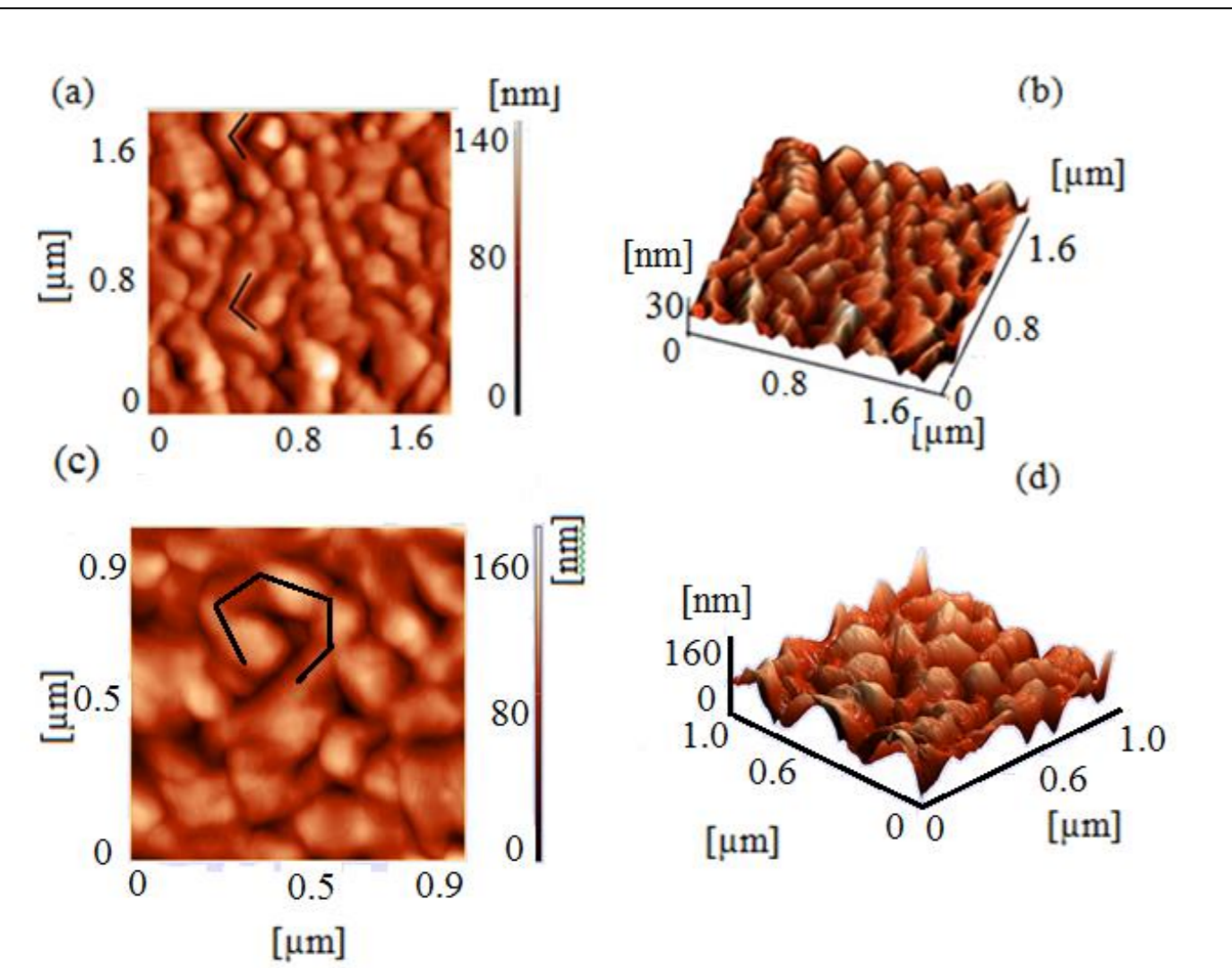
نانو ساختارهایی با شکل‌های متنوع زیگ-زاگ، فنر مانند و... با کاربردهای متنوع با این روش ساخته می‌شوند [۳]. تکنیک‌های مختلفی هستند که زبری مناسبی در سطح ایجاد می‌کنند، مانند حذف انتخابی فازهای مرزدانه‌ای [۴]، گنجاندن نانوخوشه‌ها [۵]، استفاده از لایه‌های خیلی متخلخل [۶]. آبدوستی نانومیله‌های فلزی به طور تجربی بررسی شد و نشان داده شد که با افزایش زبری سطح، زاویه‌ی تماسی کاهش یافته و سطح خاصیت آبدوستی از خود نشان می‌دهد [۷].

در این مطالعه به ساخت نانو ساختارهای ال-شکل و پنتاگون-شکل می‌پردازیم و خاصیت آبدوستی/ آبریزی آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم

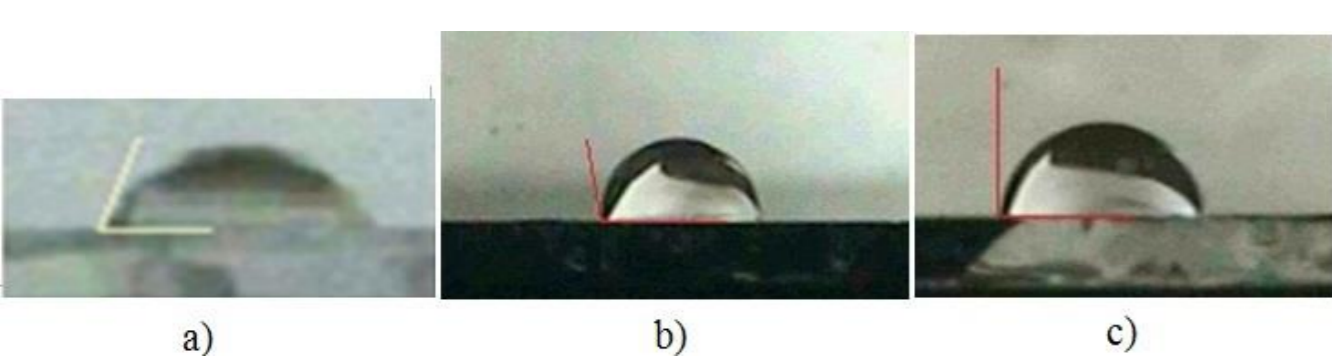
مواد و روش ها

نقره با درصد خلوص ۹۹/۹۹٪ از بوت‌هی تنگستن به روش تبخیر مقاومتی، در دمای اتاق، روی زیر لایه‌ی $15 \times 15 \text{ mm}^2$ از جنس شیشه، انباشت شد. زیر لایه به روش آلتراسونیک در استون و سپس در اتانول، کاملاً تمییز و سپس خشک شد. دستگاه تبخیر، دستگاه Edwards بود با خلأ $3 \times 10^{-7} \text{ mb}$ و نرخ انباشت $5/25 \text{ \AA s}^{-1}$.

برای ساخت نانو ساختار ال-شکل ابتدا در زاویه‌ی اولیه‌ی زیر لایه، شار بخار نقره روی زیر لایه می‌نشیند و اولین بازوی ساختار ایجاد می‌شود، سپس زیر لایه یکبار به اندازه‌ی 180° در خلاف جهت عقربه‌های ساعت (در راستای زاویه‌ی قطبی) می‌چرخد تا بازوی دوم ساختار ایجاد شود. به این ترتیب نانو ساختار ال شکل با طول هر بازو 635 nm ایجاد می‌شود.



شکل ۲: تصاویر میکروسکوپ نیروی اتمی به ترتیب دو و سه بعدی از a و b نانو ساختار ال-شکل، c و d نانو ساختار پنتاگون شکل.



شکل ۳- به ترتیب از چپ به راست: زاویه‌ی تماس لایه‌ی نرمال، نانو ساختار ال-شکل و نانو ساختار پنتاگون شکل نقره

میزان آبدوستی/ آبریزی نانوسیم‌های مجسمه سازی شده بررسی شد و با یک لایه‌ی نقره که به صورت نرمال (معمولی) انباشت شده بود مقایسه شد. نتایج این بررسی در شکل ۳ و جدول ۱ آمده است. در شکل ۳، a، میزان زاویه‌ی تماس لایه نرمال نقره 69° درجه بود. هر دو لایه‌ی نانو ساختار ال-شکل و پنتاگون شکل با زبری سطح بیشتر نسبت به لایه‌ی نرمال، زاویه‌ی تماس بزرگتری دارند. بنابراین لایه‌ی نرمال آبدوستی بیشتری نسبت به لایه‌های نانو ساختار دارد. همچنین لایه‌ی ال-شکل زبری سطح کمتری نسبت به لایه‌ی پنتاگون-شکل دارد و آبریزی بیشتری را از خود نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، نانو ساختارهای مهندسی شده با تقارن ال-شکل و پنتاگون-شکل، به روش لایه‌نشانی خراشی ساخته شد. این ساختارها به دلیل روش ساخت نسبت به ساختارهای نرمال، تخلخل بالاتر و همچنین ناهمسانگردی بالاتری دارند. در این مقاله نشان دادیم که با مهندسی نانو ساختارها، می‌توان نانو ساختارهایی متخلخل با زبری مهندسی شده‌ی سطح بسازیم و در جهت تولید لایه‌هایی با آبدوستی/ آبریزی بیشتر، از آن‌ها بهره ببریم. لایه‌های نازک از جنس یکسان نقره با دو تقارن ساختاری مختلف، ال-شکل و پنتاگون-شکل خواص مختلف ساختاری و آبدوستی/ آبریزی از خود نشان دادند

مراجع

- [1] K. Robbie, M. J. Brett, "Chiral sculptured thin films," Nature (London), VOL. 384, PP. 616, 1996.
- [2] K. Robbie, M. J. Brett, "Sculptured thin films and glancing angle deposition: Growth mechanics and applications," J. Vac. Sci. Technol. A, VOL. 15, PP. 1460-1465, 1997.
- [3] Y. J. Jen, C. F. Lin, "Anisotropic optical thin films finely sculptured by substrate sweep technology" Opt. Express. VOL. 16, PP. 8, 2008.
- [4] K. OGAWA, M. SOGA, Y. TAKADA and I. NAKAYAMA, "Development of a Transparent and Ultrahydrophobic Glass Plate," Jpn. J. Appl. Phys. VOL. 32, PP. 1614, 1993.
- [5] H. M. Shang, Y. Wang, S. J. Limmer, T. P. CHOU, K. Takahashi, and G. Z. Cao, "Optically Transparent Superhydrophobic Silica-based Films," Thin Solid Films, VOL. 472, PP. 37-43, 2005.
- [6] A. NAKAJIMA, A. FUJISHIMA, K. HASHIMOTO and T. WATANABE, Adv. Mater., "reparation of transparent superhydrophobic boehmite and silica films by sublimation of aluminum acetylacetonate," Adv. Mater. VOL. 11, PP. 1365, 1999.
- [7] D.-X. Ye, T.-M. Lu, and T. Karabacak, "Influence of Nanotips on the Hydrophilicity of Metallic Nanorod Surfaces," PRL, VOL. 100, PP. 256102, 2008.