بسم الله الرحمن الرحيم

واحد شاهرود
دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی شیمی
پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد**(M.Sc.)**
گرایش: محیط زیست

عنوان :
بررسی تاثیر غلظت کامپوزیتی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و سیلیکا با ضد حلال اتانول و ایزوپروپیلن بر خواص آبگریزی شیشه

استاد راهنما:
دکتر صاحبعلی منافی

نگارش:
رامین گودرزی

پاییز ۱۳۹۳

دانشگاه آزاد اسلامی

تعهد نامه اصالت رساله یا پایان نامه

.اینجانب رامین گودرزی دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته در رشته مهندسی شیمی که در تاریخ ۱۳۹۳/۸/۲۹ از پایان خود تحت عنوان بررسی تاثیر غلظت کامپوزیتی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و سیلیکا با ضد حلال اتانول و ایزوپروپیلن بر خواص آبگریزی شیشه با کسب نمره ۱۷/۲۵و درجه خوب دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می‌شوم :

۱) **این پایان نامه حاصل تحقیق و پژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده و در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه، کتاب، مقاله و ....) استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و رویه موجود، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آنرا در فهرست مربوطه ذکر و درج کرده‌ام.**

۲) **این پایان نامه قبلا برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح، پایین تر یا بالاتر) در سایر دانشگاهها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است.**

۳) **چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده و هرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان نامه را داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی واحد، مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم.**

۴) **چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن را می‌پذیرم و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات رفتار نموده و در صورت ابطال مدرک تحصیلی‌ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت.**

رامین گودرزی

تاریخ و امضاء

تقدیم به:

مادر دلسوز و عزیزم که در کلیه دوره‌های مختلف تحصیلی
من زحمت بسیار کشیده‌اند

سپاسگزاري

سپاس خداي مهربان را كه انديشه‌ام داد. حمد و ستايش بي‌قياس خداي را سزاست كه از الطاف خود در انسان دميد و او را اشرف مخلوقات خود قرار داد. حال كه به لطف او توفيق تحصيل علم و كسب دانش را پيدا نمودم، از خداوند متعال مي‌خواهم كه قدم‌هايم را در راه خدمت به جامعه استوار گرداند تا بتوانم از آنچه در اين سال‌ها آموخته‌ام در مسير پيشرفت و آباداني كشور عزيزم استفاده نمايم.

قسم میخورم که از دانش خود تنها در جهت کمک به بشریت استفاده نموده و هرگز بر خلاف آن عمل ننمایم

در اينجا لازم است از استاد بزرگوار، جناب آقای دکتر صاحبعلی منافی كه با ياري و كمك بسيار،به عنوان استاد راهنما مشوق اصلي اينجانب در اين زمينه بودند و هم‌دوره‌ای دلسوزم جناب آقای مهندس بردیا حاجعلیزاده که در طول انجام این پروژه از همکاری، راهنمائی و تجربیات خود مرا برخوردار نمودند تشكر نمايم. سلامتی و موفقیت روزافزون آنها را از درگاه خداوند متعال خواستارم.

رامین گودرزی

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه
چکیده ۱
مقدمه ۲
فصل اول : مروری بر منابع مطالعاتی
۱-۱- مقدمه اي بر نانوفناوري ۸
۱-۲- نانو ذرات سرامیکی ۸
۱-۲-۱- نانو ذرات سیلیکا ۸
۱-۲-۲- نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ۹
۱-۲-۲-۱- کاربردهای نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ۹
۱-۲-۲-۲- خاصیت ابرابدوستی دی اکسید تیتانیوم ۱۰
۱-۳- خواص مواد نانومتري ۱۰
۱-۴- نانو پوشش ها ۱۱
۱-۴-۱- نانوپوشش هاي هوشمند ضدخوردگي ۱۱
۱-۴-۲- نانوپوشش هاي ضد رادار ۱۳
۱-۴-۳- نانوپوشش های هوشمند تصفیه کننده هوا ۱۳
۱-۴-۴- نانوپوشش های هوشمند زیست فعال ۱۴
۱-۴-۵- نانوپوشش های هوشمند خود تمیزشونده ۱۵
۱-۵- شیشه ۱۵
۱-۵-۱- ویژگی های شیشه ۱۵
۱-۵-۲- شیشه های سیلیکاتی وکاربرد ان ۱۵
۱-۵-۳-نانو پوشش های شیشه ۱۶
۱-۶- تاریخچه اتانول ۱۷
۱-۶-۱- فرایند تولید اتانول ۱۷
۱-۶-۲- خواص فیزیکی اتانول ۱۸
۱-۶ -۳- کابرد اتانول ۱۸
۱-۷ - ایزوپروپیلن ۱۹
۱-۸- پوشش های ابگریز خود تمیزشونده ۱۹
۱-۸-۱- اساس ابگریزی ۱۹
۱-۹- ابرآبگریزی برگ ها ۲۲

۱-۱۰- آبگریزی،ابدوستی و ابرآبگریزی..... ۲۳
۱-۱۱- معادله یانگ،موازنه نیرو و انرژی ازاد سطحی..... ۲۳
۱-۱۱-۱- سطوح زبر و انرژی آزاد سطحی..... ۲۵
۱-۱۲- چگونه حالت معلق به همان صورت باقی می ماند..... ۲۷
۱-۱۳- پس زمینه نظری ۲۸
۱-۱۴-ساختارهای سطوح ابرآبگریز طبیعی ۳۲
۱-۱۵- کاربردهای سطوح ابرآبگریز ۳۴
۱-۱۶- تنظیم خیس شوندگی سطوح شیشه با نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم و سیلیکا ۳۸
۱-۱۷- موانع پیش روی سطوح ابر آبگریز..... ۴۰
۱-۱۸- چشم انداز پیش روی سطوح ابر آبگریز ۴۱
فصل دوم : روش انجام کار
۲-۱- مواد اولیه ۴۳
۲-۲- روش انجام آزمایش ها ۴۳
۲-۳- لایه نشانی پوشش ۴۶
۲-۳-۱- لایه نشانی به روش پاششی..... ۴۶
۲-۴- معرفی تجهیزات اندازه گیری ۴۷
۲-۴-۱- اندازه گیری زاویه تماس..... ۴۷
۲-۴-۱-۱- نحوه کارکرد دستگاه اندازه گیری زاویه تماس..... ۴۸
۲-۴-۱-۲- دستگاه اندازه گیری ۴۸
۲-۴-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ۴۹
فصل سوم: نتایج و بحث
۳-۱- مقدمه ۵۱
۳-۲- نتایج آزمایش تاثیر غلظت کامپوزیتی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و سیلیکا با ضد حلال
اتانول و ایزوپروپیلن بر خواص آبگریزی شیشه..... ۵۲
۳-۲-۱- آنالیز نتایج زاویه تماس (CA)..... ۵۲
۳-۲-۲- بررسی نتایج میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)..... ۶۰
فصل چهارم : نتیجه گیری و پیشنهادات
نتیجه گیری ۷۱
پیشنهادات..... ۷۲
فهرست منابع فارسی..... ۷۳
فهرست منابع انگلیسی..... ۷۴
چکیده انگلیسی..... ۷۹

فهرست جداول

عنوان..... صفحه

۲-۱- جدول : مشخصات مواد اولیه..... ۴۳
۲-۲ - جدول : مشخصات انتخابی دستگاه..... ۴۷
۳-۱- جدول : مقادیر زاویه تماس ۵۳

فهرست اشکال

عنوان..... صفحه

۱-۱ . شکل : نانو ذرات سیلیکا ۹
۱-۲ . شکل : مکانیزم محافظت در مقابل خوردگي ۱۲
۱-۳ . شکل : ساختار اتانول..... ۱۸
۱-۴ . شکل : اثار کشش سطحی..... ۲۰
۱-۵ . شکل : نمودار نشان‌دهنده‌ی نیروها در خط تماس سه فازی یک قطره مایع روی سطح جامد..... ۲۲
۱-۶ . شکل : برگ ابرآبگریز با قطرات آب روی آن..... ۲۲
۱-۷ . شکل : زاویه تماس و انرژی آزاد سطحی ۲۴
۱-۸ . شکل : زاویه تماس روی سطح زبر با استفاده از معادله Wenzel ۲۵
۱-۹ . شکل : زاویه تماس روی سطح زبر با استفاده فرمول Cassie-Baxter ۲۶
۱-۱۰ . شکل : حالت معلق قطره در حال نمایش مثال گوی الیافی روی بستر یک سطح زبر ۲۸
۱-۱۱ . شکل : تعاریف شکلی زاویه تماس، پسماند زاویه تماس و زاویه شیب..... ۲۹
۱-۱۲ . شکل : رفتار یک قطره آب روی یک سطح زبر ۳۱
۱-۱۳ . شکل : تصویر SEM یک برگ نیلوفر آبی..... ۳۳
۱-۱۴ . شکل : لغزش یک قطره آب از یک سطح آبگریز شیب‌دار..... ۳۳
۱-۱۵ . شکل : طرحواره‌ای از نانوریخته گری و تصاویر SEM..... ۳۴
۱-۱۶ . شکل : طرحواره فرایند انتقال الگوی نانوحکاکی برای تولید سطح بستر پلیمری..... ۳۵
۱-۱۷ . شکل : تصویر یک قطره آب قرار گرفته روی یک سطح خود-تنظیم‌شونده ۳۵
۱-۱۸ . شکل : تصاویر SEM فیلم‌های PAH/PAA..... ۳۶
۱-۱۹ . شکل : طرحواره ساختارهای مولکولی پلی الکترولیت‌ها..... ۳۷
۱-۲۰ . شکل : تصویر AFM فیلم ابرآبگریز ۳۸
۱-۲۱ . شکل : قطرات آب روی پوشش ابرآبگریز شفاف..... ۳۹
۲-۱ . شکل : حل کردن نانوذرات در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد..... ۴۴

۲-۲ . شکل : ضدحلال اضافه شده به محلول و هم خوردن با همزن مغناطیسی ۴۴
۲-۳ . شکل : همزدن محلول توسط حمام التراسونیک..... ۴۴
۲-۴ . شکل: فلوچارت مرحله تهیه پوشش..... ۴۵
۲-۵ . شکل: دستگاه اسپینکوتر..... ۴۶
۲-۶ . شکل: محفظه دستگاه اسپینکوتر..... ۴۶
۲-۷ . شکل: دستگاه اندازه گیری زاویه تماس ۴۸
۲-۸ . شکل : قطره اندازه گیری شده با دستگاه..... ۴۹
۲-۹ . شکل : میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ۴۹
۳-۱. شکل : پروفایل یک قطره آب روی سطح پوشش شفاف ۰/۰۵ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۵ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن..... ۵۵
۳-۲ . شکل : پروفایل یک قطره آب روی سطح پوشش شفاف کامپوزیتی ۰/۰۷ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۳ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن ۵۷
۳-۳ . شکل : پروفایل یک قطره آب روی سطح پوشش شفاف کامپوزیتی ۰/۰۸ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۲ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن ۵۹
۳-۴ . شکل : پروفایل یک قطره آب روی سطح پوشش شفاف کامپوزیتی ۰/۰۳ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۷ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن ۶۰
۳-۵ . شکل : تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه شیشه خالص..... ۶۱
۳-۶ . شکل : تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه شیشه خالص با بزرگنمایی ۲۰۰۰۰..... ۶۱
۳-۷ . شکل : تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه کامپوزیتی ۰/۰۷ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۳ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن..... ۶۳
۳-۸ . شکل : تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه کامپوزیتی ۰/۰۷ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۳ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن با بزرگنمایی ۴۰۰۰۰..... ۶۴

۳-۹ . شکل : تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه ۰/۰۵ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۵ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن ۶۵
۳-۱۰ . شکل : تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه ۰/۰۵ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۵ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن با بزرگنمایی ۴۰۰۰۰..... ۶۵
۳-۱۱ . شکل : تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه ۰/۰۸ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۲ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن. ۶۶
۳-۱۲ . شکل : تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه ۰ نانوکامپوزیتی نمونه ۰/۰۸ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۲ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن با بزرگنمایی ۴۰۰۰۰..... ۶۷
۳-۱۳ . شکل : تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه ۰/۰۳ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۷ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن..... ٦٩
۳-۱٤ . شکل : تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM) سطح پوشش نمونه۰/۰۳ گرم نانوذرات سیلیکا و ۰/۰۷ گرم نانوذرات دی اکسید تیتانیوم با ۱ میلی لیتر اتانول و ۱ میلی لیتر الکل ایزوپروپیلن با بزرگنمایی ٤۰۰۰۰..... ٦٩

چکیده

در تحقیق حاضر، تاثیر غلظت کامپوزیتی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و سیلیکا با ضدحلال اتانول و ایزوپروپیلن بر خواص آبگریزی شیشه مورد مطالعه قرار گرفته است و شرایط بهینه معرفی شده است. منظور اصلی تحقیق امکان تولید پوشش های آبگریز به روش ساده به نام ریخته گری محلولی انجام شد. در این روش غلظت نانوذرات و دمای خشک شدن دو عامل تاثیرگذار بر خواص نهایی می باشد و تشریح عملکرد ضدحلال بر پوشش های آبگریز در کار حاضر به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. جهت بررسی خواص آبگریزی، پوششی آبگریز از کامپوزیت نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و سیلیکا با ضدحلال اتانول و ایزوپروپیلن بر روی شیشه تهیه شد و خواص آن مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به خاصیت آبدوستی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم هر چه غلظت آن در پوشش بالاتر رود از آبگریزی پوشش کاسته می شود و نانوذرات سیلیکا سبب بهبود آبگریزی شدند. در ادامه جهت تعیین آبگریزی پوشش از طریق آزمون تست زاویه تماس (CA)، مورفولوژی ایجاد شده در سطح از طریق دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه قرار گرفت.

واژه های کلیدی: دی اکسید تیتانیوم،سیلیکا، ریخته گری محلولی، ضدحلال، پوشش های آبگریز.

مقدمه

امروزه کاربرد فراوان شیشه در زندگی روزمره و مشکلات آن از نگاه دقیق فناوری نانو دور نمانده است. این فناوری، با پوشش‌ها و لایه‌های نازک نانومتری خود شیشه‌های جدیدی با قابلیت های جدید ایجاد می‌نماید. ویژگی‌های ظاهری و توانمندی عبوردهی نور در شیشه‌هایی که با لایه‌های نازک نانومتری پوشانده می‌شوند، حفظ می‌گردد. امادر کنارآن قابلیت‌های جدیدی پیدا می‌کنند که بر زندگی روزمره ما تاثیر دارد. بررسی دقیق‌تر این موضوع، هم می‌تواند ما را با دنیای این شیشه های جدید (ویژگی ها، عملکرد و ...) آشنا کند و هم می‌تواند قابلیت‌های فناوری نانو را در تغییر خواص سطوح مختلف نشان دهد. به بیانی دیگر بررسی موضوع، شاید بتواند به ما کمک کند تا درک خوبی از پتانسیل‌های فناوری نانو در پوشش‌ها و تاثیر آن برمحیط اطرافمان بدست بیاوریم. شیشه‌هایی که آلودگی چندانی را به خود نمی‌گیرند و با بارش باران و یا تابش آفتاب کاملا تمیز می‌شوند. شیشه‌های خودتمیزشونده به دو روش سطح خود را از آلودگی پاک می‌کنند. که آنها را به دو دسته آبدوست وآبگریز تقسیم بندی می کنند. شیشه‌های خودتمیزشونده با الگوبرداری از "اثر لوتوس" ساخته شده اند. دراین نوع شیشه‌ها پوشش نازکی بر سطح شیشه قرار می‌گیرد که ناصافی‌های میکرومتری و نانومتری آن، موجب کاهش نیروی چسبندگی سطحی میان قطرات آب و سطح شیشه می‌شود. به عبارت دیگر در این نوع شیشه‌ها قابلیت خودتمیزشوندگی، با افزایش خاصیت آبگریزی ایجاد می-شود. با افزایش ساخت و تولید این نوع شیشه‌ها، می‌توان منتظر حذف برف پاک کن از بدنه اتومبیل‌ها بود. در دهه گذشته نیز تحقیقاتی روی پوشش‌های نانویی آبگریز به روش ریخته‌گری محلولی صورت گرفته است. بطور کلی موضوع این پژوهش تاثیر غلظت نانوذرات در یک پوشش نانویی برای آبگریز کردن شیشه خودرو می‌باشد که از دو ساختار میکرو و نانو تشکیل شده است همچنین تاثیر غلظت نانوذرات و روش تولید بر خواص نهایی اینگونه پوشش‌های نانویی بررسی خواهد گردید و شرایط بهینه معرفی می‌شود. در واقع این پژوهش به کاربرد نانوذرات در پوشش های خودتمیزشونده شیشه خودرو اشاره خواهد داشت. از جمله مزایای به کار گرفته شده فناوری نانو می‌توان به شیشه‌های خودتمیز شونده، ضدلک، ضد خش و ... در صنعت خودرو اشاره کرد که فناوری نانو علاوه بر زیبایی بخشیدن می‌تواند عمر شیشه را بهبود بخشد. منظور اصلی تحقیق بررسی امکان تولید پوشش آبگریز به روش ارزان و تک مرحله‌ای ریخته گری محلولی می‌باشد. در این روش غلظت نانوذرات بطور متفاوت (بطوریکه اگرغلظت نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بالا رود از آبگریزی کاسته می‌شود ولی عمل خود تمیزشوندگی با نور انجام می‌شود و نانوذرات سیلیکا باعث بهبود عمل آبگریزی می‌شود)، اندازه نانوذرات، ۱-۱۰۰ نانومتر (بطور میانگین ۲۰-۲۵

نانومتر)، روش استفاده و دمای خشک شدن از عوامل تاثیرگذار بر عملکرد پوشش‌ها خواهد بود. دی اکسید تیتانیوم به عنوان یک عامل فتوکاتالیستی با قرار گرفتن در معرض تابش امواج ماوراء بنفش بار الکتریکی مثبت و منفی ایجاد می‌کند، بطوریکه دراین روش از حدود ۸۵ درصد انرژی گرمایی مادون قرمز (IR) و ۹۹ درصد اشعه مضر ماوراء بنفش (UV) با استفاده از پوشش نانوذرات (دی اکسیدتیتانیوم و سیلیکا) بر روی سطح شیشه انجام می‌شود. هرچه اندازه نانوذرات دی اکسید تیتانیوم وسیلیکا کوچکتر باشد (تاحد چند نانومتر کوچکتر باشد) پوشش نانویی فعالتر، بطوریکه می‌تواند با تشکیل اکسیژن فعال، بطور کامل با آلودگی‌ها، لکه‌های چربی و مواد آلی روی شیشه واکنش داده و آنها را به آب و دی اکسید کربن تبدیل کند. بطور کلی همیشه یک پوشش خودتمیز شونده (نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم) آبگریز نیست ولی یک پوشش آبگریز، خودتمیز شونده است. بحث دیگر این کار کنترل آلودگی و بهبود خواص شیشه می‌باشد که می‌توان با بهره-گیری از این نانوپوشش‌ها آنرا را تقویت کرد و آلودگی آنرا کاهش داد پوشش‌های نانویی خودتمیزشونده که در صنعت خودرو سازی کاربرد دارند، موجب دفع آب و ذرات گردوغبار شده و به راحتی می‌توان سطح آن را تمیز کرد. این نانوپوشش‌ها همچنین ضدسایش بوده و علاوه بر مقاوم بودن در برابر پرتوهای فرابنفش، از دوام طولانی برخوردار است. مشکل آلودگی سطوح مخصوصاً در مورد سطوح با انرژی بالا همانند شیشه یا فلز که تمایل به جذب مولکول‌های دیگر دارند، فراگیر است. راهبرد معمول برای حل این مشکل، کاهش انرژی آزاد سطحی این مواد بدون از بین رفتن ویژگی‌هایی همانند شفافیت است. نانوپوشش‌ها به‌صورت شیمیایی به شیشهٔ خودرو اضافه گشته، وضوح بافت سطح را نیز تغییر نمی‌دهد. شیشه‌های خودرویی که این محصول را دارند، نچسب هستند به همین دلیل گرد و خاک، چربی، روغن،که بر روی شیشه انباشته می‌شوند، به آسانی قابل حذف و پاک‌سازی هستند. منبع الهام پوشش‌های خود تمیز شونده به گیاه نیلوفر آبی باز می‌گردد. معمولا اصطلاح اثر نیلوفر آبی که یادآور به هم پیوستن قطرات کوچک آب چکیده شده بر روی گل نیلوفر آبی است عامل بسیار مهم که تر شوندگی را معین می کند، با ریخته‌گری محلولی این فناوری تنها در یک مرحله می‌تواند پوشش مورد نظر را روی سطوح ایجاد کند. از اینرو رفتار شیشه در معرض آب و برطرف کردن آلودگی آن مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. سطوح با تمایلات آبگریز را می‌توان در اثر افزودن زبری یا بطور دقیق‌تر نوع مشخصی از توپوگرافی، ابرآبگریز نمود.

فصل اول:

مروری بر منابع مطالعاتی

امروزه پیشرفت فعالیت ها در حوزه نانومواد با پشتوانه سرمایه های روز افزون مالی ادامه دارد و شرکت ها به دنبال شناخت روش های جدید هستند. به همین دلیل تلاش برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها بر روی پنجره ها متمرکز شده است مطالعات زیادی برای یافتن روش‌های ذخیره انرژی صورت گرفته و نیاز به ذخیره انرژی باعث شده تا انواع جدیدی از پنجره‌های شیشه‌ای در ساختمان‌ها وارد شود. تلاش در جهت پیدا کردن راه حل هایی برای اصلاح کیفیت، افزایش کارایی مصالح وکاهش مصرف خام انرژی موجب استفاده نوین در صنعت شیشه شده است امروزه مواد خود تمیز شونده به طور گسترده در زندگی و صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. از جمله این کاربردها می توان به سطوح خود تمیز شونده، وسایل مرتبط به آزمایشگاه، پوششهاي با اصطكاك كم، شیشه هاي اتومبیل و.... اشاره کرد. رفتار ترشوندگی سطوح جامد یک مساله اساسی هم در علم مهندسی و هم در زندگی روزمره به شمار می رود. پوشش های خودتمیزشونده که در صنعت ساختمان و خودرو سازی کاربرد دارد، موجب دفع آب و ذرات گرد و غبار شده و به راحتی می توان سطح آن را تمیز کرد. این روکش همچنین ضدسایش بوده و علاوه بر مقاوم بودن در برابر پرتوهای فرابنفش، از دوامی طولانی برخوردار است. مشکل آلودگی سطوح مخصوصاً در مورد سطوح با انرژی بالا همانند شیشه یا فلز که تمایل به جذب مولکول های دیگر دارند، فراگیر است. راهبرد معمول برای حل این مشکل، کاهش انرژی آزاد سطحی این مواد بدون از بین رفتن ویژگی هایی همانند شفافیت است. برای رسیدن به سطوح آسان تمیزشونده باید به طریقی انرژی سطح را کاهش داد. معمولاً زمانی که زاویه تماس آب بالای ۱۰۰ درجه است، ویژگی دفع روغن و آب افزایش می یابد. زیرا برای رسیدن به شیشه با انرژی سطحی پایین باید از لایه های نازک بر روی سطح استفاده شود، تا شفافیت تغییر قابل ملاحظه ای نداشته باشد. در عین حال بتواند خواص جدید مورد نیاز را نیز تامین کند. برای این منظور می توان از مواد مختلفی استفاده کرد. این مواد باید به گونه ای انتخاب شوند که پس از نشستن بر روی سطح شیشه گروه های آبگریز آن ها به سمت خارج جهت گیری کند تا ضمن کاهش جذب آلودگی به راحتتر تمیز شدن آن نیز کمک کند. نانوپوشش‌هاي آبگريز و خود تميزشونده، از جمله مهم‌ترين دستاوردهاي بهره گيري از فناوري نانو در عرصه ساخت و توليد پوشش‌ها به شمار مي روند [۱]. اين نانوپوشش ها با بهره گيري از برخي عوامل محيطي از جمله نور، گرما و يا با حساسيت به برخي تغييرات شيميايي همچون وقوع واكنش خوردگي، عكس العمل مناسب و كاركردهاي مورد انتظار را بروز مي دهند. همچنین به عنوان پوشش های ضدبرف، غبار و ضدگرد نیز کاربرد داشته باشد. در پوشش های آبگریز آب نمی تواند به سطح بچسبد عمل تمیز کنندگی این پوشش ها به این علت است که نه تنها آب بلکه

آلودگی ها نیز قادر به چسبیدن به سطح نیستند که اگر بر روی سطح، آب ریخته شود یا باران ببارد سطح شسته می شود. بکارگیري نانوذرات در ساخت پوشش هاي آبگریزی، باعث بهبود خواص آبگریزی می شود[۱]. از جمله مواد نانوذراتی که از درجه اهمیت بالایی برخوردارند می توان از نانوذرات اکسیدهای فلزی همچون اکسید روی (ZnO)، سیلیکا (SiO_2)، اکسید تیتانیوم (TiO_2)، آلومینا (Al_2O_3) یا اکسید آهن (Fe_2O_3) که دارای کاربردهای زیاد و متنوعی می باشند نام برد [۱۶]. لوله ها و سیم ها با اندازه نانومتری، طیف وسیعی از خصوصیات الکتریکی و نوری را به نمایش می گذارند. استفاده از این نانوذرات در پوشش های آبگریز و خود تمیزشونده باعث پایداری، کاهش هزینه‌ها و بازدهی بالای پوشش می شود. سیلیس نیزیک نیمه‌رسانا است. ضریب دمایی مقاومت الکتریکی این ماده منفی است چون شمار جابجایی کننده‌های (حامل‌های) بارهای آزاد آن با افزایش دما افزایش می‌یابد. مقاومت الکتریکی یک تک بلور سیلیسیم در اثر دریافت تنش‌های مکانیکی، تغییر بسیار زیادی می‌کند کوارتز، تریدیمیت و کریستوبالیت سه پلی مورف اصلی سیلیس هستند که در طبیعت به خوبی شناخته شده اند، هرکدام از این کانی ها در شرایط خاص بوجود آمده و دارای مشخصات فیزیکی و کانی شناسی معینی می باشند[۱۲]. نانوذرات دی اکسیدتیتانیوم، عضوی از خانواده بزرگ نانوذرات هستند که به سبب ایجاد خاصیت خودتمیزکنندگی برای سطوح، از ابتدای شکل گیری فناوری نانو، مورد توجه ویژه واقع شده اند. دی اکسید تیتانیوم در اندازه نانومتریک فوتو کاتالیست ایده آل است که مهم ترین دلیل وجود این خاصیت در این ماده قابلیت جذب اشعه فرابنفش است. فوتون های فرابنفش بسیار پرانرژی هستند و در بیشتر موارد می توانند به سادگی باعث تخریب اجسام گردند. دی اکسید تیتانیوم با جذب اشعه فرابنفش و به واسطه خاصیت فوتوکاتالیستی خود می تواند پوششی ضدباکتری روی سطوح ایجاد کند و هم چنین مانع از عبور اشعه گردد[۱۶]. وجود همین خواص ویژه، نانوذرات دی اکسید تیتانیوم را تبدیل به گزینه ای مناسب برای استفاده در کرم های ضدآفتاب نموده است. حذف بوی نامطبوع و تجزیه سموم آلی و معدنی و میکروارگانیسم های مضر و بیماری زای موجود در آب و فاضلاب کاربرد عمده دیگر این ماده است. نانوذرات دی اکسید تیتانیوم خاصیت آب دوستی بالایی دارند. شیشه، در میان سایر مواد و مصالح مورد مصرف بشر از اهمیت بالایی برخوردار است. از جمله آنکه می‌تواند رفتار انتقالی از یک جامد سخت و شکننده به یک ماده مذاب لاستیک شکل و برعکس داشته باشد. شیشه با اینکه شکننده است اما بسیار پایدار است، مهم ترین ویژگی شفاف بودن آن در برابر طول موج‌های مرئی است نقطه مقابل شیشه مواد چندبلوری است که نور مرئی را از خود عبور نمی‌دهند. سطح شیشه معمولاً هموار است چون هنگام تشکیل، مولکول‌های بسیار

سرد شده مایع دیگر مجبور نیستند هندسه بلورهای سخت را به خود بگیرند بلکه نیروی کشش سطحی باعث شکل گرفتن آن‌ها می‌شود و به صورت میکروسکوپی سطحی هموار بدست می‌آید. این ویژگی‌ها باعث شفافیت و درخشندگی شیشه می‌شود و حتی در شیشه‌های رنگی (که نور را جذب می‌کنند) هم قابل مشاهده است[۸]. نانوپوشش های شیشه ترکیباتی هستند که ضمن حفظ ظاهر اصلی سطح، سایر آلودگی ها را از سطح دفع می کنند. مزیت های نانوپوشش های شیشه سطوح در برابر رطوبت و فساد میکروبی، ظاهر واضح و افزایش کیفیت و کارایی، پایداری در برابر اشعه فرابنفش، شفافیت و انواع ویژگی های ظاهری از قبیل سختی و مقاومت در برابر آتش می باشد. از مزایای استفاده از این فناوری می توان به افزایش کیفیت مصالح، صرفه جویی در مصرف انرژی و صرفه جویی اقتصادی اشاره کرد. در تحقیق حاضر، تاثیر غلظت کامپوزیتی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و سیلیکا با ضدحلال اتانول و ایزوپروپیلن بر خواص آبگریزی شیشه مورد بررسی قرار گرفت. و پوشش آبگریزی به روش تک مرحله ای و ساده ریخته گری محلولی بدست آمد.

۱-۱- مقدمه اي بر نانوفناوري

نانوفناوري با ساختارهاي ريز و مواد با اندازه بسيار كوچک در محدوده كمتر از ۱۰۰ نانومتر سروكار دارد. واحد نانومتر از پيشوند نانو كه يک كلمه يوناني به معني بي نهايت ريز مي باشد گرفته شده است. يك نانومتر معادل يک ميلياردیم (10^{-9}) متر در حدود چهار برابر قطر يك اتم است.

پيشرفت نانوفناوري منجر به بهبود لوازم و تجهيزات و كاربردهاي آنها در زندگي بشر مي شود. در شيمي، اين محدوده ابعادي به كلوئيدها، مايسل ها، مولكول هاي پليمري و ساختارهاي يكسان مولكول هاي بسيار بزرگ يا تجمع زيادي از مولكول ها بر مي گردد. در فيزيک يا مهندسي برق، علم نانو بيشتر به رفتار كوانتومي و رفتار الكترون ها در ساختارهاي با اندازه نانو مرتبط مي شود. در زيست شناسي و بيوشيمي نيز تركيبات سلولي و ساختارهاي مولكولي جالب زيستي و اجزاي درون سلولي به عنوان نانوساختارها مي باشند [۱۰].

نانوذرات در حال حاضر از طيف وسيعی از مواد ساخته می شوند، معمول ترين آنها نانوذرات سراميكی هستند.

۱-۲- نانوذرات سراميكی

معمول ترين نانوذرات، نانوذرات سراميكی هستند كه به سراميک های اكسيد فلزی، نظير اكسيدهای تيتانيوم، روی، آلومينيوم، آهن و نانوذرات سيليكاتی (سيليكات ها يا اكسيدهای سيليكون نيز سراميک هستند)، كه عموماً به شكل ذرات نانومقياسی خاک رس، تقسيم می شود. از نانوذرات سراميكی كه از اهميت زيادی برخوردار است دی اكسيد تيتانيوم و سيليكا می باشند. در ادامه به اين دو نانوذره سراميكی می پردازيم [۶].

۱-۲-۱- نانوذرات سيليكا

چنانكه ديده می شود، يكی از تركيبات موجود در مواد مختلف سيليكا است كه در ضمن واكنش توليد می شود به همين دليل می توان گفت سيليس يكی از مهمترين بخش اين مواد است و اهميت زيادی در چسبندگی، مقاومت و كارايی مواد دارد. محلول نانويی سيليس، دی اكسيد سيليس است كه اندازه ذرات آن در ابعاد نانومتر می باشد. محلول نانو سيليس متشكل از ذراتی هستند كه گلوله شكل با قطر كمتر از ۱۰۰ nm يا به صورت ذرات خشک پودر يا به صورت معلق در مايع محلول قابل انتشار می باشند كه مايع آن معمول ترين نوع محلول نانو سيليس معلق كاربرد های

چند منظوره مانند خاصیت ضدسایش، ضدحریق، ضدانعکاس سطوح از خود نشان می دهد. نانوسیلیکا در صنایع رنگ به عنوان مات کننده و افزایش دهنده غلظت مورد استفاده است. کاهش اندازه ذرات ماده در کنار افزایش مساحت سطح و در نتیجه افزایش برهم کنش ها در بستر رزین باعث اثربخشی بهتر محصول در ایجاد خواص پوشش دهی، غلظت دهندگی و مات کنندگی سیستم به صورت یکنواخت خواهد شد.

شکل ۱-۱: نانوذرات سیلیکا [۱۲].

۱-۲-۲- نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم

دی اکسید تیتانیوم در اندازه نانومتریک فوتو کاتالیست ایده آل است که مهم ترین دلیل وجود این خاصیت در این ماده قابلیت جذب اشعه فرابنفش است. فوتون های فرابنفش بسیار پرانرژی هستند و در بیشتر موارد می توانند به سادگی باعث تخریب اجسام گردند. دی اکسید تیتانیوم با جذب اشعه فرابنفش و به واسطه خاصیت فوتوکاتالیستی خود می تواند پوششی ضد باکتری روی سطوح ایجاد کند و هم چنین مانع از عبور اشعه گردد. وجود همین خواص ویژه، نانوذرات دی اکسید تیتانیوم را تبدیل به گزینه ای مناسب برای استفاده در پوشش ها نموده است.

۱-۲-۲-۱- کاربردهای نانوذرات دی اکسید تیتانیوم

دی اکسید تیتانیوم در گروه نیمه رساناها می باشد و به عنوان حسگر گاز های قابل احتراق، آلاینده حذف بوی نامطبوع، تجزیه سموم آلی، معدنی و میکروارگانیسم های مضر و بیماری زای موجود در آب و فاضلاب، در مواد آرایشی جهت جذب نور خورشید، به عنوان رنگدانه در رنگ ها جهت براق کردن آن ها و جاذب ها بکار می رود. این نیمه رسانا همچنین در حسگر های اکسیژن مورد استفاده قرار می گیرد. از دیگر خواص دی اکسید تیتانیوم که آن را از دیگر رسانا ها متمایز کرده