

## مقایسه فعالیت فتوکاتالیتیکی $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ و $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$ در تخریب رنگ رودامین بی

لیلا وفائی\* و سودابه غریبه

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد فیروز کوه

دریافت: مهر ۱۳۸۹، بازنگری: دی ۱۳۸۹، پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

**چکیده:** نانو فتوکاتالیست‌های  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  و  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  به روش سل-ژل سنتز شده اند برای بررسی ساختار و ویژگی‌های فتوکاتالیست‌ها از روش‌های XRD, SEM, ICP, FT-IR, UV-vis استفاده شده است. اندازه ذرات با استفاده از معادله شرر  $\gamma$  تعیین شده است. تصویر TEM و نتیجه‌های ICP حضور تیتانیم، سیلیسیم و پلاتین را تایید می‌کنند. به منظور بررسی و مقایسه فعالیت فتوکاتالیتیکی  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  و  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  تخریب نوری رنگ رودامین بی در محیط آبی تحت تابش پرتو فرابنفش و مرئی مطالعه شد. کاهش غلظت رودامین بی با استفاده از طیف‌بینی UV-vis مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه‌های این تخریب نشان دهنده‌ی این است که در نور مرئی  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  در مقایسه با  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  فعالیت فتوکاتالیتیکی بهتری دارد.

**کلمات کلیدی:** رودامین بی، تیتانیم دی اکسید، فتوکاتالیست، آلاینده‌های زیست محیطی.

### مقدمه

می‌گیرد تا پساب‌های صنعتی قبل از ورود به محیط زیست تصفیه شده و مواد آلاینده آن حذف شود [۱]. فتوکاتالیست‌ها می‌توانند بسیاری از ترکیب‌های آلی را در حضور تابش پرتو فرابنفش در شرایط عادی تخریب کنند. پژوهش‌های وسیعی روی ویژگی فتوکاتالیتیکی تیتانیم دی اکسید برای تخریب ترکیب‌های آلی صورت گرفته است. گستره وسیعی از ترکیب‌های آلی با نانوفتوکاتالیست تیتانیم دی اکسید در دمای اتاق و در حضور تابش فرابنفش به آب و کربن دی اکسید تبدیل شده‌اند [۲-۵]. سرعت پایین تیتانیم دی اکسید در واکنش‌های تخریب باعث

انواع متفاوتی از آلاینده‌ها در آب، خاک و هوا وجود دارند که اثرات زیان آوری بر سلامت انسان، گیاهان و جانوران داشته و محیط زیست طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. آلودگی آب در اثر مواد متفاوت شیمیایی که در واحدهای صنعتی متفاوت تولید و به آب‌های سطحی و یا زیر زمینی و یا هوا وارد می‌شوند، یکی از تهدیدهای عمده محیط زیست به‌شمار می‌رود و رفع آن‌ها یکی از چالش‌های مهمی است که در زندگی امروز انسان مطرح است. از این رو فعالیت‌های وسیعی صورت

خلاً نگهداری شد. سپس در کوره با دمای °C ۴۰۰ به مدت ۳ ساعت کلسینه شد.

نشاندن پلاتین روی نانو فتوکاتالیست  $TiO_2/SiO_2$  [۱۳ و ۱۴] در ابتدا محلول ۰٫۴ مولار هگزا کلرو پلاتینیت اسید، با افزوده کردن ۵ میلی لیتر محلول ۱٪ متانول به ظرف حاوی یک گرم هگزا کلرو پلاتینات اسید، ساخته شد.

یک گرم پودر کاتالیست به ۵ میلی لیتر محلول ۱٪ متانول افزوده شد و سپس از محلول هگزا کلرو پلاتینیت اسید ۰٫۴ مولار به اندازه‌ای که نسبت وزنی پلاتین به کاتالیست برابر ۱٪ وزنی شود به آن افزوده شد. سوسپانسیون به دست آمده همراه با دمیدن گاز نیتروژن و چرخش شدید در معرض نور فرا بنفش با شدت ۱۲۵ وات و طول موج ۲۲۳ نانومتر قرار گرفت تا رنگ زرد سوسپانسیون به رنگ خاکستری تبدیل شد. به منظور حذف یون کلر، فرآورده با آب یون زدایی شده شستشو و به مدت یک شب در دمای °C ۱۱۰ خشک شد.

تخریب رنگ رودامین بی با استفاده از کاتالیست‌های سنتز شده در هر آزمایش از سوسپانسیون‌هایی حاوی ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۱۰ ppm رنگ رودامین بی به همراه مقادیر ۰٫۵، ۱ و ۱٫۵ گرم بر لیتر از کاتالیست‌های سنتز شده (سوسپانسیون‌ها در pHهای ۳، ۵ و ۸ تثبیت شده بودند)، یک هم زن مغناطیسی و هم چنین جریان هوایی که برای یکنواخت کردن محیط از طریق لوله وارد واکنشگاه می‌شد، استفاده شدند. واکنشگاه مورد استفاده شامل دو لامپ تنگستن ۲۰۰ وات بوده که برای تابش‌دهی در گستره‌ی فرابنفش از لامپ‌هایی با طول موج گستره‌ی ۲۲۰-۲۳۰ nm و برای تابش‌دهی در گستره‌ی مرئی از لامپ‌هایی با طول موج گستره‌ی ۵۰۰-۷۰۰ nm استفاده شده است. شمایی از واکنش‌گاه مورد استفاده در شکل ۱ آورده شده است.

محلول‌ها قبل از تابش‌دهی به مدت یک ساعت در تاریکی برای ایجاد تعادل بین جذب و واجذب ماده آلاینده بر سطح کاتالیست هم زده شدند. جهت بررسی میزان تخریب مواد آلاینده از اسپکتروفتومتری UV-vis استفاده شد. به این ترتیب که در فواصل زمانی معینی از نمونه‌ها طیف جذبی گرفته شد و از روی مقدار کاهش شدت جذب پیک‌های مربوطه مقدار حذف یا تبدیل

شد تا سنتز فتوکاتالیست‌های جدید احساس شده و پژوهشگران خصوصیات و موارد متفاوتی را مانند ساختار بلوری، اندازه‌ی ذره، گپ نواری، اندازه مساحت سطح و بسترهای متفاوت را بررسی کنند [۶ و ۴]. روشی برای افزایش مساحت سطح فتوکاتالیست، سنتز نانو ذرات تیتانیم دی اکسید است تا مکان‌های واکنش روی سطح فتوکاتالیست افزایش یابد [۷]. برای افزایش مراکز فعال کاتالیست می‌توان آن را روی یک تثبیت کننده مانند سیلیکا پوشاند [۸].

استفاده از پرتو فرابنفش جهت تخریب آلاینده‌ها به وسیله‌ی فتوکاتالیست‌ها محدودیتی در صنعت به شمار می‌رود. از آنجا که فتوکاتالیست‌ها نیم رسانا هستند، می‌توان با کاهش گپ نواری این محدودیت را از بین برد. روشی برای کاهش گپ نواری، دوپه کردن فلزاتی مانند Pt, Ag, Rh و ... به داخل ساختار آن‌ها است [۹ و ۱۰].

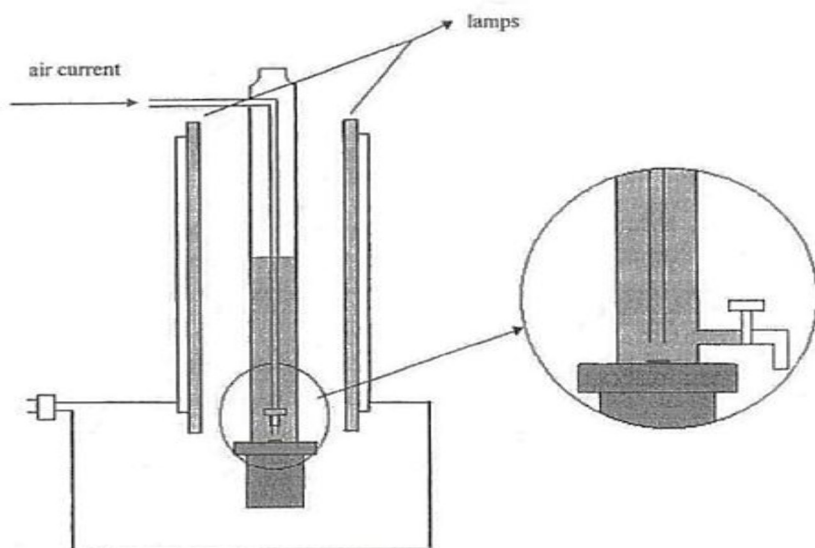
گروهی از محققین نشان دادند که فعالیت فتوکاتالیستی  $TiO_2$  با حضور ذراتی مانند Pt, Cd<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Li<sup>+</sup> و ... به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد [۱۱].

## بخش تجربی

تمامی مواد مورد استفاده در این کار از شرکت مرک آلمان خریداری شده و بدون تغییر استفاده شده اند.

### تهیه نانو فتوکاتالیست $TiO_2/SiO_2$ [۱۲]

برای تهیه سل تیتانا ابتدا محلول آمونیاک ۱۰٪ قطره قطره به تیتانیم کلرید افزوده شد تا زمانی که pH محلول به ۷ برسد. رسوب سفید رنگ به دست آمده تا حذف کامل یون‌های کلر و آمونیم با آب یون زدایی شده شستشو داده شد. سپس با افزودن مقداری آب یون زدایی شده سوسپانسیونی از تیتانا تشکیل شد. به این سوسپانسیون، محلول آبی نیتریک اسید ۱٫۴ مولار افزوده شد تا pH آن به ۱٫۵ برسد. این مخلوط به مدت ۲۴ ساعت در دمای °C ۷۰ با هم‌زدن سریع بازروانی شد تا سل‌های تیتانا پایدار تشکیل شدند. پس از اتمام بازروانی در همان دما مقداری تترا اتیل اورتو سیلیکات قطره قطره به سل تیتانا افزوده شده تا نسبت مولی تیتانیم به سیلیسیم ۳۰ به ۷۰ به دست آید. سل تشکیل شده در دمای محیط خشک شده و به مدت دو روز در



شکل ۱ شمای واکنشگاه مورد استفاده همه

آلاینده به مواد دیگر بررسی شد.

#### تجهیزات مورد استفاده

فاز بلوری نمونه‌های سنتز شده با استفاده از پراش پرتو X (XRD) با مشخصه JEOL, JOX-8030 شناسایی شده‌اند. مورفولوژی نانوذرات از طریق میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Philips-XLφ30 مشاهده شده است. طیف‌های زیر قرمز تبدیل فوریه (FTIR) بر روی اسپکتروفتومتر Shimadzu 8400s ثبت شده اند. طیف Uv-vis از طریق اسپکتروفتومتر Shimadzu 2550 گزارش شده است. حضور پلاتین با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مدل CM200FEG و تجزیه پلاسمای جفت شده القایی (ICP) با دستگاه VARIAN/VISTA-PRO ICPS-7000 بررسی شده است.

#### نتیجه‌های و بحث

##### شناسایی نانو فتوکاتالیست $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$

شکل ۲ الگوی XRD نانو فتوکاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  را نشان

می‌دهد که پنج پیک واضح در زاویه پراش‌های  $25.2^\circ$ ،  $37.9^\circ$ ،  $48.3^\circ$ ،  $54.7^\circ$  و  $63^\circ$  نشانگر تشکیل فاز آناناز تیتانیوم دی‌اکسید می‌باشند (کارت شماره ۱۲۷۲-۲۱). با استفاده از معادله شرر [۱۵] (معادله ۱) اندازه‌ی ذرات ۷ نانومتر محاسبه شد.

$$D = \frac{0.9 \lambda}{\beta \cos \theta} \quad (\text{معادله ۱})$$

D = اندازه ذرات

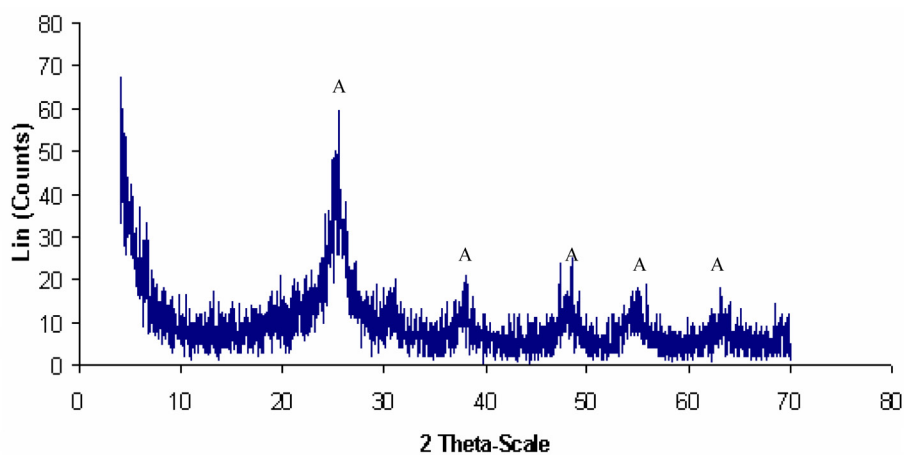
$\lambda$  = طول موج لامپ مس به کار رفته در دستگاه XRD  
( $1/54 \text{ \AA}$ )

$\beta$  = پهناي پیک با بیشترین شدت در نصف ارتفاع پیک بر حسب رادیان (FWHM)

$\theta$  = زاویه پراش پیک با بیشترین شدت

شکل ۳ طیف FTIR نانو فتوکاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  را نشان می‌دهد. نوع پیوند و فرکانس ارتعاشی موجود در این کاتالیست در جدول ۱ آورده شده‌اند [۱۶].

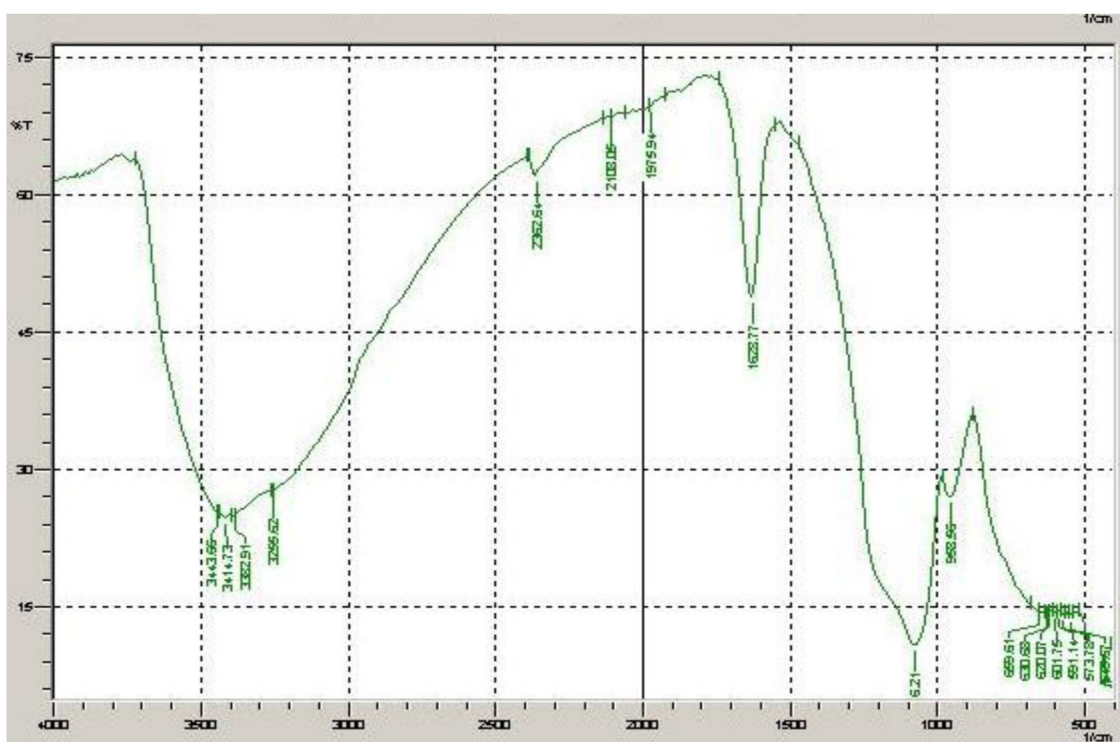
شکل ۴ تصویر SEM نانو فتوکاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  را در دو بزرگنمایی متفاوت نشان می‌دهد. همان طور که از شکل مشخص است ذرات به صورت زاویه دار به اندازه‌های متفاوتی پراکنده



شکل ۲ الگوی XRD نمونه  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ . A شاخص فاز آاناتاز

جدول ۱ نتیجه‌های به دست آمده بر اساس طیف FT-IR

نوع پیوند	نوع ارتعاش	فرکانس ارتعاش ( $\text{cm}^{-1}$ )
Ti-O	کششی	۴۶۰
Ti-OH	کششی	۱۶۲۰ و ۳۳۰۰
Si-O-Si	کششی نامتقارن	۱۰۷۰
Ti-O-Si	کششی نامتقارن	۹۵۰



شکل ۳ طیف FT-IR کاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$

را نشان می‌دهد که نسبت به الگوی XRD نانو فتوکاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  تغییری مشاهده نشده است.

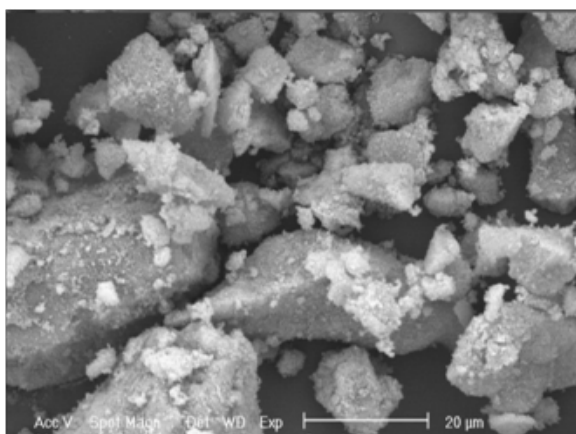
شکل ۶ تصویر SEM نانو فتوکاتالیست  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  را نشان می‌دهد. همان طور که در شکل مشاهده می‌شود ذرات هم به صورت کروی و هم کشیده وجود دارند و یک حالت توده شدن در شکل مشاهده می‌شود.

شکل ۷ تصویر TEM نانو فتوکاتالیست  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مشاهده می‌شود که بلورها به صورت منظم و با شکل‌های به تقریب کروی پراکنده‌اند و اندازه ذرات با استفاده از نرم افزار خاص دستگاه ۵ نانومتر محاسبه شده

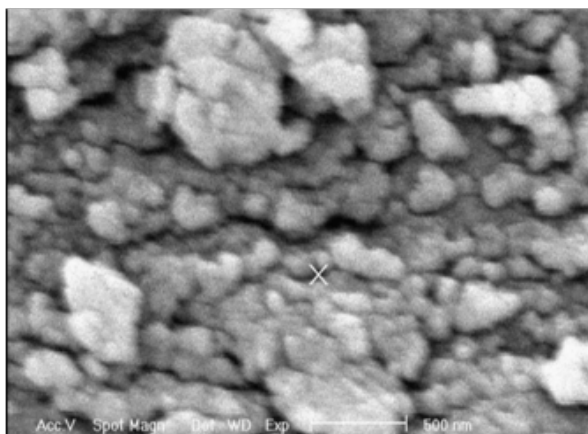
هستند. در بزرگنمایی بالاتر مشخص شده که این ذرات زاویه دار خود شامل ذرات به طور کامل کروی هستند. هم چنین حفره هایی در بین این ذرات مشاهده می‌شود که اطراف ذرات را فراگرفته و تایید کننده ساختار منفذدار کاتالیست ساخته شده است. در برخی از نقاط ذرات به صورت توده‌ای متراکم شده‌اند ولی در حالت کلی پراکندگی خوبی از ذرات در سطح مشاهده می‌شود که به دلیل حضور پایه سیلیکاست.

#### شناسایی نانو فتوکاتالیست $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$

شکل ۵ الگوی XRD نانو فتوکاتالیست  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$

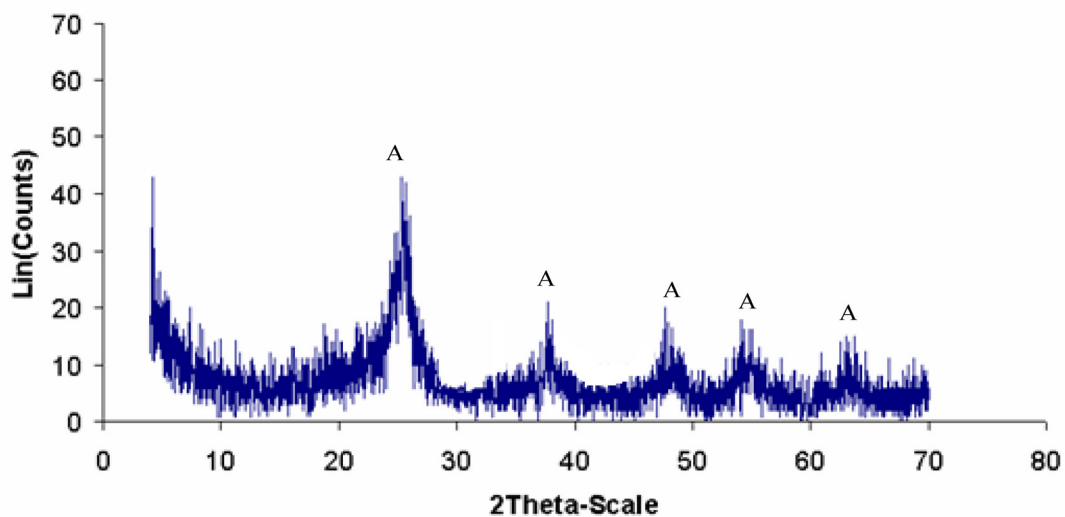


(الف)

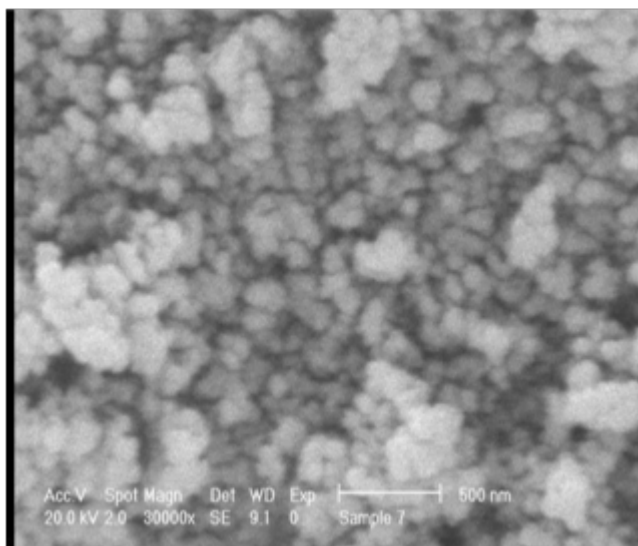


(ب)

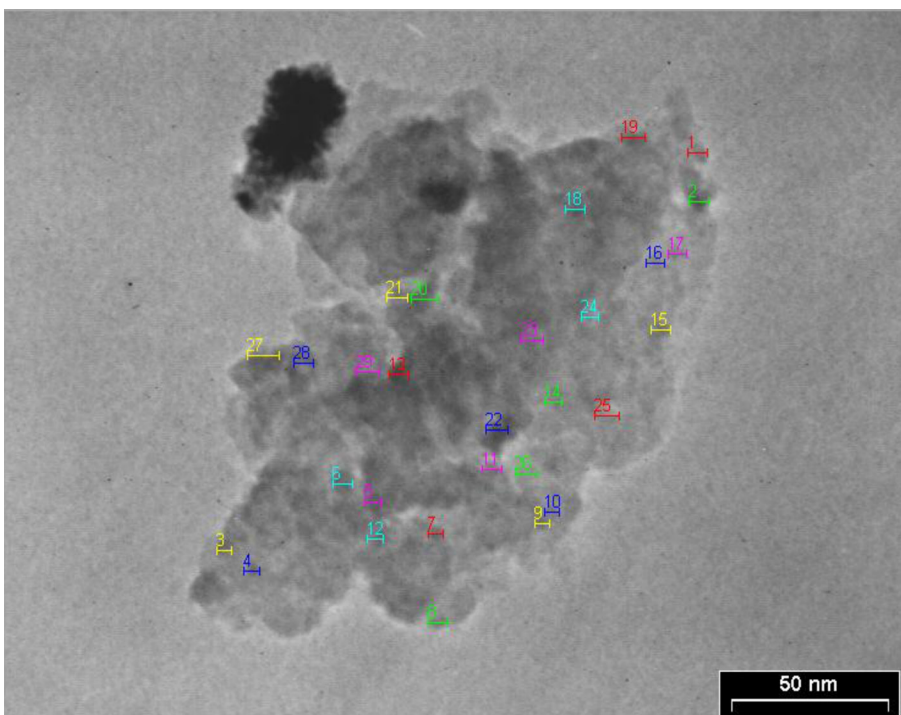
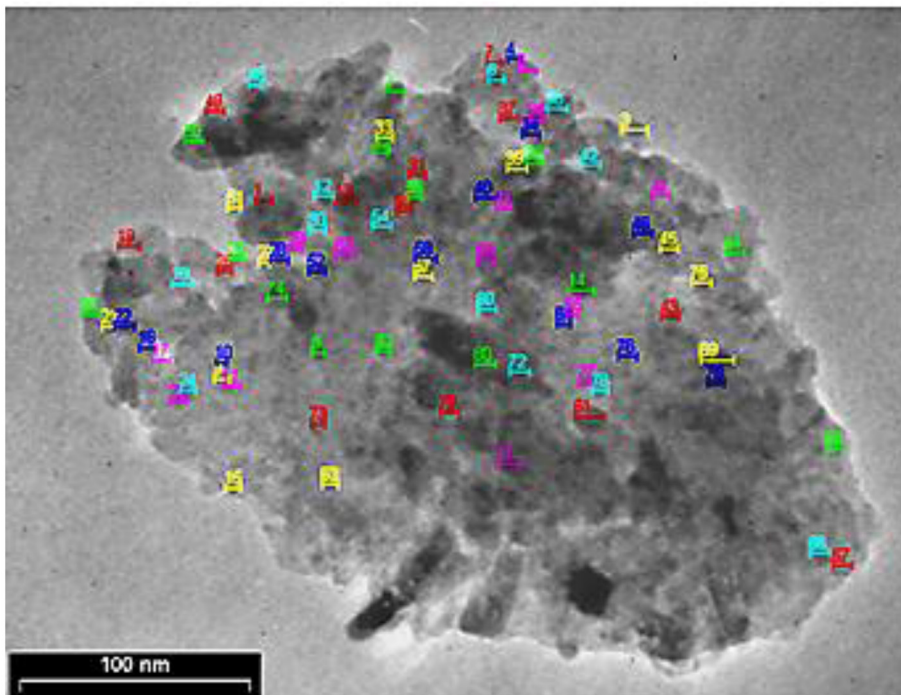
شکل ۴ تصویر SEM نمونه  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  با بزرگنمایی (الف) ۱۰۰۰ و (ب) ۴۰۰۰۰



شکل ۵ الگوی XRD نمونه A، Pt-TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> شاخص فاز آناتاز



شکل ۶ تصویر SEM Pt-TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> با بزرگنمایی ۳۰۰۰۰



شکل ۷ تصویر TEM نمونه  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  با بزرگنمایی (الف) ۲۰۰۰۰ و (ب) ۳۰۰۰۰

و حفره) باعث بهبود خواص فتوکاتالیزی در ناحیه فرا بنفش شود. پس با توجه به این نتیجه‌های می‌توان ادعا کرد که پلاتین در شبکه بلوری تیتانیم دی اکسید دوپه شده است.

#### فعالیت فتوکاتالیستی $Pt-TiO_2/SiO_2$ و $TiO_2/SiO_2$

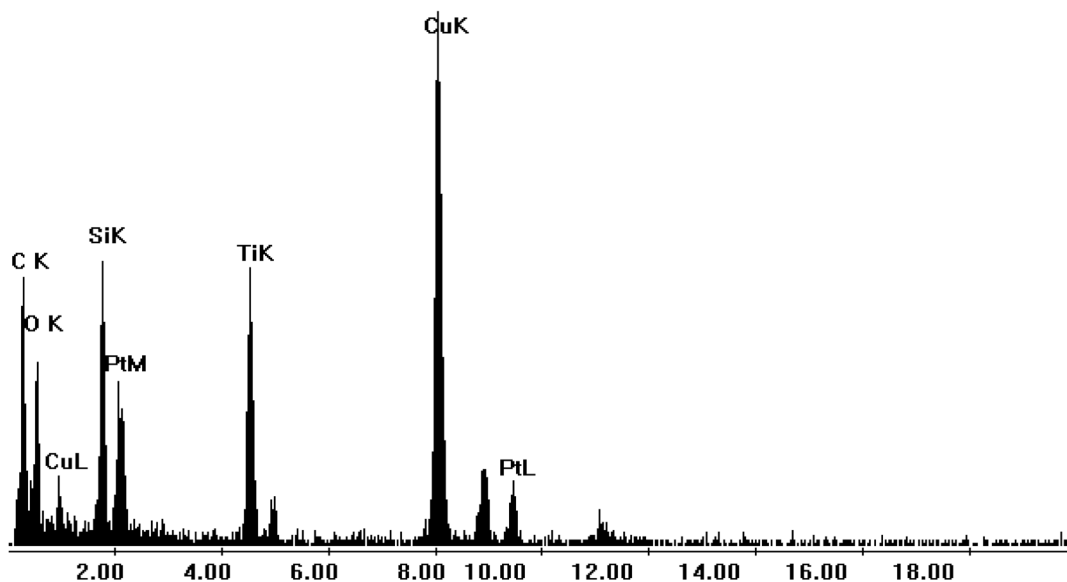
مقدار بهینه کاتالیست  $TiO_2/SiO_2$  و pH مناسب محلول لازم برای تخریب ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱۰ ppm رودامین بی برابر با ۱ گرم بر لیتر و  $4 < pH < 5.6$  به دست آمده‌اند (جدول‌های ۲ و ۳). با توجه به شکل ۱۰ مشاهده می‌شود که تخریب رودامین بی به وسیله کاتالیست  $TiO_2/SiO_2$  تحت تابش پرتو فرابنفش به تقریب به طور کامل پیش می‌رود. زیرا پس از حدود ۱۲۰ دقیقه فقط پیک موجود در ناحیه ۲۲۴ نانومتر پس از شیف‌ت به حدود ۲۰۰ نانومتر با شدت کم ظاهر شده است.

با توجه به شکل ۱۱ پس از ۹۰ دقیقه تابش دهی با نور مرئی هیچ کاهشی در پیک‌های جذبی رودامین بی مشاهده نمی‌شود. پس از ۳۶۰ دقیقه تابش دهی پیک جذبی موجود در ناحیه ۳۵۲ نانومتر کاهش یافته و حذف شده است در حالی که پیک موجود در نواحی ۵۵۲ نانومتر و ۲۲۴ نانومتر به سمت طول موج‌های بیشتر جابجا شده و شدت جذب آن‌ها نیز بیشتر شده است. احتمالاً رودامین بی به ترکیب رنگی دیگری تبدیل شده که فقط با استفاده

است. شکل ۸ آنالیز عنصری مربوط به  $Pt-TiO_2/SiO_2$  را نشان می‌دهد و حضور پیک‌های مربوط به Si، Ti و Pt وجود این سه عنصر را در شبکه بلوری تایید می‌کند.

برای مشخص کردن حضور پلاتین از TEM استفاده شد که تاییدی بر وجود پلاتین بود. نتیجه‌های ICP نیز افزوده شدن فلز به عبارتی نشان‌دن فلز بر روی کاتالیست را نشان می‌دهد.

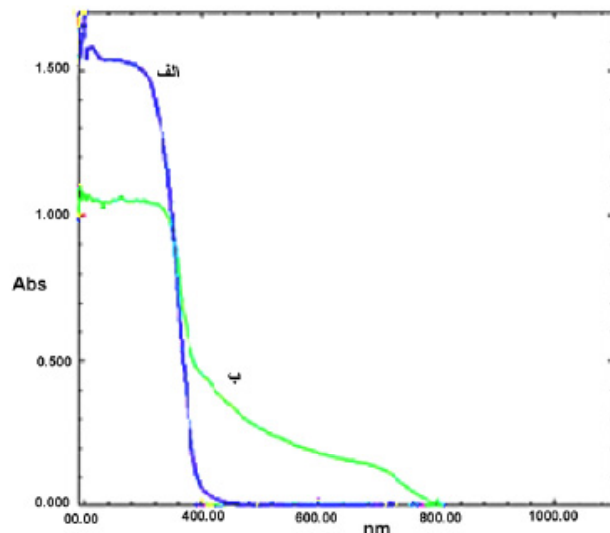
در بررسی طیف جذبی-انعکاسی  $Pt-TiO_2/SiO_2$  و  $TiO_2/SiO_2$  مشاهده شده که در صورت حضور پلاتین طیف جذبی-انعکاسی یک جابجایی به سمت طول موج‌های بیشتر را نشان می‌دهد (شکل ۹) به عبارتی در ساختار الکترونی تیتانیم دی اکسید تغییر ایجاد شده است. شکاف نواری از شکل ۹ برای فتوکاتالیست‌های  $Pt-TiO_2/SiO_2$  و  $TiO_2/SiO_2$  به ترتیب ۳٫۱۸ و ۲٫۷۸ الکترون‌ولت محاسبه شده است و نشان دهنده‌ی این است که حضور پلاتین شکاف نواری را به میزان ۰٫۴ الکترون‌ولت کاهش داده است. این تغییر را در صورتی پلاتین می‌تواند اعمال کند که در شبکه بلوری تیتانیم دی اکسید وارد شده باشد و با ایجاد نقص به جای کاتیون تیتانیم با اکسیژن پیوند برقرار کرده باشد و یا به عبارتی در شبکه دوپه شده باشد. در صورتی که ذرات پلاتین فقط بر سطح تیتانیم دی اکسید ته نشین شده باشند تنها می‌توانند با جلوگیری از جفت شدن حامل‌های بار (الکترون



شکل ۸ طیف EDX در نمونه  $Pt-TiO_2/SiO_2$



مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی  $SiO_2/TiO_2$  و ...



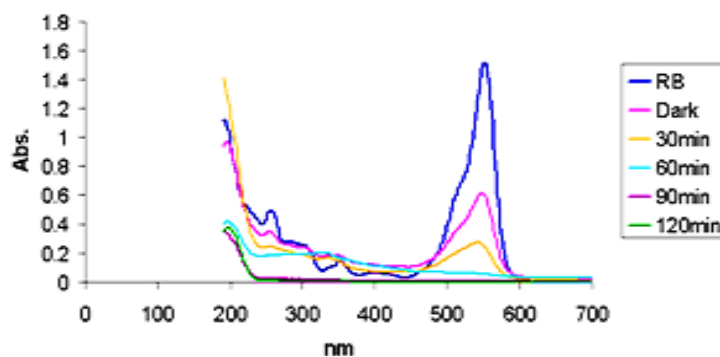
شکل ۹ طیف جذبی- انعکاسی نمونه (الف)  $TiO_2/SiO_2$  (ب)  $Pt-TiO_2/SiO_2$

جدول ۲ درصد تخریب RB در غلظت‌های متفاوت کاتالیست  $SiO_2/TiO_2$  در  $pH = 3$

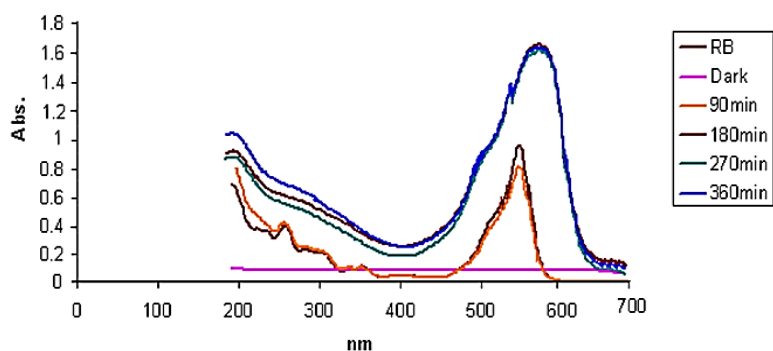
درصد تخریب RB	غلظت کاتالیست $(g/mol)SiO_2/TiO_2$
۹۵٫۷۳	۰٫۵
۱۰۰	۱
۹۶٫۴۴	۱٫۵

جدول ۳ درصد تخریب RB در  $pH$ های متفاوت با استفاده از ۱ گرم  $SiO_2/TiO_2$

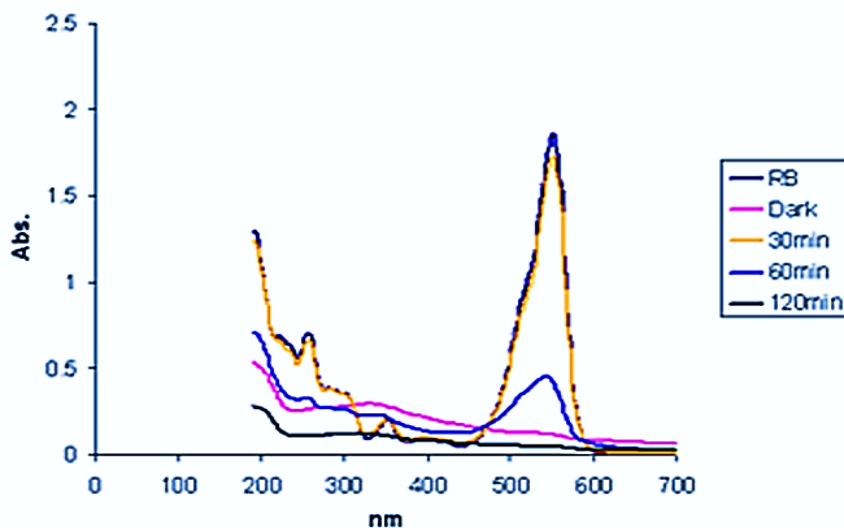
درصد تخریب RB	$pH$ محیط
-	۷
۱۰۰	$(4 < pH < 5.6)$
۸۹٫۴۱	۹٫۵



شکل ۱۰ طیف‌های جذبی UV-vis تخریب رودامین بی تحت تابش نور فرا بنفش با کاتالیست  $TiO_2/SiO_2$



شکل ۱۱ طیف‌های جذبی UV-vis تخریب رودامین بی تحت تابش نور مرئی با کاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$



شکل ۱۲ طیف‌های جذبی UV-vis تخریب RB تحت تابش نور مرئی با کاتالیست  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$

مقایسه فعالیت فتوکاتالیتیکی  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  و  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  با توجه به نتیجه‌های به دست آمده در قسمت‌های قبلی مشخص می‌شود که مکانیسم تخریب رودامین بی تحت تابش پرتو فرابنفش و نور مرئی متفاوت است. فعالیت فتوکاتالیتیکی کاتالیست‌های  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  و  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  در نور مرئی برای تخریب رودامین بی بسیار متفاوت است. با توجه به فاصله شکاف نواری تیتانیوم دی اکسید ( $3.18 \text{ eV}$ ) الکترون ولت) انتظار می‌رود فعالیت  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  در نور مرئی

از طیف جذبی نمی‌توان نوع آن را مشخص کرد. تخریب رودامین بی با فتوکاتالیست  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  با توجه به شکل ۱۲ مشاهده می‌شود که در ابتدا تخریب رودامین بی از مسیر تخریب ساختار مزدوج پیش می‌رود و پس از حدود ۱۲۰ دقیقه تخریب به تقریب کامل می‌شود زیرا پس از این مدت فقط یک پیک نسبتاً ضعیف در گستره‌ی ۲۰۰ نانومتر مشاهده می‌شود.

گروهی از پژوهشگران فعالیت فتوکاتالیتیکی  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  مزوپروس و  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  مزوپروس را در تخریب متیل اورانژ بررسی کردند. گزارش آن‌ها نیز حاکی از این است که ورود Pt در ساختار مزوپروس فعالیت فتوکاتالیتیکی را در نور مرئی بالا برده است [۱۷].

### نتیجه گیری

با توجه به مقایسه فعالیت فتوکاتالیتیکی  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  و  $\text{Pt-TiO}_2$  مشخص شده است که حضور پلاتین در شبکه بلوری  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  با کاهش شکاف نواری موجب افزایش فعالیت این کاتالیست در نور مرئی شده است.

بسیار ناچیز باشد در صورتی که دوپه کردن پلاتین در شبکه  $\text{TiO}_2$  شکاف نواری را به سمت طول موج‌های بلندتر (نور مرئی) جابجا کرده است (۲,۷۸ الکترون ولت) و باعث افزایش فعالیت فتوکاتالیتیکی در نور مرئی شده است. در نور مرئی رودامین بی به‌وسیله‌ی کاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  به ترکیب‌های دیگری تبدیل شده که در طول موج‌های بالاتر از طول موج مربوط به رودامین بی جذب می‌دهند در صورتی که به‌وسیله‌ی کاتالیست  $\text{Pt-TiO}_2/\text{SiO}_2$  بطور کامل تخریب می‌شود. با مقایسه فعالیت این دو کاتالیست می‌توان نتیجه گیری کرد که حضور پلاتین در کاتالیست  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  کارکرد این کاتالیست را افزایش داده است.

### مراجع

- [1] Fox, M. A.; Dulay, M. T.; Chem. Rev.; 93, 341-357; 1993.
- [2] Zhang, Y.; Xiong, G.; Yao, N.; Yang, W.; Ful, X.; Catal.Today.; 68, 89; 2001.
- [3] Watson, S.; Beydoun, D.; Amal, R.; J.Photochem. Photobio. A: Chem. 148, 303; 2002.
- [4] Hong, S.S.; Lee, M.S.; Park, S.S.; Lee, G.D.; Catal.Today. 87, 99; 2003.
- [5] Kim, C.S.; Moon, B.K.; Park, J.H.; Chung, S.T.; Son, S.M.; J.Crystal Growth.; 254, 405; 2003.
- [6] Kwon, C.H.; Kim, J.H.; Jung, I.S.; Shin, H.; Yoon, K.H.; Ceram.Inter.; 29, 851; 2003.
- [7] Kwon, C-H.; Kim, J-H.; Jung, I-S.; Shin, H.; Yoon, K-H.; Ceram. Inter.; 29, 851-856; 2003.
- [8] Fu, X.; Qutubuddin, S.; Colloids and Surfaces A: Physicochem and Engineering Aspects.; 178, 151-156; 2001.
- [9] Wilhem, P.; Stephan, D.; J Photochem. Photobiology.; 185, 10-25; 2008.
- [10] Cho, K. C.; Hwang, K. C.; Sano, T.; Takeuchi, K.; Matsuzawa, S.; J Photochem. Photobiology A: Chem.; 161, 155-161; 2004.
- [11] Brezova, V.; Blazkova, A.; Karpinsky, L.; Groskova, J.; Havlinova, B.; Jorik, V.; Eeppan, M.; J. Photochem. Photobio. A: Chem.; 109, 177; 1997.
- [12] Novotna, P.; Zita, J.; Krysa, J.; Kalousek, V.; Rathousky, J.; Appl. Catal. B: Environmental.; 79, 179-185; 2007.
- [13] Ishibai, Y.; Sato, J.; Nishikawa, T.; Miyagishi, S.; Appl. Catal. B: Environmental.; 79, 117-121; 2008.
- [14] Choi, W.; Termin, A.; Hoffmann, M. R.; J. Phys. Chem.; 98, 13669-13679; 1994.
- [15] Shaw, L.; Goberman, D.; Ren, R.; Gell, M.; Jiang, S.; Wang, Y.; Xiao, T.; Struts, R.; Surf. Coat. Technol.; 130, 1-8; 2000.
- [16] Aziz, R.A.; Sopyan, I.; Indian. J.Chem.; 48A, 951-957; 2009.
- [17] Zhang, X.; Yang, Zhang, H.; F.; Chan, K.Y.; Mater.Lett.; 61, 2231-2234; 2007.

## Study of $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ and Pt- $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ photocatalytic activity for degradation of rhodamine B

L. Vafaei and S. Gharibeh

Islamic Azad University, Firoozkooh Branch

Received: October 2010, Revised: December 2010, Accepted: February 2011

**Abstract:**  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  and Pt-  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  nano-photocatalyst have been synthesized by sol-gel method. X-ray diffraction, FT-IR, ICP, SEM and UV-vis methods were used to characterize the structures and properties of these photocatalysts. The particle size was determined to be 7nm using the Scheerer,s equation. Elemental analysis of TEM and the result of ICP confirmed the existence of Ti, Si and Pt. In order to investigate and compare the photocatalytic activity of  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  and Pt-  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ , photodegradation of rhodamine B dye in water under the ultraviolet and visible lights was studied. The decrease in concentration of rhodamine B was monitored by UV-vis spectroscopy. Our results show that under the visible light, the Pt- $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  have better photocatalytic activity in comparison with the  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ .

**Keywords:**  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  , Pt-  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  ,nanosized particle, UV and visible light , dye pollutants.