بررسی بهبود خودتمیزشوندگی پارچه پنبه ای پوشش داده شده با نانو استرانتیوم تیتانات و نانو تیتانیا

سالار ظهوری*
دانش آموخته کارشناسی ارشد نساجی، باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، ایران
لقمان کریمی
دانش آموخته کارشناسی ارشد نساجی، باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
ابوالفضل داودی رکن آبادی
استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
رسید: ۱۳۹۰/۰۵/۲۱، پذیرش:۱۳۹۰/۰۹/۱۲

چکیده
در این مقاله سعی بر آن بود تا به بهینه سازی خصوصیت خودتمیزشوندگی پارچه پنبه ای با استفاده از نانو تیتانیا و نانو استرانتیوم تیتانیات پرداخته شود. در این راستا پارچه های پنبه ای با درصد های متفاوتی از این دو ماده پوشش دهی شده و با توجه به خاصیت فتو کاتالیستی بالای نانو $SrTiO_3$، عمل آوری پارچه پنبه ای دارای پوشش نانو $SrTiO_3$ با روش کراسلینک صورت پذیرفت. ویژگی خود تمیز شوندگی برای لکه های رنگی ایجاد شده تحت تابش نور ماوراء بنفش ارزیابی گشت. ساختار پوشش نانو مواد بر روی پارچه با میکروسکوپ الکترونی SEM و حالت بلورین پودر جامد و پوشش استرونتیوم تیتانات بر روی پارچه پنبه ای با پراش اشعه ایکس (XRD) و تخریب لکه های رنگی با استفاده ازاسپکتروفتومتر انعکاسی مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین جهت اطمینان از وجود درصدهای به کار رفته از نانو مواد بر روی پارچه های پنبه ای از دستگاه XRF استفاده شد. بدست آوردن پارچه پنبه ای که ویژگی خود تمیز شوندگی آن بالاتر از روش های مرسوم استفاده از نانو TiO_2 باشد از اهداف اصلی این مقاله بوده که نتایج حاصله حاکی از ثبات پوشش ایجاد شده و افزایش میزان خودتمیزشوندگی پارچه های حاوی مخلوط نانو $SrTiO_3$ و نانوTiO_2 بود.
کلمات کلیدی: خودتمیزشوندگی، استرانتیوم تیتانات، تیتانیا، پنبه، کراسلینک.

Archive of SID

*. مسئول مکاتبات : s_textile@yahoo.com

www.SID.ir

۱. مقدمه

رنگ زدایی و تصفیه پساب یکی از مهمترین موضوعات صنعت نساجی است، که راههای فیزیکی و شیمیایی مختلفی جهت برطرف کردن آنها ارائه شده از جمله استفاده از جاذب ها، تخریب بیولوژیکی و استفاده از فتوکاتالیست ها [۲-۱]. یکی از روشهای دوستدار محیط زیست جهت این امر، استفاده از فتوکاتالیست ها است[۳]. امروزه استفاده از نانو مواد و نانو ساختارها بر روی منسوجات مورد توجه بسیاری قرار گرفته، چرا که خصوصیات جدیدی به منسوج نهایی می افزاید. در سال های اخیر خاصیت فتوکاتالیستی نانو دی اکسید تیتانیوم (نانو تیتانیا) به دلیل قابلیت های آن در از بین بردن آلاینده ها، بطور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است[۵-۴]. کاربردهای متعدد نانو تیتانیا به عنوان فتوکاتالیست بارها مورد مطالعه قرار گرفته، اما خصوصیت فتوکاتالیستی نانو استرانتیوم تیتانات($SrTiO_3$) بصورت محدود و ابتدایی مورد بررسی قرار گرفته است[۳]. این در حالی است که قدرت فتوکاتالیستی آن بیشتر از تیتانیا بوده و به نظر می رسد برای تخریب ترکیبات آلی به جای تیتانیا مناسب تر می باشد[۳]. استرانتیوم تیتانات به دلیل خصوصیات فوق العاده فیزیکی و شیمیایی خود از جمله پایداری ساختاری و حرارتی به عنوان یکی از بهترین فتوکاتالیست ها شناخته شده است[۶]. همچنین از آن در صنایع دیگر بطور فراوان استفاده می شود؛ که دلیل آن را می توان دارا بودن ضریب دی الکتریک بالا و قابلیت پلاریزاسیون خوب ذکر کرد[۷].

محققان در سال های اخیر شدیداً به استفاده از نیمه رساناهایی چون TiO_2، ZnO،Fe_2O_3 وCdS به عنوان فتوکاتالیست برای تخریب آلودگی های آلی علاقه مند شده اند. به علت ویژگی های نوری و الکتریکی، قیمت پایین، فعالیت فتوکاتالیستی بالا، ثبات شیمیایی و غیر سمی بودن از نانو تیتانیوم دی اکسید به عنوان فتوکاتالیست رایج استفاده می شود [۹-۸].

زمانی که نیمه رسانایی مثل TiO_2 فتونی با انرژی مساوی یا بالاتر از عرض نوار شکاف[1] جذب کند، الکترون از نوار ظرفیت به نوار بالاتر رسانایی رفته (e^-_{cb})[2] و تهییج الکترون یا حفره (h^+_{vb})[3] در نوار ظرفیت بوجود می آید. اگر جدایی شارژ برقرار شود الکترون و حفره بسوی سطح کاتالیستی جابجا می شود و واکنش های اکسایش-کاهشی با گروه های جاذب صورت می گیرد. واکنش اکسایشی منتج به سفید شدن رنگزا می شود. جذب مستقیم نور بوسیله مواد رنگزا می تواند باعث تزریق شارژ[4] از حالت بر انگیخته رنگزا به نوار رسانایی نیمه هادی گردد [۱۳-۱۰].

تیتانیا به هر دو حالت کریستالی و آمورف وجود دارد. در فرآیند فتوکاتالیست حالت آمورف آن غیر فعال است و تنها حالت کریستالی آن است که خصوصیت فتوکاتالیستی دارد. حالت کریستالی تیتانیا دارای سه فاز آناتاز، روتایل و بروکیت می باشد. هر دو فاز آناتاز و روتایل سه وجهی (تتراگونال) و فاز بروکیت آن چهار وجهی است[۱۴]. استرانتیوم تیتانات دارای فازهای سه وجهی،چهار وجهی، کوبیک (cubic) و ... می باشد که در دمای نزدیک ۱۰۵ درجه کلوین از فاز کوبیک به فاز سه وجهی تبدیل می شود [۱۵و ۵]. همچنین فاز سه وجهی آن با ایجاد اندکی آشفتگی به فاز چهار وجهی تبدیل می شود[۴].

اندازه ذرات، فاز و ساختار کریستالی، شدت و طول موج تابش، pH محلول، روش تولید و جذب سطحی تیتانیا همگی از عوامل تاثیرگذار بر میزان فعالیت فتوکاتالیستی تیتانیا می باشد. زمانی که این ماده در مقیاس نانو مورد استفاده قرار می گیرد خاصیت فتوکاتالیستی آن به دلیل افزایش سطح تماس و به خاطر بیشتر شدن انرژی باند شکاف، بیشتر می شود [۱۹-۱۶].

استرانتیوم تیتانات نیز (همانند تیتانیا) به دلیل دارا بودن انرژی باند شکاف مشابه تیتانیا، تحت نور ماوراء بنفش فعال می شود[۳ و ۲۲-۲۰] (Eg=3.2eV). بنابراین با توجه به این مطالب استرانتیوم تیتانات می تواند گزینه مناسبی جهت کوپل شدن با تیتانیا باشد[۲۳]. به منظور پوشش دهی پارچه پنبه ای با نانو مواد باید از روش کراسلینک استفاده کرد. در پژوهش های قبلی از اسید سوکسینیک به عنوان ماده کراسلینک استفاده شده که نتایج آن نیز قابل قبول بوده است [۲۷-۲۴].

در این مقاله سعی بر آن بوده تا میزان فتوکاتالیستی و قابلیت خودتمیزشوندگی پارچه پنبه ای با استفاده از نانو استرانتیوم تیتانات و مخلوط آن با نانو تیتانیا تحت تابش نور ماوراء بنفش مورد بررسی قرار گرفته و میزان خود تمیز شوندگی پارچه پنبه ای ارزیابی گردد.

۲. مواد

۲،۱. مواد و وسایل مصرفی

نانو تری اکسید تیتانیوم (استرانتیوم تیتانات) متعلق به شرکت Aldrich517011 با اندازه ذرات کمتر از ۱۰۰ نانو متر و وزن مولکولی ۱۸۳/۴۹ که مشخصات کامل آن در جدول ۱ نشان داده شده است، تهیه گردید. پارچه صد در صد پنبه ای تاری پودی با بافت تافته با مشخصات زیر تهیه شد.

تراکم تار: Tt=26/1cm fabric نمره نخ تار: Ne 30/1

تراکم پود: Tp=22/1cm fabric نمره نخ پود: Ne 20/1

بافت تافته : L 1/1

وزن تار در یک متر مربع پارچه : Gt/m2 = 54.7 g

وزن پود در یک متر مربع پارچه : GP/m2 = 68.8 g

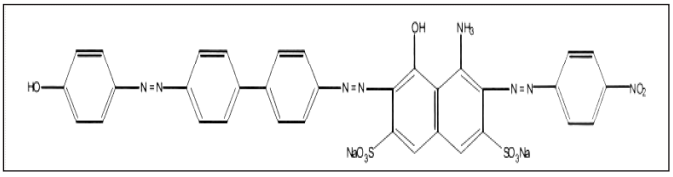
از سوکسینیک اسید (MERCK) به عنوان عامل کراسلینک استفاده گردید. همچنین از هیپوفسفیت سدیم به عنوان کاتالیزور در نشاندن مواد نانو روی پارچه استفاده شد. نانو دی اکسید تیتانیوم از شرکت DEGUSA P25 تهیه شد. رنگ های مورد استفاده در این تحقیق Dark Green BN و Reactive Orange بود که ساختار آن ها در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. دستگاه تفرق اشعه ایکس مورد استفاده از نوع Bruker, D8ADVANCE, Germany; XRay Tube: Cu ; Wavelength: 1.5406 ÅCu; Filter: Ni بود. لامپ ماوراء بنفش مورد استفاده از نوع UV A و با قدرت ۴۰۰ وات بود. همچنین اسپکتروفتومتر انعکاسی ساخت شرکت BYK-Gardner از هند با منبع نوری D65 بود. دستگاه اولترا سونیک مورد استفاده از نوع EURONDA .P.A مدل 4D شرکت EUROSONIC ایتالیا بود.

جدول ۱ مشخصات نانو استرونتیوم تیتانات

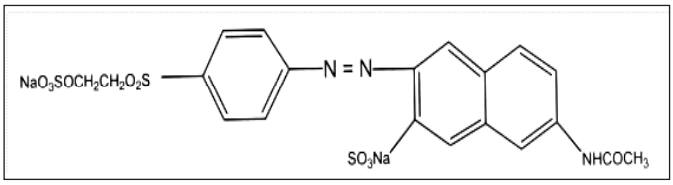
نوع نانو پودر	متوسط اندازه ذرات (nm)	شکل ظاهری	حلالیت در آب	دانسیته gr/cm^3	دمای ذوب (C°)
استرانسیوم تیتانات	زیر ۱۰۰	سفید بی بو	نامحلول	۴/۸۱	۲۰۶۰
تیتانیوم دی اکسید	۲۱	سفید و بی بو	نامحلول	۳/۸	۱۸۵۰

1. Band gap
2. electron in conduction band
3. hole in the valence band
4. charge injection

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱ ساختمان شیمیایی رنگ Dark Green



شکل ۲ ساختمان شیمیایی رنگ Reactive Orange

۳. روش کار

۱،۳. نشاندن نانو مواد روی پارچه پنبه ای

جهت پوشش دهی پارچه پنبه ای با نانو مواد از روش کراسلینک استفاده شد. جهت کراسلینک کردن نانو مواد با پارچه پنبه ای مراحل زیر صورت پذیرفت:

پارچه پنبه ای پس از شستشو با آب مقطر جهت حذف واکس و مواد زائد خشک گردید. سپس سوکسینیک اسید به همراه هیپوفسفیت سدیم به مدت ۲۰ دقیقه همزده شد تا سوسپانسیون آن بدست آید. آنگاه پارچه به مدت یک ساعت در سوسپانسیون در دمای ۷۰ درجه به مدت یک ساعت قرار داده شد و سپس پارچه را خارج کرده و در آون با دمای ۸۵ درجه به مدت ۳دقیقه در آن دما نگاه داشته و سپس دما را تا ۱۸۰ درجه بالا برده و پارچه را ۲ دقیقه در آن دما نگاه داشته تا پخت گردد. پس از آن برای نشاندن نانو مواد ،مواد را با درصدهای مختلف (٪۰/۵ استرونتیوم تیتانات، ٪۰/۱ استرونتیوم تیتانات٪۰/۴+ دی اکسیدتیتانیوم، ٪۰/۲ استرونتیوم تیتانات + ٪۰/۳ دی اکسیدتیتانیوم، ٪۰/۳ استرونتیوم تیتانات+ ٪۰/۲ دی اکسیدتیتانیوم، ٪۰/۴ استرونتیوم تیتانات + ٪۰/۱ دی اکسیدتیتانیوم و ٪۰/۵تیتانیا) آماده کرده و پارچه را به مدت یک ساعت در آن قرار داده و پس از آن پارچه را در آون قرار داده تا خشک گردد. سپس پارچه حاوی نانو مواد آماده بوده و جهت آزمایشات بعدی آماده می باشد.

۲،۳. بدست آوردن میزان نانو مواد پوشش دهی شده به روش سوزاندن

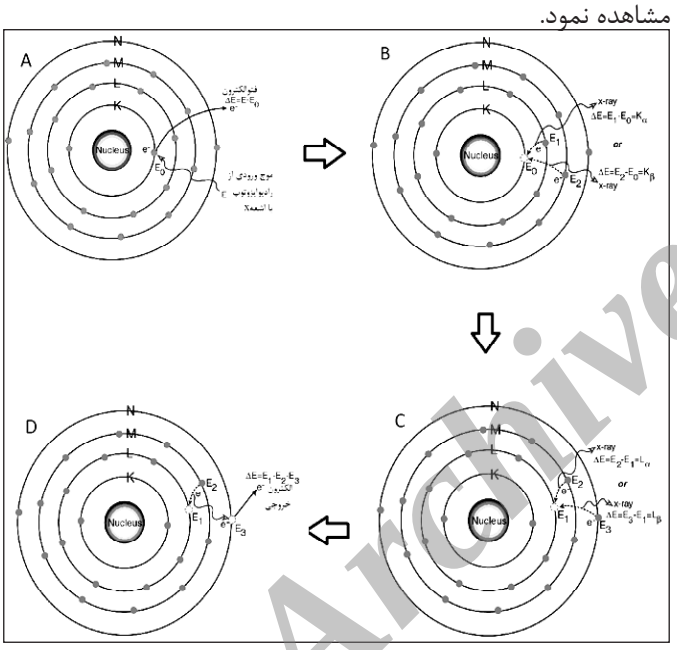
برای تعیین درصد نانو مواد موجود بر روی پارچه پنبه ای از روش سوزاندن استفاده شد بدین ترتیب که مقداری از پارچه عمل آوری شده را برداشته و توزین شد سپس در بوته چینی قرار داده شد و بوته در کوره گرمایشی قرار داده شد که دمای آن از دمای اتاق به ۹۰۰ درجه سانتیگراد در مدت ۱۴۰ دقیقه رسید و سپس نمونه ها را خارج کرده و توزین شدند. محاسبات بدین طریق انجام می شود که وزن باقی مانده را از وزن باقی مانده نمونه شاهد تفریق کرده، آنگاه در صد گرفته می شود. نمونه شاهد نمونه پارچه پنبه ای خام است که آزمایش سوزاندن مطابق با شرایط فوق برروی آن انجام گرفته است.

(۱) ۱۰۰× وزن اولیه /وزن باقی مانده نمونه شاهد-وزن باقی مانده نمونه=درصد نانو مواد پارچه پنبه ای

۳،۳. بدست آوردن میزان نانو مواد پوشش دهی شده با استفاده از XRF

استفاده از تفرق اشعه فلورسانس بعلت سرعت زیاد و عدم مصرف مواد شیمیایی روش مناسب نسبت به بقیه روشهای آنالیزی بوده و محیط زیست را نیز آلوده نمی سازد بنابراین روش مناسبی برای تعیین میزان مواد موجود در یک ماده می باشد. طرز کار آن بدین صورت است که اشعه به اتمهای تشکیل دهنده نمونه برخورد نموده و باعث تولید امواج فلورسانس می گردد. در این فرآیند تشعشعات اولیه در اثر برخورد با اتمها باعث خروج الکترون از ترازهای مختلف شده و اتم در حالت برانگیخته و ناپایدار قرار می گیرد. برای جبران الکترون خارج شده از اتم، الکترونی از ترازهای بالاتر به سمت ترازهای پایین تر (انرژی کمتر) عظیمت می نماید. در این انتقالات اتمی مازاد انرژی الکترونها (از تراز پر انرژی تر به تراز کم انرژی تر) به صورت امواج اشعه ایکس ساطع می گردد. این تشعشعات X که طول موجهای مشخصی دارند همان امواج فلورسانس می باشند.

با اندازه گیری هر طول موج نام عنصر مربوطه مشخص شده و با اندازه گیری شدت آن به فراوانی آن عنصر در نمونه می توان پی برد. شماتیک انتقال الکترون ها برای اتم تیتانیوم را می توان در شکل ۳ مشاهده نمود.



شکل۳. انتقال الکترونهای تیتانیوم در روش XRF A) الکترون موجود در لایه K در اثر تابش تهییج کننده اشعهx از اتم خارج می شود B) الکترون از لایه L یا M به حفره خالی منتقل می شود. در این هنگام اشعه ایکس از خود ساطع می کند و در عوض حفره خالی در لایه L یا M بوجود می آورد C) هنگامی که جای خالی در پوسته L توسط تحریک اولیه اشعه ایکس و یا رویداد های قبلی بوجود آمد، یک الکترون از لایه M یا N جهش کرده و به حفره خالی می رود. در این فرایند، اشعه ایکس از خود ساطع می کند و در عوض یک حفره در لایه M یا N ایجاد می کند D) انرژی تهییجی داخلی اتم به یکی از الکترونهای بیرونی منتقل شده و سبب خروج آن الکترون از اتم می گردد

۴،۳. لکه گذاری روی پارچه های حاصله

پارچه های عمل آوری شده به ابعاد ۴×۴ سانتی متر بریده شده و برای بررسی ویژگی خود تمیز شوندگی پارچه های عمل آوری شده با روش کراسلینک و درصدهای مختلف نانو مواد ، لکه های رنگی سنتزی بر روی پارچه های بریده شده ایجاد شد.

Archive of SID

www.SID.ir

رنـگ مسـتقیم DARK GREEN BN GREEN 6 با شـمارهٔ پایه شـیمیایی شـاخص رنگـی (۳۰۲۹۵) و رنگ راکتیـو REACTIVE ORANGE با شمارهٔ پایه شیمیایی شاخص رنگی (۱۷۷۵۴) به عنوان لکه های رنگی سنتزی استفاده شد، که ساختمان شیمیایی این رنگ ها در شـکل های۱ و ۲ نشان داده شده است. رنگ های سنتزی با درصد وزنی ۰/۱ ٪ تهیه شـده و پارچه های بریده شـده را با ۱ میلی لیتر از رنگ ها آغشته و در دمای محیط خشک شد.

۵،۳. بررسی فاز نانو مواد و اندازه کریستالی آنها

استفاده از اشـعه X روش بسیار مناسبی برای مطالعه ساختمان اتم ها و مولکول ها می باشـد. طول موج اشـعه X قابل مقایسه با فاصله های داخلـی اتمی در بلور ها بوده و اطلاعات از پخش زاویه بزرگ، می تواند مرتب شـدن بخصوص هر بلوری را تعیین کرده و پخش اشعه X تحت زاویه کوچک مناسـب برای مطالعه تناوب های بزرگتر است، که مربوط به حفره ها یا لایه های بلوری می باشـد. روش تفرق اشـعه X یکی از روش هایی اسـت که به کمک آن می توان به مطالعه سـاختار داخلی مـواد پلیمری و الیاف پرداخت. اشـعه X بـه دو روش عکس برداری و پراش برای ارائه اطلاعات پیرامون ساختار الیاف می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

میـزان بلورینگـی، فاز و اندازه بلور نانو مواد بارگذاری شـده بر روی سطح منسـوج با استفاده از دسـتگاه پراش (XRD Bruker - X ray Diffractometer) و تابش Cu Kα مورد بررسی قرار گرفت.

۶،۳. بررسی ساختار نانو مواد با استفاده از میکروسکوپ الکترونی

سـاختار پوشـش نانو مواد بـر روی پارچه پنبـه ای و همچنین اندازه ذرات آنها با اسـتفاده از میکروسکوپ الکترونی رویشی یا Scanning Electron Microscope بررسی شد. در این نوع میکروسکوپ الکترون به سـطح نمونه تابیده شـده و منعکس می گردد و توسـط آشکار ساز جمع آوری و تبدیل به فوتون نوری می‌گردد تا تصویر مرئی ایجاد شود. به عبارت دیگر این نوع میکروسکوپ فقط از ساختار سطحی تصویر می دهد. حداکثر ولتاژی که توسـط این نوع میکروسکوپ‌ها مورد استفاده قرار مـی گیرد حدود ۳۰ KV می‌باشـد. این ولتاژ برای شـتاب دادن الکترون اسـتفاده می شـود. برای بدسـت آوردن بزرگنمایی‌های بالاتر و وضوح بیشـتر از ولتاژ بیشـتری استفاده می شود، تا الکترون شتاب و انرژی بیشتری داشته باشد.

سـطوح نمونه‌هایی که با میکروسکوپ SEM بررسی می شوند، باید دارای هدایت الکتریکی باشند وگرنه الکترونی که به سطح نمونه تابیده می شـود دفع نشده، روی سـطح باقی می‌ماند و ایجاد شارژ ساکن می کند و الکترون های بعدی با این شارژ ساکن با بار همنام برخورد کرده، دفع و یا منحرف می شوند و در نتیجه تصویر حاصله ناپایدار می گردد، و پدیده‌ای به نام Charging Effect رخ می دهد که در بعضی جاهای سـطح روشـنائی تصویر با ایجاد شارژ ساکن زیاد شـده و دوباره با رفع ناقص آن تیره می شـود. با نشاندن لایه نازکی از طلا و یا کربن سطوح نمونه‌های غیر هادی هدایت الکتریکی پیدا می کند.

روش نشـاندن طـلا P.V.D یـا Physical Vapor Deposition می‌باشـد. نام دسـتگاه لایه نشـانی طلای مـورد اسـتفاده Sputter Coater سـاخت شرکت BAL-TEC از کشور سوئیس بوده و مدل آن SCDOOS است.

ایـن سیسـتم همچنین مجهز به سیسـتم آنالیز EDX می باشـد کـه گاه EDS نیـز نامیده می شـود. کلمـات EDX و EDS بترتیب مخفـف Energy Dispersive X-Ray Microanalysis و Energy Dispersive Spectrometer می باشند. اساس کار این سیستم بدین ترتیب است که شعاع الکترون به سطح نمونه تابیده شده، عناصر موجود در سـطح نمونه تهییج می گردند و هر عنصر اشـعه X خفیفی با انرژی خاصی از خود متصاعد می کند.

۴. تجزیه و تحلیل

۱،۴ تعیین درصد نانو مواد نشانده شده روی پارچه

میزان نانو مواد نشـانده شده روی پارچه توسـط روش سوزاندن اندازه گیری شد. نتایج حاصل از این آزمایش را می توان در جدول ۲ مشاهده نمود. همانطور که مشاهده می گردد درصد های به کار رفته در عملیات نشـاندن نانو مواد روی پارچه تقریباً با مقادیر موجود در پارچه یکسـان بود.

جدول ۲. تعیین مقدار نانو مواد به روش سوزاندن

نمونه	نانو مواد بکار رفته	نانو مواد موجود(باقی مانده)
A	۰/۵٪	۰/۴۹۳٪
B	۰/۵٪	۰/۴۹۵٪
C	۰/۵٪	۰/۴۹۵٪
D	۰/۵٪	۰/۵۰۱٪
E	۰/۵٪	۰/۴۹۸٪
F	۰/۵٪	۰/۴۹۶٪

همچنیـن بـرای تعیین درصدهای نانو تیتانیوم و نانو اسـترانتیوم از EDX و XRF اسـتفاده شـد، که نتایج آنها در جدول ۳ و ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳. تعیین مقدار نانو مواد به روش EDX

کد نمونه	EDX Analysis for Ti	EDX Analysis for Sr	TiO_2	$SrTiO_3$
A	۱۰۰٪	–	۰/۵	۰/۰
B	۸۴٪	۱۶٪	۰/۴	۰/۱
C	۶۳٪	۳۷٪	۰/۳	۰/۲
D	۵۵٪	۴۵٪	۰/۲	۰/۳
E	۴۰٪	۶۰٪	۰/۱	۰/۴
F	۳۷٪	۶۲٪	۰/۰	۰/۵

جدول ۴. تعیین مقدار نانو مواد به روش XRF

نمونه / عناصر (wt٪)	B	C	D	E
ZnO wt	۶۴/۵	۶۴/۵	۶۵/۵	۶۳
Fe_2O_3	۲۳/۲	۲۲/۷	۲۲/۲	۲۲/۳
TiO_2	۸	۵/۸	۳/۶	۲/۶
SrO	۲/۱	۴/۱	۶/۵	۹/۷
P_2O_5	۱/۵	۱	۱/۱	۱/۴

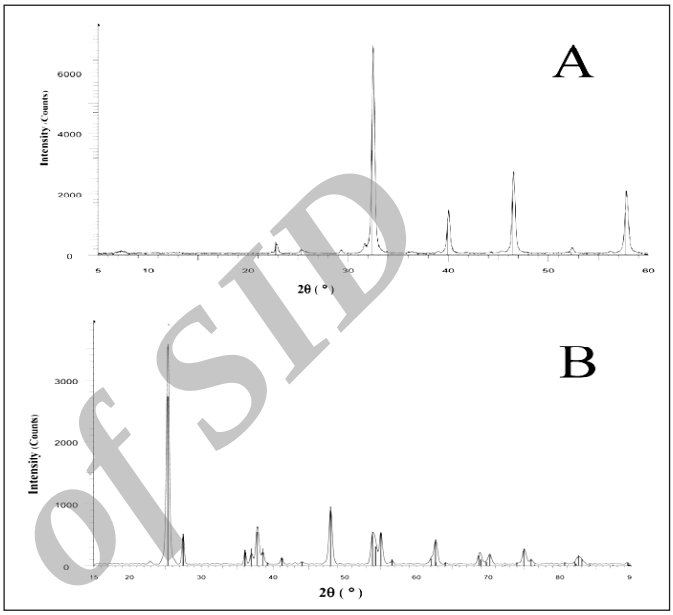
Archive of SID

www.SID.ir

درصدهای وزنی مربوط به اکسیدهای روی و آهن مربوط به نمونه نمی باشند، بلکه ناشی از نگهدارنده (holdor) نمونه بود. همانطور که مشاهده می گردد میزان منواکسید استرانتیوم روند صعودی داشته و با افزایش مقدار آن در پارچه افزایش می یابد.

۲،۴. نتایج حاصل از پراش اشعه ایکس

نتایج حاصل از XRD پارچه پنبه ای پوشش داده شده در نمودار شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل۴. نمودار XRD A) پودر نانواسترانسیوم تیتانات، B) پودر نانو تیتانیوم دی اکسید

درصد آناتاس به روتایل نانو TiO_2 بالابوده و دارای ۸۲ درصد فاز بلورین آناتاس و ۱۸ درصد فاز بلورین روتایل می باشد. حالت بلورین ذرات نانو و پوشش های آنها بر روی پارچه های پنبه ای به وسیله XRD مورد مطالعه قرار گرفت. متوسط اندازه بلورها برای نانو استرونتیوم ۴۳۱ آنگستروم و برای نانو تیتانیوم ۲۰۰ آنگستروم بدست آمد. بیشتر بودن درصد فاز آناتاس در پارچه پوشش داده شده، باعث خود تمیز شوندگی بهتر منسوج عمل آوری شده شد.

یکی از عوامل موثر در قدرت فتوکاتالیستی یک فتوکاتالیست مساحت سطح فعال آن می باشد، که بواسطه اندازه ذرات بدست آمده از XRD بدست می آید. برای محاسبه مساحت سطح فعال یک ماده نانو از رابطه ۲ استفاده می شود.

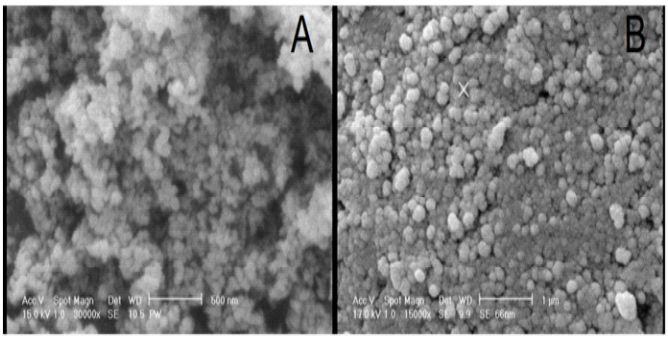
$$S_{BET} = \frac{6}{s \times d} \qquad (۲)$$

که S مساحت سطح فعال، s اندازه ذرات برحسب nm و d دانسیته حجمی می باشد. مقدار دانسیته برای نانو استرانسیوم تیتانات g/cm^3 ۵/۱۳ و g/cm^3 ۴/۱ برای نانو تیتانیا می باشد. مقدار مساحت سطح فعال برای نانو استرانسیوم تیتانات m^2/g ۲۷ و m^2/g ۷۳ برای نانو تیتانیا محاسبه شد، که نشان می دهد هر دو فتوکاتالیست دارای مساحت سطح فعال بالا می باشند.

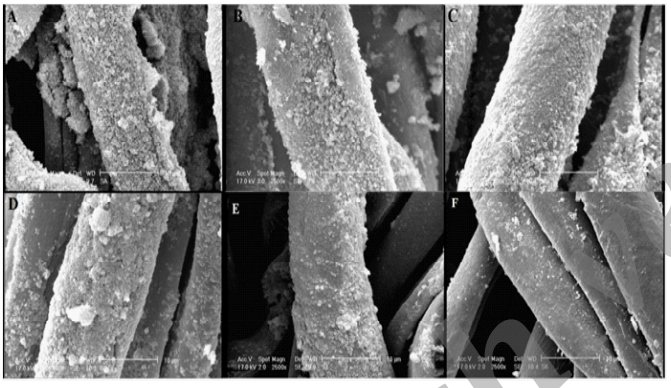
۳،۴. بررسی ساختاری نمونه ها با استفاده از SEM

تصاویر میکروسکوپی بدست آمده از نانو پودر و پارچه پنبه ای عمل آوری شده با درصد های مختلف نانو مواد در شکل های ۵ و ۶ نشان داده شده است.

برای اطمینان از نانو پودر تهیه شده، آنها را مورد بررسی میکروسکوپی قرار دادیم، و همچنان که از تصاویر قابل مشاهده است، این پودر دارای اندازه ذرات نانو بوده و اندازه ذرات نانو در این روش اندازه گیری، معادل با ۶۶ نانومتر است.



شکل ۵. تصاویر SEM A) پودر نانو تیتانیوم دی اکسید (B پودر نانواسترانسیوم تیتانات



شکل ۶. تصاویر SEM نمونه ها

از مقایسه تصاویر وجود ذرات نانو را در سطح همه نمونه ها می توان تشخیص داد. آنچه در این تصاویر پیداست تجمع ذرات نانو بر روی سطح منسوج پنبه ای است که البته با توجه به ناهموار بودن سطح پنبه، توزیع یکنواخت ایده آل و همگن ذرات نانو بر روی سطح پنبه ناممکن است. ولی به وضوح در تصاویر میکروسکوپی می توان دید که توزیع ذرات مطلوب و قابل ملاحظه است.

۴،۴. نتایج حاصل از خودتمیز شوندگی پارچه پنبه ای

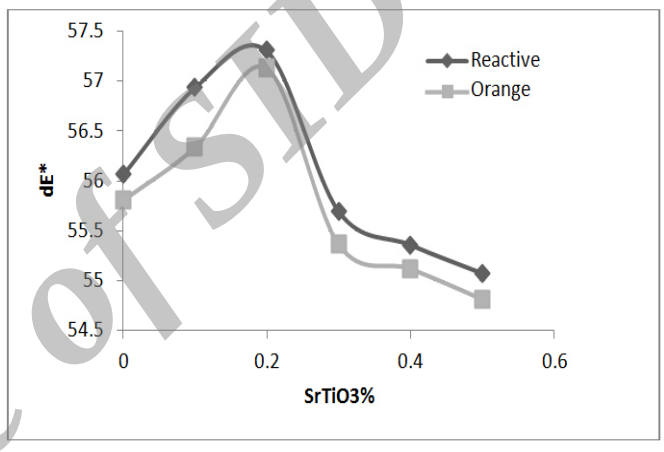
میزان خاصیت خود تمیزشوندگی پارچه تحت نور ماوراء بنفش صورت گرفت. بدین ترتیب که پارچه ها در ابعاد ۴×۴ سانتی متر بریده شده و با رنگهای مذکور لکه گذاری گردیده و سپس تحت نور دهی قرار گرفتند. رنگهای سنتزی با درصدوزنی ۰/۱٪ تهیه شدند.

مدت زمان نور دهی نمونه ها ۳۰ساعت بوده و پس از آن نمونه ها را جهت انجام آزمایش طیف سنجی انعکاسی و بدست آوردن میزان رنگ پریدگی(مقدار روشنایی) آماده شد. نتایج حاصل از اسپکتروفتومتر انعکاسی در نمودار شکل ۷ نشان داده شده است. همانطور که از نمودار ملاحظه می گردد، میزان خود تمیزشوندگی پارچه حاوی ۰/۲ ٪استرونتیوم تیتانات و ۰/۳ ٪ دی اکسید تیتانیوم از همه بیشتر بوده

Archive of SID

www.SID.ir

و پس از آن نمونه حاوی ٪۰/۱ استرونتیوم تیتانات ٪۰/۴ بعلاوه دی اکسید تیتانیوم، بالاترین میزان خودتمیزشوندگی را داشتند. پس از آن ٪۰/۵ دی اکسید تیتانیوم خالی و سپس ٪۰/۳استرونتیوم تیتانات ٪۰/۲ بعلاوه دی اکسید تیتانیوم و در نهایت ٪۰/۵استرونتیوم تیتانات قرار دارند. به عبارت دیگر با افزایش درصد نانو استرانتیوم تیتانات میزان خودتمیزشوندگی پارچه افزایش یافته ولی از ٪۰/۲ به بعد این روند سیر نزولی پیدا می کند. دلیل این امر را می توان این چنین بیان کرد که با توجه به اندازه ذرات و سطح فعال نانو مواد که از مهمترین عوامل موثر در خاصیت فتوکاتالیستی است، اندازه ذرات بزرگتر نانو استرانتیوم تیتانات نسبت به تیتانیا و همچنین مساحت سطح فعال کمتر آن باعث بروز چنین پدیده ای شده است. همچنین میزان خودتمیزشوندگی روی رنگ راکتیو بیشتر بوده، که علت آن را می توان بخاطر وجود یک گروه آزو در مقابل سه گروه آزو در رنگ دیگر بیان کرد.



شکل ۷. نمودارنتایج اسپکتروفتومتر پارچه عمل آوری شده با نانو ذرات بر حسب میزان رنگزدایی

۵. نتیجه گیری

در این مقاله ویژگی خود تمیزشوندگی پارچه پنبه ای با استفاده از نانو استرانتیوم تیتانات و نانو تیتانیا بررسی شد. نتایج حاصل از اسپکتروفتومتر انعکاسی نشان می دهد که میزان خودتمیزشوندگی پارچه های پنبه ای پوشش داده شده با ٪۰/۲ استرانتیوم تیتانات بعلاوه ٪۰/۳ دی اکسید تیتانیوم بهترین نتیجه خودتمیزشوندگی را دارد، که این امر نشانگر آن است که خود تمیزشوندگی پارچه پنبه ای با استفاده از استرانتیوم تیتانات بهتر از دی اکسید تیتانیوم به تنهایی است. بنابراین از این ماده می توان برای بهبود خاصیت خودتمیزشوندگی پارچه های پنبه ای بطور گسترده استفاده کرد. با توجه به اینکه در گذشته عمده تحقیقات بر روی خاصیت خودتمیزشوندگی نانو دی اکسید تیتانیوم معطوف بوده، می توان بیان کرد که استفاده از نانو استرانتیوم تیتانات در خصوصیت فتوکاتالیستی کارآمدتر است.

۶.تقدیر و تشکر

از باشگاه پژوهشگران جوان به سبب حمایت مالی از انجام این تحقیق در قالب طرح پژوهشی قدردانی می گردد.

۷. منابع

[1] H.Lachheb, E.Puzenat, A.Houas, M.Ksibi, E.Elaloui, C.Guillard, J.Marie., *Applied Catalysis B: Environmental*., **39**:75-90., 2002.

[2] K.Ioannis., Konstantinou., A.Triantafyllos., *Applied Catalysis B: Environmental.*, **49**:1-14., 2004.

[3] S.Vaidyanathan, K.Ryanroeder, E.Eduardowolf., *Ind. Eng. Chem. Res*., **45**:2187-2193., 2006.

[4] T.Tsumura, K.Sogabe, M.Toyoda, *Materials Science and Engineering: B*., **157**:113-115., 2009.

[5] A.Boudali, M.Driss Khodja, B.Amrani, D.Bourbie, K.Amara, A.Abada., *Solid State Sciences.*, **10**:217-225., 2008.

[6] T.Puangpetch, T.Sreethawong, S.Chavadej, S.Yoshikawa., *The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)"*., 1-23., Bangkok, Thailand., 2006.

[7] S.Leea, P.Thiyagarajanb, M.Lee, J*ournal of Ceramic Processing Research*., **9**:385-388., 2008.

[8] J.Xua, Y.Aoa, D.Fua, C.Yuanav., *J. Phys. Chem. Sol*., **69**:1980–1984., 2008.

[9] M.Hegde, K.Nagaveni, S.Roy., *PRAMANA J.phys*., **65**:641-645., 2005.

[10] M.Saquib, M.A.Tariq, M.M.Haque, M.Muneer., *J. Environ. Manag*., **88**:300–306., 2008.

[11] A. Kudo., *Catal. Sur. Asia*., **7**:31-38., 2003.

[12] L.Armelao, D.Barreca, G.Bottaro, A.Gasparotto, C.Maccato, C.Maragno, E.Tondello, U.L.Stangar, M.Bergant, D.Mahne., *Nanotech*., **18**:375709–375716., 2007.

[13] S.Kathirvelu, L.Dsouza, B.Dhurai., *Ind. J. Sci. Tech*., **5**:1-10., 2008.

[14] S.Watson, D.Beydoun, J.Scott, R.Amal., *Journal of Nanoparticle Research*., **6**:193–207., 2004.

[15] S.R´ıos, A.Ruediger, A.Q.Jiang, J.F.Scott, H.lu, Z.Chen., *J. Phys.: Condens. Matter*., **15**:305–309., 2003.

[16] M.E.Simonsen, H.Jensen, Z.Li, E.G.Søgaard., *J.Photochem.Photobiol.A,Chem*., **200**:192–200., 2008.

[17] J.Yu, M.Zhou, B.Cheng, H.Yu, X.Zhao., *J. Mol. Catal. A Chem*., **227**:75–80., 2005.

[18] Q.Zhang, A.K.Chakraborty, W.I.Lee., *J. Phys. Chem. Solids*., **69**:1450–1453., 2008.

[19] R.K.Wahi, W.W.Yu, Y.Liu, M.L.Mejia, J.C.Falkner, W.Nolte, V.L.Colvin., *J. Mol. Catal. A Chem*., **242**:48–56., 2005.

[20] J.Yan, Y.Rongzhu, Y.Tang, S.Zheng., *Journal of Alloys and Compounds*., **472**:429-433., 2009.

Archive of SID

www.SID.ir

[21] C.Chang, B.Ray, D.K.Paul, D.Demydov, K.J.Klabunde., *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*., **281**:99-106., 2008.

[22] H.Y.He., *International Journal of Environmental Research* ., **3**:57-60., 2009.

[23] G.Wang, Y.Qin, J.Cheng, Y.Wang., *Journal of Fuel Chemistry and Technology*., **38**:502-507., 2010.

[24] C.C.Chen, C.C.Wang., J*ournal of Solgel Science and Technology*., **40**:31-38., 2006.

[25] C.C.Wang, C.C.Chen., *Journal of Applied Polymer Science*., **97**:1., 2005.

[26] C.C.Wang, C.C.Chen., *Applied Catalysis A: General*., **293**:171-179., 2005.

[27] K.T.Meilert, D.Laub, J.Kiwi., *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*., **237**:101-108., 2005.

Archive of SID

www.SID.ir