سنتز پوشش سیلیسی آبگریز بر روی شیشه به روش سل- ژل و بررسی تاثیر اکسید نقره بر روی تغییرات ترشوندگی آن

لیلا شمس سولاری*[۱]، احمد منشی[۲] و حمید غیور[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

[۲] استاد، دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

[۳] استادیار، دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

تاریخ ثبت اولیه: ۹۲/۶/۲، **تاریخ دریافت نسخهٔ اصلاح‌شده:** ۹۲/۹/۶، **تاریخ پذیرش قطعی:** ۹۲/۹/۱۱

چکیده رفتار تر شوندگی سطوح جامد یک مساله اساسی در علم و مهندسی و هم در زندگی روزمره به شمار می‌رود. علاوه بر این کنترل قابلیت تر شوندگی مواد حالت جامد یک مساله اساسی در مهندسی سطح می باشد. سطوح آبگریز با زاویه تماس بالاتر از °۹۰ به دلیل خواص خود تمیز شونده علاقه زیادی را هم در علم و صنعت ایجاد کرده است. در تحقیق حاضر، با استفاده از روش سل-ژل پوشش سیلیسی آبگریز شفاف با پایه تترا اتوکسی سیلان (TEOS) بر روی زیر لایه شیشه ایجاد شد و پوشش دهی با استفاده از روش غوطه وری انجام گرفت. برای تهیه سل از TEOS ، اتانول، PTES و هیدروکسید آمونیوم استفاده شد. تاثیر موادی نظیر اکسید نقره بر روی آبگریزی پوشش ایجاد شده مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی پوشش ایجاد شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM)، پراش اشعه ایکس (XRD)، طیف سنجی مادون قرمز فوریه(FTIR)، اندازه گیری زاویه تماس(CA) و میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)انجام گرفت. نتایج نشان داد که در نسبت PTES/TEOS=1 آبگریزی مناسبی در نمونه پوشش داده شده بدون اکسید نقره نسبت به نمونه دارای اکسید نقره می باشد و زاویه تماس برابر با ° ۱۲۴ به دست آمد.

کلمات کلیدی: زاویه تماس، سطوح آبگریز، ترشوندگی، سل-ژل.

Synthesis of Hydrophobic Silica Coatings on Glass by Sol-Gel and Studying Silver Oxide Effect on the Wettability

Leila Shams Solaree*[1], Ahmad Monshi[2], Hamid Ghayour[3]

[1] *Ms.C, Department of Material Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran*
[2] *Associate Professor, Department of Materials Engineering, Isfahan University, Isfahan, Iran*
[3] *Assistant Professor, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran*

Abstract Wetting behavior of solid surfaces is a key Factor in our daily life as well as in engineering and science. In addition, Control on the wettability of solid state materials is important in surface engineering. Hydrophobic surfaces with water contact angle higher than 90◦ generated a lot of interest both in academia and in industry because of the self-cleaning properties. In present study, TEOS based hydrophobic, self-cleaning silica coatings on a glass substrate by sol–gel process was prepared. The coating sol was prepared by simple dip coating method. The coating alcosol was prepared by keeping the molar ratio of tetraethoxysilane (TEOS), Phenyltriethoxysilan (PTES), ethanol and ammonium hydroxide (NH_4OH) constant. The effect of materials such as, silver oxide on hydrophobicity was studied. The films were characterized by scanning electron microscopy (SEM), X-ray powder diffractometry (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), water contact angle (CA) and Atomic force Microscopy(AFM) measurements. The results showed that good hydrophobicity is obtained with *PTES/TEOS=1* without silver oxide Relative to the sample with silver oxide and the contact angle was 124°.

Keywords: Contact angle, Surface hydrophobic, Wetting, Sol-Gel.

***عهده‌دار مکاتبات**

نشانی: دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

تلفن: ۰۹۱۳۱۰۷۵۹۹۱، **دورنگار:** -، **پیام‌نگار:** Leilashams1064@yahoo.com

۱– مقدمه

امروزه مواد خود تمیز شونده به طور گسترده در زندگی و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله این کاربردها می‌توان به سطوح خود تمیز شونده، وسایل مرتبط به آزمایشگاه ، پوشش‌های با اصطکاک کم، شیشه‌های اتومبیل و ... اشاره کرد [۱و۲].

اخیراً، شیشه‌های ساختمان علاوه بر این که نور اتاق را می بایست تامین کنند، کاربردهای دیگری نیز می توانند داشته باشند، به عنوان نمونه نقش‌هایی مانند ایمنی، حفاظت، مقاومت در برابر آتش و ... دارند. همچنین شیشه‌هایی می خواهیم که به آسانی کثیف نشوند، چسبیدن کثیفی به شیشه شفافیت آن را کاهش می‌دهد و به طور چشم گیری دید را کاهش می‌دهد [۳].

خاصیت خود تمیز شوندگی از نیلوفر آبی مقدس الهام گرفته شده است [۴]. در واقع وقتی قطرات آب روی سطح برگ نیلوفر آبی می‌نشینند، شکل تقریبا کروی می‌سازند و فورا می‌غلتند و ذرات گرد و غبار و آلودگی‌های سطحی را از بین می‌برند [۲]. سطوح آبگریز به واسطه خاصیتی که دارند باعث می‌شوند که قطرات آب یا حتی روغن به راحتی بر روی سطح آن‌ها بلغزند و هرگونه آلودگی را از روی سطح پاک کنند. علاقه زیاد محققین در این زمینه باعث شد که روش‌های ساده‌تر و مقرون به صرفه‌تر برای ایجاد سطوح با زاویه تماس بالا ارائه گردد. به منظور بهبود خاصیت آبگریزی و خیس نشدن سطوح، از سطوح ناهموار و زبر استفاده می‌شود [۵].

بیشتر روش‌هایی که برای ایجاد سطوح آبگریز توسط زبرکردن مواد با انرژی سطحی پایین به کار می‌رود، اغلب به صورت یک مرحله‌ای بوده و از مزایای آن می‌توان به سادگی آن و از معایب آن می‌توان به محدود بودن آن‌ها به مجموعه‌ای کوچک از مواد اشاره کرد. از جمله روش‌هایی که برای ایجاد سطوح زبر به کار می‌رود می‌توان به کشش مکانیکی[۱]، اچ کردن با لیزر/ پلاسما/ شیمیایی[۲]، لایه به لایه[۳]، سل- ژل[۴]، رسوب بخار شیمیایی[۵] و لیتوگرافی[۶] اشاره کرد [۶].

1- Mechanical stretching
2- laser/plasma/chemical
3- layer by layer
4- Sol-gel
5- CVD

از جمله روش‌های تولید سطوح آبگریز می‌توان به فرآیند سل-ژل اشاره کرد. مزایای زیادی برای استفاده از پوشش‌های سل-ژل وجود دارد که از آن جمله می‌توان به دمای پایین فرایند و استفاده از پیش ماده‌های مایع اشاره کرد که به ترتیب منجر به کاهش تبخیر حرارتی و تجزیه اجزای جذب شده از قبیل بازدارنده‌های آلی و امکان پوشش دهی اشکال پیچیده و تولید فیلم‌های نازک بدون نیاز به ماشین کاری یا ذوب می‌شوند [۷ و ۸]. بسته به شرایط کاتالیزور، ساختار شبکه معدنی را می توان متناسب کرد. تحت شرایط اسیدی، میزان چگالش نسبت به سرعت هیدرولیز آهسته است. به طور کلی یک ساختار باز خطی تحت شرایط اسیدی حاصل می شود. تحت شرایط بازی نرخ چگالش بسیار سریع تر از میزان هیدرولیز می باشد و در نتیجه خوشه های اکسید فلزی سه بعدی بسیار متراکم و متعاقبا ساختار بسته تشکیل می شود. به کارگیری واکنش هایی با کاتالیزور اسیدی باعث تشکیل یک ساختار شبکه ای باز در مراحل اولیه واکنش به دلیل چگالش خوشه های کوچک می شود. در مقابل استفاده از کاتالیزور قلیایی منجر به ایجاد ذرات سل با اتصالات عرضی زیاد در مراحل اولیه می شود. این می تواند منجر به تفاوت در همگنی مواد هیبریدی نهایی شود. کاتالیزورهایی که به طور رایج استفاده می شوند، شامل HCl، NaOH یا NH_4OH می باشند و فلوریدها نیز می توانند به عنوان کاتالیزورهایی استفاده شوند که منجر به واکنش سریع می شوند [۹]. هم اکنون روش‌های متعددی برای پوشش دادن به روش سل- ژل وجود دارد که این روش‌ها شامل فرایندهای غوطه وری، چرخشی، سیلانی، ایجاد پوشش از طریق پاشش و ایجاد پوشش به کمک نیروی مویینگی می باشند [۱۰]. روش غوطه وری دارای متغیرهای بسیاری از جمله ویسکوزیته حمام، سرعت بیرون کشیدن قطعه، دمای قطعه و رطوبت دمای محیط می باشد. علی رغم این متغیرها و کنترل‌های مورد نیاز بسیار، روش پوشش دهی غوطه وری (dip coating) یک روش مقرون به صرفه برای تولید انبوه و پوشش دهی خودکار قطعات می‌باشد [۱۱]. سانجای و همکاران با استفاده از روش سل- ژل یک لایه سیلیسی آبگریز بر روی زیر لایه شیشه ایجاد کردند این محققین نشان دادند که پوشش ایجاد شده تا یک دمای خاصی

6- Lithography

خاصیت ابرآبگریزی دارد و از آن دما به بعد خاصیت آب دوستی پیدا می‌کند [۱۲و۱۳]

همچنین نادارگی و همکاران [۱۴]، به تاثیر مقدار آب اضافه شده بر روی آبگریزی سطوح در فرایند سل- ژل پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که با افزایش مقدار آب تا یک میزان خاصی، آبگریزی ابتدا بهبود و پس از آن کاهش پیدا می‌کند.

در این پژوهش هدف ایجاد پوشش آبگریز و مقایسه میزان ترشوندگی آن با اضافه کردن اکسید نقره به عنوان عامل آنتی باکتریال می باشد. همان طور که مشاهده شد، محققین عمدتا از متانول با فرمول شیمیایی CH_3OH به عنوان حلال استفاده کرده‌اند. متانول سمی بوده و استفاده از آن خطرناک و نیازمند به دقت بالا می‌باشد. از این رو در این تحقیق از اتانول و ماده ی آبگریز PTES استفاده شده است.

۲- نحوه آزمایش

۲-۱- تهیه سل

در این تحقیق پوشش نانو ساختار سیلیس به روش سل- ژل بر روی زیر لایه شیشه‌ای تشکیل شد. به منظور تولید سل از تترا اتیل اورتو سیلیکات به عنوان ماده‌ی آلکوکسید سیلیسی و ماده فنیل تری اتوکسی سیلان به عنوان ماده‌ی آبگریز، اتانول به عنوان حلال و هیدروکسید آمونیوم به عنوان کاتالیزور استفاده شد. مواد اولیه مورد استفاده در جدول (۱) آورده شده‌است.

برای تهیه‌ی سل ابتدا TEOS و PTES را همراه با حلال مورد نظر (اتانول) رقیق کرده و سپس کاتالیزور را به تدریج اضافه می‌کنیم، در نهایت سل را به مدت ۱۷ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس توسط مخلوط کن مغناطیسی همزده شد.

۲-۲- آماده سازی سطح لام‌های شیشه‌ای

لام‌های شیشه‌ای در اندازه mm ۱۷۰×۸ مورد استفاده قرار گرفت. برای آماده سازی سطح لام‌های شیشه‌ای و تمیز نمودن از کثیفی و عاری از هر گونه آلودگی و چربی، لام‌ها را به مدت ۱۰ دقیقه داخل محلول هیدروکسید سدیم ۲۰ درصد و سپس با آب مقطر شستشو داده و مجددا داخل اسید نیتریک و اسید کلریدریک با مقادیر یکسان، غوطه ور کرده و بعد از ۲۰ دقیقه دوباره با آب مقطر شستشو داده و در داخل خشک کن خشک نموده تا سطح لام‌ها فعال شوند.

جدول ۱. مواد اولیه استفاده شده

مواد اولیه	فرمول شیمیایی	جرم مولکولی $gmol^{-1}$	کد محصولات	کمپانی
تترا اتیل ارتوسیلیکات	$C_8H_{20}O_4Si$	۲۰۸/۳۳	۸۰۰۶۵۸	Merck
فنیل تری اتوکسی سیلان	$C_{12}H_{20}O_3Si$	۲۴۰/۳۷	۸۴۱۵۹۲	Merck
اتانول	C_2H_5OH	۴۶/۰۷	۱۰۰۹۳۸	Merck
هیدروکسید آمونیوم	NH_4OH	۳۵/۰۴	۴۸۰۹۰۵	Merck
اسید نیتریک	HNO_3	۶۳/۰۱	۱۰۰۴۴۳	Merck
اسید کلریدریک	HCl	۳۶/۴۶	۱۰۰۳۱۷	Merck
اکسید نقره	Ag_2O	۲۳۱/۷۳۵	۱۱۹۲۰۸	Merck

۲-۳- ایجاد پوشش

پس از تهیه‌ی سل، لام‌های میکرو اسلاید آزمایشگاهی که قبلا سطحشان را فعال نموده، با استفاده از دستگاه غوطه وری به صورت عمودی وارد حمام سل کرده و با سرعت مشخص cm/min ۲و ۴/۵V از محلول خارج شد این میزان سرعت طبق تنظیماتی که بر روی دستگاه صورت می گیرد انجام می شود. بدین ترتیب یک لایه سل بر روی شیشه به طور کاملا یکنواخت می‌نشیند. با افزایش تعداد دفعات غوطه وری ضخامت پوشش ایجاد شده نیز افزایش می یابد. که در این تحقیق تنها یک بار غوطه وری صورت گرفته است. لام‌های پوشش داده شده را یک ساعت در دمای محیط قرار داده و سپس به مدت دو ساعت در دمای $150\ ^{\circ}C$ در داخل خشک کن گذاشته تا چسبندگی خوبی بین پوشش اعمال شده و زیر لایه صورت گیرد. نمونه‌های خشک شده را بعد از سرد شدن از داخل خشک کن بیرون آورده و در دمای محیط قرار داده شدند. در این روش آنیل کردن توصیه نشده است.زیرا اگر دما از یک حد مشخصی بالاتر رود نمونه آبگریزی خود را از دست داده و آبدوست می شود. مقدار مواد استفاده شده در جدول (۲) آورده شده‌است.

جدول ۲. مواد مورد استفاده

مواد	مقادیر استفاده (mol به جز اکسید نقره)	
TEOS	۰/۰۱	۰/۰۱
PTES	۰/۰۱	۰/۰۱
NH_4OH	۰/۰۸	۰/۰۸
اتانول	۱/۰۳	۱/۰۳
اکسید نقره	–	۰/۰۲ gr

۲-۴- بررسی اثر اکسید نقره روی پوشش

از اکسید نقره (Ag_2o) به دلیل داشتن خواص آنتی باکتریال می توان به عنوان پوشش بر روی شیشه ها استفاده کرد. که مقدار بهینه آن برای حفظ شفافیت پوشش با انجام آزمایشات مکرر مقدار ۰/۰۲ gr بود. تمام روند آزمایش در اینجا نیز مانند قسمت(۲-۱) می باشد با این تفاوت که در اینجا نیز اکسید نقره را به ترکیبمان اضافه می کنیم. اکسید نقره استفاده شده به صورت نانومتری می باشد.

۲-۵- بررسی‌های ساختاری

در این تحقیق برای اندازه گیری زاویه تماس از دوربین عکاسی مدل Canon 5d mark II ساخت ژاپن استفاده شد. بدین منظور قطره آبی به حجم مشخص(۰/۰۲ میلی‌لیتر) بر روی سطح مورد نظر قرار داده و سپس از آن عکس برداری شد.

با استفاده از طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز از دستگاه FT Infrared Spectroscope, JASCO, FT/IR-6300 (400-4000 cm^{-1}), Japan) استفاده شد که اطلاعاتی درباره‌ی پیوندهای شیمیایی مختلف مانند Si-OH و Si-C و C-H و Si-O-Si به دست آمد.

برای بررسی تشکیل فازها از دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD) Philips مدل Xpert با ولتاژ ۴۰ کیلوولت و جریان ۳۰ میلی آمپر استفاده گردید. لامپ کاتدی استفاده شده از جنس مس با طول موج ۱/۵۴۰۵۹ آنگستروم بود. نرخ روبش ۱ و اندازه گام ۰/۰۵ در ۲ ثانیه انتخاب شد.

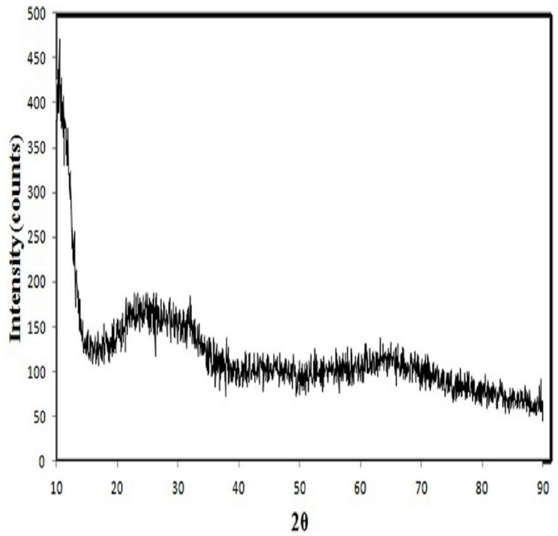
برای مشخصه‌یابی نمونه‌ها و بررسی مورفولوژی سطحی پوشش اعمال شده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل LEO, 435 VP استفاده شد.

برای بررسی توپوگرافی سطح نمونه ها از میکروسکوپ نیروی اتمی DME-danish Micro Engineering A/S Transformervej12 DK-2730 Herlev Denmark مدل Dualscope استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آنالیز پراش اشعه ایکس

همان طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود در محدوده‌ی 2θ = ۲۰-۳۰°، طول موج Cu $K_{\alpha1}$ (λ =1.54051 A^0) مواد آمورف پیک حاصل از پراش‌های پراکنده حاصل می‌کنند زیرا دیگر تابع قانون براگ نیستند. پیک هلال شیشه‌ای[1] نام دارد که مربوط به شیشه می باشد و بنابراین نمونه های پوشش داده شده با مواد سیلانی به دلیل وجود سیلیس آمورف هستند.

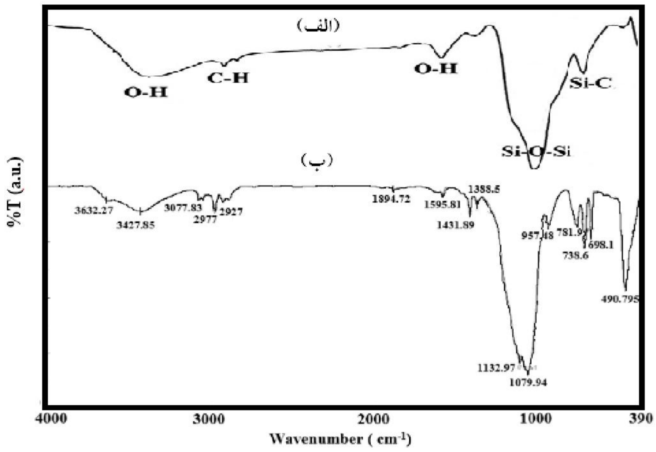


شکل ۱. آنالیز پراش اشعه ایکس از پوشش تهیه شده

۳-۲- آنالیز طیف سنجی مادون قرمز فوریه(FTIR)

شکل (۲) نتیجه آنالیزمربوط به (الف) TEOS و(ب) نمونه پوشش داده شده با اضافه کردن ماده آبگریز PTES را نشان می دهد.

1- Glass halo



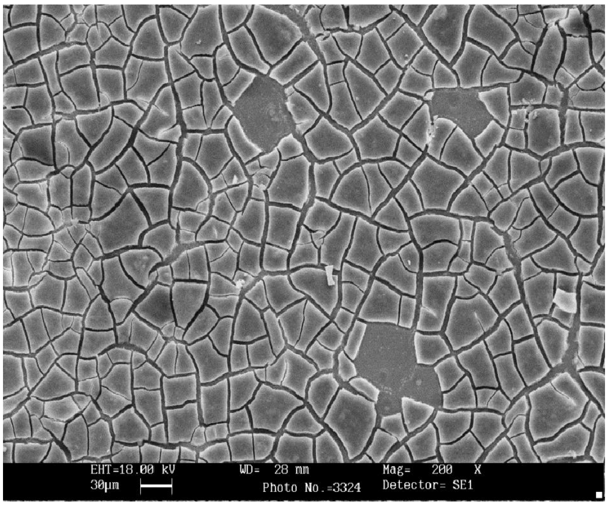
شکل ۲. آنالیز FTIR (الف) TEOS و (ب)نمونه پوشش داده شده با PTES

در الگوی FT-IR مربوط به پوشش سیلیسی نمونه پوشش داده شده با ماده آبگریز PTES پیک‌های موجود در محدوده $۱۰۷۹\ cm^{-1}$ مربوط به کشش ارتعاشی نامتقارن Si–O–Si است. وجود این پیک‌ها وجود یک ساختار شبکه‌ای را در درون نمونه تایید می‌کند. باندهای جذبی در محدوده $۲۹۷۷\ cm^{-1}$ و $۱۴۳۱\ cm^{-1}$ ناشی از کشش و خمش در پیوندهای C–H و پیک‌های مشاهده شده در $۷۳۸\ cm^{-1}$ مربوط به پیوندهای Si–C هستند. پیک‌های مربوط به ناحیه $۱۵۹۵\ cm^{-1}$ و همچنین پیک وسیع موجود در $۳۴۲۷\ cm^{-1}$ مربوط به پیوندهای O-H هستند که با افزودن ماده آبگریز سیلانی PTES شدت این پیک‌ها کاهش می‌یابد. همچنین افزایش شدت پیک-های مربوط به C–H و Si–C، با افزودن ماده PTES، نشان دهنده جایگزین شدن H مربوط به گروه‌های Si–OH با گروه-های هیدرولیز نشدنی $Si–(CH_3)_3$ است که نتیجه آبگریزی بیشتر است. همانطور که در شکل (ب) مشاهده می‌شود، در ناحیه $۳۴۲۷\ cm^{-1}$ ارتفاع پیک نسبت به شکل (الف) کم است که این نشانه مقدار کمتر گروه O-H در ساختار محصول است. در نتایج دیگر محققین اطلاعات مربوط به پیوندهای نمونه نیز بیان شده است[۱۵و۱۶]. از ناحیه $۹۰۰\ cm^{-1}$ به پایین، به ناحیه Finger Print معروف بوده و فقط برای بررسی ترکیبات مجهول کاربرد دارد.

۳-۳- میکروسکوپ الکترونی روبشی

برای مطالعات SEM برای هر دو نمونه نسبت PTES/TEOS=1 در نظر گرفته شد که تصاویر آن در زیر آورده شده است.

شکل (۳) تصویر SEM مربوط به نمونه پوشش داده شده بدون اضافه کردن اکسید نقره را نشان می‌دهد.

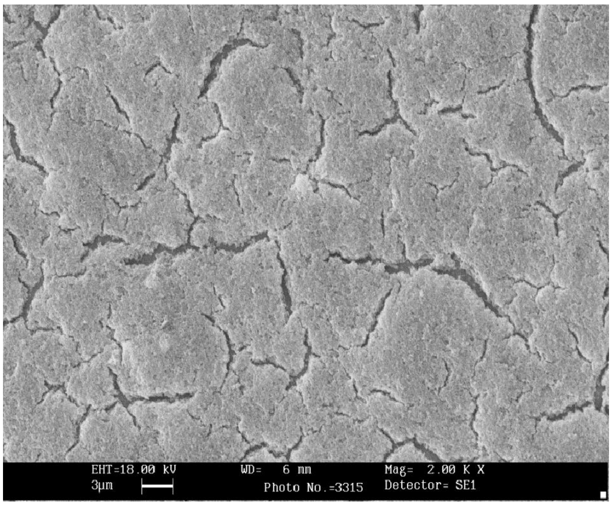


شکل ۳ .تصویر SEM مربوط به نمونه پوشش داده شده بدون اضافه کردن اکسید نقره

در یکی از این موارد مقدار ۰/۰۲ گرم اکسید نقره با محلول مخلوط شد. که اثر چشمگیری بر توزیع و مقدار ترک-ها نشان داد که در شکل (۴) دیده می‌شود. در این نمونه ترک-ها اطراف کامل ذرات را احاطه نکردند و تا حدودی پیوستگی در زمینه دیده می‌شود. این موضوع می تواند به خاطر اثر اکسید نقره در تغییر انرژی سطحی ذرات باشد که با افزایش انرژی سطحی عمل پیوند یافتن ذرات به یکدیگر زیادتر شده و ترک‌ها احاطه‌ی کامل به اطراف ذره‌ها پیدا نکرده‌اند.

نتیجه کلی چنین حاصل شد این ترک‌های ریز که به خاطر انقباض یکنواخت در هر ذره صورت می‌گیرد این خاصیت را دارد که زبری سطح به وجود می‌آورد. درون این فضاهای خالی هوا وارد می شود. وقتی آب را بر سطح شیشه ی روکش داده شده می‌ریزیم این نواحی با ارائه‌ی هوا بین سطح شیشه و آب مانع از اتصال آنها می‌شود. حاصل آن است که ترشوندگی کاهش می‌یابد و حباب های هوا مانع از ترشوندگی آب و شیشه خواهند شد. می توان گفت که با کج نگه داشتن شیشه زاویه لغزش کاهش می‌یابد زیرا آب به شیشه

نچسبیده بلکه بر حباب‌های هوا سوار شده است. با کاهش زاویه لغزش پدیده‌ی خود تمیزشوندگی در سطح شیشه ایجاد می‌شود.



شکل ۴. تصویر SEM مربوط به اضافه کردن اکسید نقره

۳-۴- اندازه گیری زاویه تماس

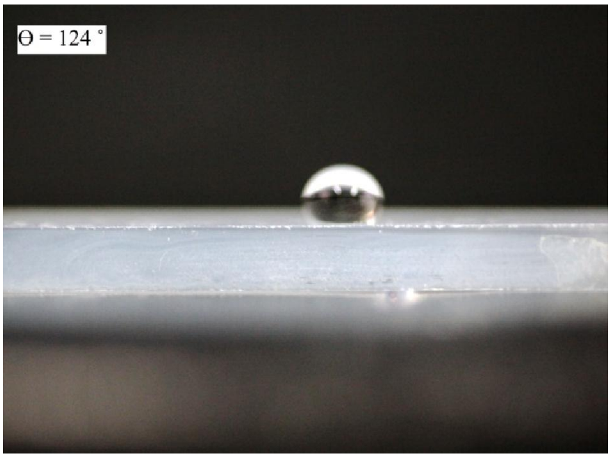
نتایج نشان می‌دهد زاویه تماس برای نمونه‌ی پوشش داده شده بدون اکسید نقره برابر ۱۲۴ درجه و برای نمونه‌ی پوشش داده شده با اکسید نقره ۹۲ درجه می‌باشد..که اطلاعات مربوط به نمونه ها در جدول (۳) آورده شده است.

جدول ۳. مربوط به زاویه تماس نمونه های پوشش داده شده

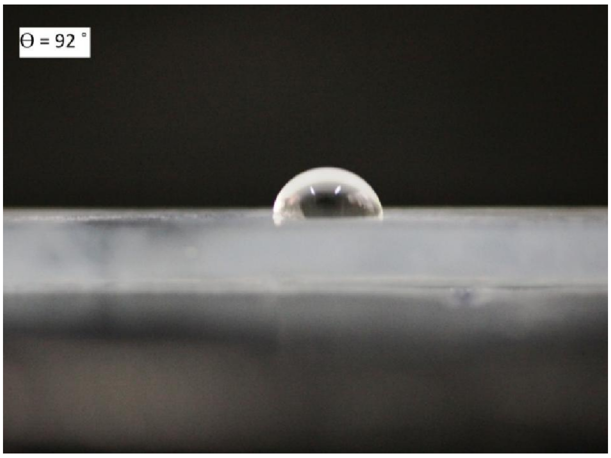
نمونه	زاویه تماس θ
نمونه پوشش داده شده بدون اکسید نقره	۱۲٤ درجه
نمونه پوشش داده شده با افزودن اکسید نقره	۹۲ درجه

شکل (۵) زاویه تماس اندازه گیری شده برای نمونه پوشش داده شده بدون اضافه کردن اکسید نقره و شکل (۶) نمونه پوشش داده شده را با اضافه کردن اکسید نقره با نسبت PTES/TEOS=1 را نشان می‌دهد.

از نظر آبگریزی، با افزودن اکسید نقره به پوشش میزان ترشوندگی افزایش و آبگریزی کاهش می‌یابد. دلیل این امر را می‌توان به جایگزینی کمتر گروه‌های هیدروکسیل توسط گروه‌های $O\text{-}Si\text{-}(CH_3)_3$ نسبت داد. نتایج گزارش شده از تحقیقات محققین دیگر حاکی بر همین دلیل می باشد[۱۵و۱۷].



شکل ۵. تصویر مربوط به لام پوشش داده شده بدون افزودن اکسید نقره



شکل ۶. تصویر مربوط به لام پوشش داده شده با افزودن اکسید نقره

۳-۵- میکروسکوپ نیروی اتمی

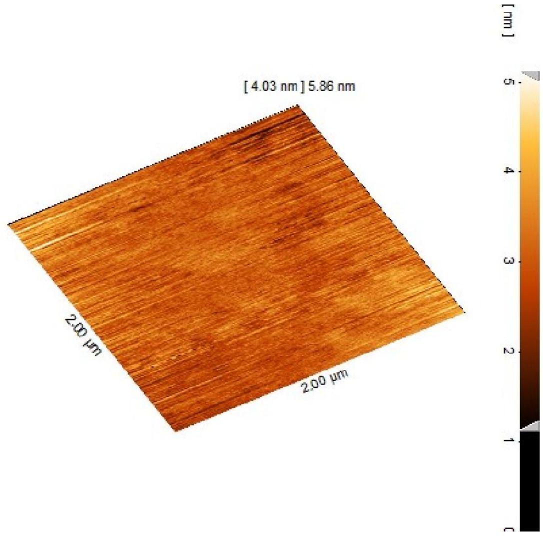
آبگریزی نه تنها به ترکیب شیمیایی بلکه به توپوگرافی سطح نیز بستگی دارد. یکی از پارامترهای مهم برای بررسی زبری سطح مقدار RMS[1] است. بیشتر بودن این پارامتر نشان دهنده میزان زبری بیشتر سطح آن ها نسبت به نمونه بدون پوشش است [۱۸].

این نکته نیز قابل ذکر است که مقدار RMS با استفاده از فرمول زیر به دست می‌آید:

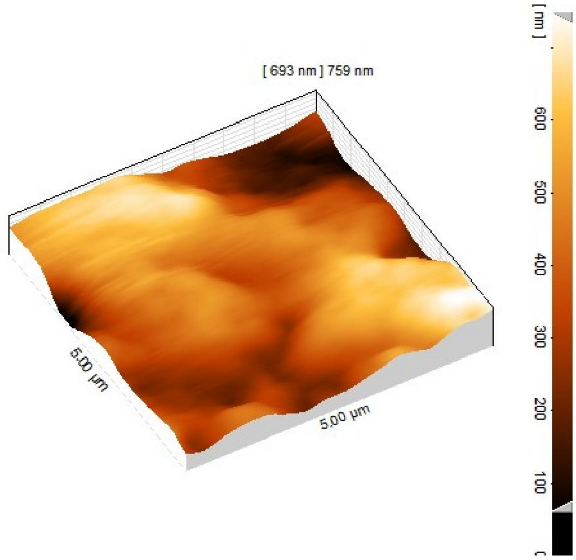
$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} r_j^{\,2}}$$

[1]- Root mean square

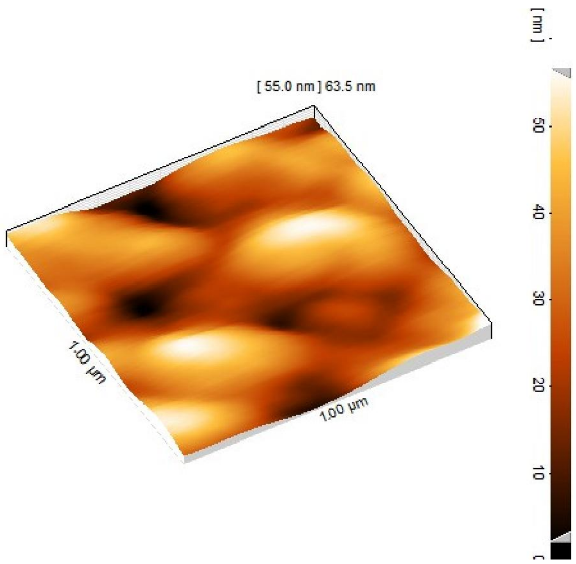
تصاویر سه بعدی گرفته شده از لام بدون پوشش (شکل۷) و لام پوشش داده شده بدون اضافه کردن اکسید نقره (شکل۸) و نیز لام پوشش داده شده با اکسید نقره (شکل۹) در زیر آورده شده است.



شکل ۷. تصویر سه بعدی مربوط به لام بدون پوشش



شکل ۸ تصویر سه بعدی لام پوشش داده شده بدون افزودن اکسید نقره



شکل(۹). تصویر سه بعدی لام پوشش داده شده با افزودن اکسید نقره

با توجه به زبری که دستگاه تعیین کرده است RMSبرای نمونه بدون پوشش برابر با ۴۸۰ پیکومتر و برای نمونه بدون اکسید نقره برابر nm ۸۹و برای نمونه با اضافه کردن اکسید نقرهnm ۵۶/۵ می باشد. دلیل این امر را می‌توان بدین صورت توضیح داد که وجود همین اختلاف ارتفاع قله‌ها و پایه‌ها دلیلی برای آبگریزی می باشد. با این استدلال که وقتی که قطره‌ای آب بر روی نمونه ریخته می‌شود به دلیل پستی، بلندی‌ها باعث می‌شود تا هوا درون قطره حبس شود و آب در داخل پستی‌ها فرو نرود و قطره آب بر روی سطح بیشتر جمع می‌شود تا اینکه پخش گردد.

با توجه به توپوگرافی‌های مشاهده شده توسط تصاویر AFM و وجود حفراتی که می‌تواند هوا را در خود ذخیره کند می‌توان گفت که آمیخته‌ای از مدل ونزل و مدل کاسی–باکستر در این مطالعه وجود دارد. حفرات با چشم عادی از زیر قطره روی شیشه شفاف قابل مشاهده نیستند و چسبندگی بخشی از آب به شیشه مشهود است که تئوری ونزل را تقویت می‌کند. از طرفی وجود حفرات مشاهده شده در AFM، تقویت کننده حضور هوا و مدل ارائه شده کاسی–باکستر است.

همچنین با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی ضخامت نمونه گرفته شد که این ضخامت که از طریق خود دستگاه به دست می‌آید تقریبا برابر با ۵۰۰ نانومتر می‌باشد.

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش هدف اصلی، ایجاد پوشش آبگریز و تاثیر مواد مختلف مانند اکسید نقره بر روی میزان ترشوندگی می باشد. که با روش ساده غوطه وری با فرایند سل- ژل پوشش های سیلیسی آب گریز بر روی شیشه تهیه شدند.

فیلم‌های سیلیسی تهیه شده با بالاترین زاویه تماس ۱۲۴ درجه، افزایش در شدت پیک‌های Si-C و C-H و کاهش در شدت پیک‌های O-H را نشان دادند.

با توجه به آنالیز به دست آمده مشاهده شد که زاویه تماس در نمونه پوشش داده شده بدون اکسید نقره بیشترمی باشد در نتیجه آب گریزی بیشتر و ترشوندگی کمتری را نشان می‌دهد. هر چه اندازه دانه اکسید نقره استفاده شده ریزتر باشد در افزایش آب گریزی به دلیل تغییر در انرزی سطحی موثرتر است. با کنترل زبری سطح و کاهش انرژی سطحی و در نتیجه پوشش دهی امکان دست یافتن به پوشش‌های آبگریز می باشد که دارای خواص تر شوندگی مناسب نیز هستند. این پوشش‌ها می‌توانند برای پوشش شیشه‌های خود تمیز شونده در اتومبیل-ها و یا ساختمان‌های بلند که تمیز نمودن شیشه‌ها مشکل می-باشد، استفاده شوند و نیز در این تحقیق سعی شد تا با افزودن اکسید نقره، پوششی بر روی شیشه با ترکیبی از خاصیت آبگریزی و آنتی باکتریال بدست آید که موارد کاربرد آن در بیمارستان‌ها، مراکز بهداشتی و ظروف آزمایشگاهی و... می باشد.

۵- مراجع

1. B. S. Hong, J. H. Han, S. T. Kim, Y. J. Cho, M. S. Park, T. Dolukhany, C. Sung," Endurable water-repellent glass for automobiles", Thin Solid Films 351 (1999) 274-278.
۲. م .مولا پناه، " معادلات ترشوندگی در سطوح آب گریز"، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ستاد ویژه فناوری نانو،۱۳۹۰.
3. S. Sakka, "Hand book of sol-gel science and technology processing characterization and applications", Hiromitsu Kozuka,Kluwer, Academic Publishers.
4. P. F. Rios, H. Dodiuk, S. Kenig, S. McCarth2 and A. Dotan, "Durable ultra-hydrophobic surfaces for self-cleaning applications", POLYMERS FOR ADVANCED TECHNOLOGIES. 19 (2008) 1684–1691.
5. P. J. Roach, N. Shirtcliffe, M. I.Newton, "Progess in superhydrophobic surface development" , Journal of Soft Matter. 4 (2008) 224-240.
6. M. Minglin, M. Randa, "Superhydrophobic surfaces", Current Opinion in Colloid & Interface Science. 11 (2006) 193–202.
7. P. Boch, J. claud, " ceramic materials", Hermès Science Publications (2001).
8. F. Cardarelli," Materials handbook", 2nd edition,springer, newyork, 2005.
9. G. Kickelbick, Hybrid Materials, WILEY-VCH, Weinheim, 2007.
۱۰. م. زبرجد، "مقدمه ای بر مواد پیشرفته" چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،۱۳۸۹.
11. J. Licari, coating matrials for electronic application, Noyes publication, norwich, newyork, USA, 2003.
12. S.S. Latthe, S.L. Dhere, C. Kappenstein, H. Imai, V. Ganesan, A. Venkateswara Rao,"Sliding behavior of water drops on sol–gel derived hydrophobic silica films", Applied Surface Science. 256 (2010) 3259–3264.
13. N.J. Shirtcliffe, G. McHale, M.I. Newton, C.C. Perry, P. Roach, "Superhydrophobic to superhydrophilic transitions of sol–gel films for temperature, alcohol or surfactant measurement", Materials Chemistry and Physics. 103 (2007) 112–117.
14. D.Y. Nadargi, J.L. Gurav, N.E. Hawi, A. Venkateswara Rao, M. Koebel, "Synthesis and characterization of transparent hydrophobic silica thin films by single step sol–gel process and dip coating", Journal of Alloys and Compounds. 496 (2010) 436–441.
15. S.S. Latthe, H. Imai, V. Ganesan, A. Venkateswara Rao, "Superhydrophobic silica films by sol–gel co-precursor method", Applied Surface Science. 256 (2009) 217–222.
16. V. Rao, S. S. Latthe, Ch. Kappenstein, " Wetting behavior of high energy electron irradiated porous superhydrophobic silica films", Applied Surface Science. 257 (2011) 3027–3032.
17. A. Venkateswara Rao, S.S. Latthe, D.Y. Nadargi, H. Hirashima,V. Ganesan, "Preparation of MTMS based transparent superhydrophobic silica films by sol–gel method" , Journal of Colloid and Interface Science. 332 (2009) 484–490.
18. A. Parvathy Rao, A. Venkateswara Rao, G.M. Pajonk, "Hydrophobic and physical properties of the ambient pressure dried silica aerogels with sodium silicate precursor using various surface modification agents", Applied Surface Science. 253 (2007) 6032–6040.