

بررسی فعالیت فتوکاتالیتیکی $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ و $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ در تخریب منو و دی کلروبنزن

سودابه غریبه* و لیلا وفائی

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد فیروز کوه

دریافت: آبان ۱۳۸۹، بازنگری: بهمن ۱۳۸۹، پذیرش: آذر ۱۳۹۰

چکیده: نانو فتوکاتالیست‌های $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ و $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ به روش سل-ژل تهیه شده‌اند. FT-IR, SEM, XRD و UV-Vis برای بررسی ساختار و ویژگی‌های فتوکاتالیست‌ها استفاده شده‌اند. اندازه ذرات با استفاده از معادله شرر ۷ nm به دست آمده است. نتایج XRD و FT-IR حضور TiO_2 ، V_2O_5 و SiO_2 را تایید می‌کنند. به منظور بررسی و مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ و $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ تخریب نوری منو و دی کلرو بنزن در محیط آبی تحت تابش نور فرابنفش و مرئی انجام شد. کاهش غلظت منو و دی کلرو بنزن با استفاده از طیف سنجی UV-Vis مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تخریب نشان دهنده این است که در نور مرئی $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ در مقایسه با $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ فعالیت فتوکاتالیستی بهتری دارد.

کلمات کلیدی: منو کلرو بنزن، دی کلرو بنزن، تیتانیم دی اکسید، فتوکاتالیست، آلاینده‌های زیست محیطی

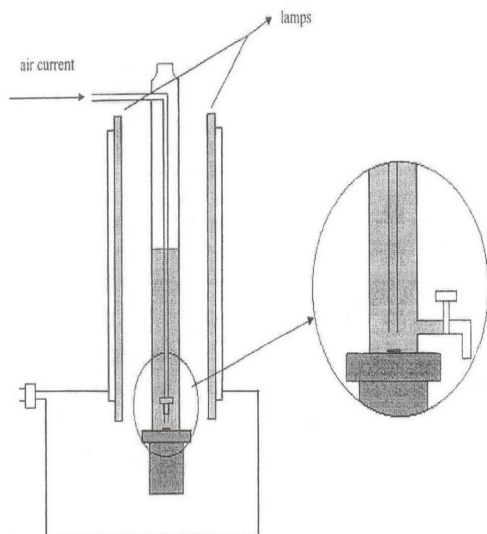
مقدمه

شده و مواد آلاینده آن حذف شود [۱]. فتوکاتالیست‌ها می‌توانند بسیاری از ترکیبات آلی را در حضور تابش نور فرابنفش در شرایط عادی تخریب کنند. پژوهش‌های وسیعی روی خاصیت فتوکاتالیستی تیتانیم دی اکسید برای تخریب ترکیبات آلی صورت گرفته است. گستره وسیعی از ترکیبات آلی با نانوفتوکاتالیست تیتانیم دی اکسید در دمای اتاق و در حضور تابش نور فرابنفش به آب و کربن دی اکسید تبدیل شده‌اند [۵-۲]. سرعت پایین تیتانیم دی اکسید در واکنش‌های تخریب باعث شد تا تهیه فتوکاتالیست‌های جدید احساس شده و پژوهشگران ویژگی‌ها و موارد متفاوتی را مانند ساختار کریستالی، اندازه ذره،

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 به شمار می‌رود و رفع آن‌ها یکی از چالش‌های مهمی است که در زندگی امروز انسان مطرح است. از این رو فعالیت‌های وسیعی صورت می‌گیرد تا پساب‌های صنعتی قبل از ورود به محیط زیست تصفیه

۴۰ میلی لیتر آب یون زدایی شده تهیه و سپس ۰/۱۵۱ گرم آمونیم متوانادات ($V/Ti=0.1w/w$) به این سوسپانسیون افزوده و در دمای $70^{\circ}C$ به شدت هم زده شد تا خمیر زرد رنگی به دست آید. این خمیر به مدت یک شب در آن در دمای $100^{\circ}C$ قرار داده شد. سپس کاتالیست جامد زرد رنگ به دست آمده در دمای $400^{\circ}C$ به مدت ۱/۵ ساعت کلسینه شد.

تخریب منو و دی کلروبنزن با استفاده از کاتالیست‌های تهیه شده در هر آزمایش سوسپانسیون‌هایی حاوی ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۳۰۰ ppm منوکلروبنزن و ۲۰۰ ppm دی کلروبنزن به همراه مقادیر ۰/۲، ۰/۲۵ و ۰/۳ گرم بر لیتر از کاتالیست‌های TiO_2/SiO_2 و $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ (سوسپانسیون‌ها در pHهای ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ تثبیت شده بودند)، یک هم زن مغناطیسی و هم چنین جریان هوایی که برای یکنواخت کردن محیط از طریق لوله وارد واکنش گاه می‌شد، استفاده شدند. واکنش گاه مورد استفاده شامل دو لامپ تنگستن بوده که برای تابش دهی در گستره فرابنفش از لامپ‌هایی با طول موج گستره‌ی ۲۲۰-۲۳۰ nm و برای تابش دهی در گستره‌ی مرئی از لامپ‌هایی با طول موج گستره‌ی ۵۰۰-۷۰۰ nm استفاده شده است. شمایی از واکنش گاه مورد استفاده در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱ شمایی واکنش گاه مورد استفاده

گاف نواری، اندازه مساحت سطح و بسترهای متفاوت را بررسی کنند [۷ و ۶]. روشی برای افزایش مساحت سطح فتوکاتالیست، تهیه ذره‌ها نانو تیتانیوم دی اکسید است تا مکان‌های واکنش روی سطح فتوکاتالیست افزایش یابد [۸]. برای افزایش مراکز فعال کاتالیست می‌توان آن را روی یک تثبیت کننده مانند سیلیکا پوشاند [۹].

استفاده از نور فرابنفش جهت تخریب آلاینده‌ها به وسیله‌ی فتوکاتالیست‌ها محدودیتی در صنعت به شمار می‌رود. از آنجا که فتوکاتالیست‌ها نیم رسانا هستند، می‌توان با کاهش گاف نواری این محدودیت را از بین برد. روشی برای کاهش گاف نواری دوپه کردن فلزاتی مانند پلاتین، وانادیم، نقره و ... به داخل ساختار آن‌ها است [۱۰ و ۱۱].

بخش تجربی

تمامی مواد مورد استفاده در این کار از مرک خریداری شده و بدون تغییر استفاده شده‌اند.

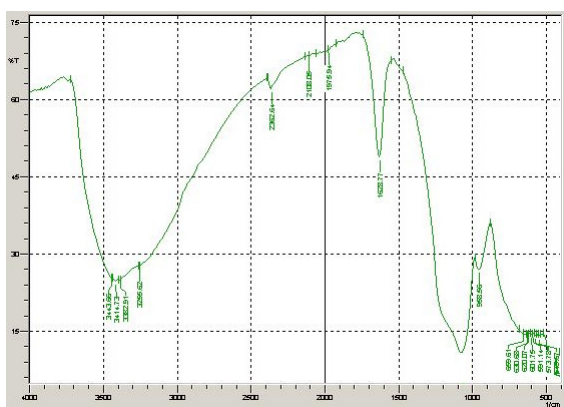
تهیه نانو فتوکاتالیست TiO_2/SiO_2 [۱۲]

برای تهیه سل تیتانا ابتدا محلول آمونیم ۱۰٪ قطره قطره به تیتانیوم 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 تیتانیا تشکیل شد. به این سوسپانسیون نیتریک اسید ۱/۴ مولار افزوده شد تا pH آن به ۱/۵ برسد. این مخلوط به مدت ۲۴ ساعت در دمای $70^{\circ}C$ با هم زدن سریع بازروانی شد تا سل‌های تیتانیا پایدار تشکیل شوند. بعد از اتمام بازروانی در همان دما مقداری تترائیل اورتو سیلیکات قطره قطره به سل تیتانیا افزوده شده تا نسبت مولی تیتانیوم به سیلیسیم ۳۰ به ۷۰ به دست آید. سل تشکیل شده در دمای محیط خشک شده و به مدت دو روز در خلأ نگهداری شد. سپس در کوره با دمای $400^{\circ}C$ به مدت ۳ ساعت کلسینه شد.

نشاندن وانادیم بر روی نانو فتوکاتالیست TiO_2/SiO_2 سوسپانسیون یکنواختی شامل ۳ گرم از کاتالیست TiO_2/SiO_2

لازم به ذکر است که در آزمایشات مربوط به بهینه سازی مقدار کاتالیست و pH محیط مدت زمان تابش دهی ۴ ساعت بوده است. همه محلول‌ها قبل از تابش دهی به مدت یک ساعت در تاریکی برای ایجاد تعادل بین جذب و واجذب ماده آلاینده بر سطح کاتالیست‌ها هم زده شده‌اند. جهت بررسی میزان تخریب مواد آلاینده از طیف سنجی UV-vis استفاده شده است. 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 آلاینده به مواد دیگر بررسی شد.

تجهیزات مورد استفاده فاز بلوری نمونه‌های تهیه شده با استفاده از پراش X (XRD) با مشخصه JEOL JDX-8030 شناسایی شده‌اند. ریخت شناسی نانوذره‌ها از طریق میکروسکوپ الکترونی روبشی Philips-XLφ30 مشاهده شده است. طیف‌های زیر قرمز تبدیل فوریه بر روی طیف سنج Shimadzu 8400s ثبت شده‌اند. طیف UV-vis از طریق طیف سنج Shimadzu 2550 گزارش شده است.



شکل ۳ طیف FT-IR کاتالیست TiO_2/SiO_2

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

فرکانس ارتعاش (cm^{-1})	نوع ارتعاش	نوع پیوند
۴۶۰	کششی	Ti-O
۱۶۲۰ و ۳۴۰۰	کششی	Ti-OH
۱۰۷۰	کششی نامتقارن	Si-O-Si
۹۵۰	کششی نامتقارن	Ti-O-Si

نتیجه‌ها و بحث شناسایی نانو فتوکاتالیست TiO_2/SiO_2 شکل ۲ الگوی XRD نانو کاتالیست TiO_2/SiO_2 را نشان می‌دهد که پنج پیک واضح در زاویه پراش‌های $۲۵,۳^\circ$ ، $۳۷,۹^\circ$ ، $۴۸,۳^\circ$ و $۵۴,۷^\circ$ و ۶۳° نشانگر تشکیل فاز آناتاز تیتانیم دی اکسید هستند (کارت شماره ۱۲۷۲-۲۱). پیک پهن SiO_2 آمورف در زاویه پراش ۲۲° (کارت شماره ۸۵-۲۹) در زیر پیک مربوط به TiO_2 پنهان شده است. با استفاده از معادله شرر [۱۳] اندازه ذره‌ها ۷ نانومتر محاسبه شد.

ریخت شناسی ذره‌ها نانو فتوکاتالیست TiO_2/SiO_2

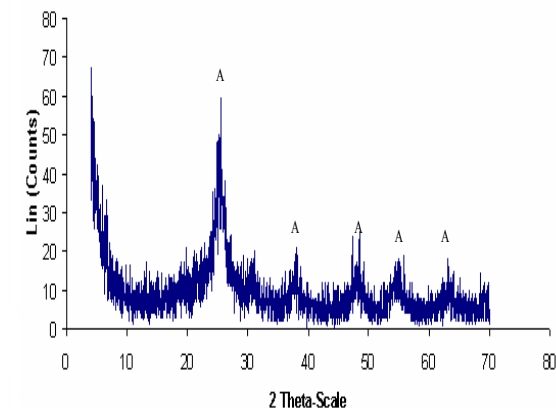
شکل ۴ تصویر SEM نانو فتوکاتالیست TiO_2/SiO_2 را در دو بزرگنمایی متفاوت نشان می‌دهد. همان طور که از شکل مشخص است ذره‌ها به صورت زاویه دار به اندازه‌های متفاوتی پراکنده هستند. در بزرگنمایی بالاتر مشخص شده که این ذره‌ها زاویه دار خود شامل ذره‌ها به طور کامل کروی هستند. هم چنین

شکل ۲ الگوی XRD نانو کاتالیست TiO_2/SiO_2 را نشان می‌دهد که پنج پیک واضح در زاویه پراش‌های $۲۵,۳^\circ$ ، $۳۷,۹^\circ$ ، $۴۸,۳^\circ$ و $۵۴,۷^\circ$ و ۶۳° نشانگر تشکیل فاز آناتاز تیتانیم دی اکسید هستند (کارت شماره ۱۲۷۲-۲۱). پیک پهن SiO_2 آمورف در زاویه پراش ۲۲° (کارت شماره ۸۵-۲۹) در زیر پیک مربوط به TiO_2 پنهان شده است. با استفاده از معادله شرر [۱۳] اندازه ذره‌ها ۷ نانومتر محاسبه شد.

نتیجه‌ها و بحث شناسایی نانو فتوکاتالیست TiO_2/SiO_2 شکل ۲ الگوی XRD نانو کاتالیست TiO_2/SiO_2 را نشان می‌دهد که پنج پیک واضح در زاویه پراش‌های $۲۵,۳^\circ$ ، $۳۷,۹^\circ$ ، $۴۸,۳^\circ$ و $۵۴,۷^\circ$ و ۶۳° نشانگر تشکیل فاز آناتاز تیتانیم دی اکسید هستند (کارت شماره ۱۲۷۲-۲۱). پیک پهن SiO_2 آمورف در زاویه پراش ۲۲° (کارت شماره ۸۵-۲۹) در زیر پیک مربوط به TiO_2 پنهان شده است. با استفاده از معادله شرر [۱۳] اندازه ذره‌ها ۷ نانومتر محاسبه شد.

نتیجه‌ها و بحث شناسایی نانو فتوکاتالیست TiO_2/SiO_2

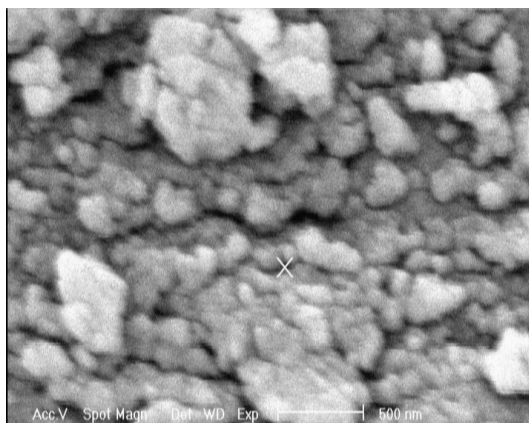
شکل ۲ الگوی XRD نانو کاتالیست TiO_2/SiO_2 را نشان می‌دهد که پنج پیک واضح در زاویه پراش‌های $۲۵,۳^\circ$ ، $۳۷,۹^\circ$ ، $۴۸,۳^\circ$ و $۵۴,۷^\circ$ و ۶۳° نشانگر تشکیل فاز آناتاز تیتانیم دی اکسید هستند (کارت شماره ۱۲۷۲-۲۱). پیک پهن SiO_2 آمورف در زاویه پراش ۲۲° (کارت شماره ۸۵-۲۹) در زیر پیک مربوط به TiO_2 پنهان شده است. با استفاده از معادله شرر [۱۳] اندازه ذره‌ها ۷ نانومتر محاسبه شد.



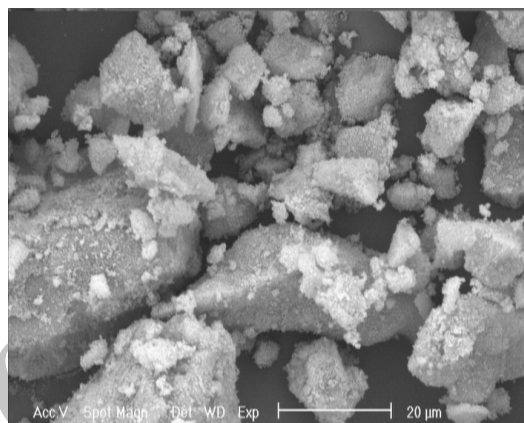
شکل ۲ الگوی XRD نمونه A، (TiO_2/SiO_2) شاخص فاز آناتاز

شناسایی نانو فتوکاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ شکل ۵ الگوی XRD نانو کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ را نشان می‌دهد پیک‌های مشاهده شده در زاویه‌های پراش 15.361° ، 20.279° ، 21.728° ، 26.147° ، 31.029° و 34.309° مربوط به وانادیم اکسید هستند و با کارت شماره ۴۱-۱۴۲۶ مطابقت دارند.

حفره‌هایی در بین این ذره‌ها مشاهده می‌شود که اطراف ذره‌ها را فراگرفته و تایید کننده ساختار منفذدار کاتالیست TiO_2/SiO_2 است. در برخی از نقطه‌ها ذره‌ها به صورت توده‌ای متراکم شده‌اند ولی در حالت کلی به تقریب پراکندگی خوبی از ذره‌ها در سطح مشاهده می‌شود که به دلیل حضور پایه سیلیس است.

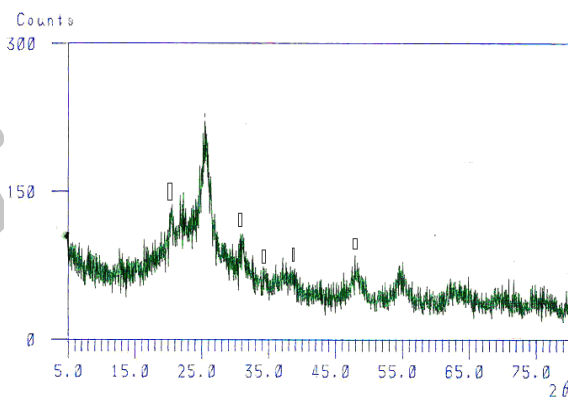


(ب)



(الف)

شکل ۴ تصویر SEM نمونه TiO_2/SiO_2 با بزرگنمایی (الف) ۱۰۰۰ و (ب) ۳۰۰۰۰



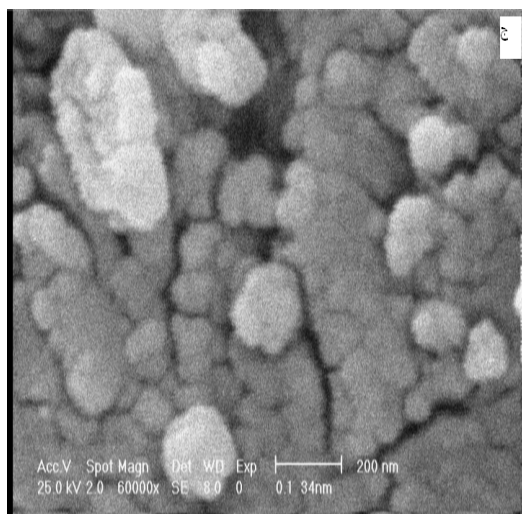
شکل ۵ الگوی XRD نمونه $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$. پیک‌های شاخص V_2O_5

فعالیت فتوکاتالیستی TiO_2/SiO_2 و $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ تخریب منو کلرو بنزن با فتوکاتالیست‌های TiO_2/SiO_2 و $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ تحت تابش نور فرابنفش و مرئی حلقه بنزن دارای سه نوار جذبی در ۱۸۴ و ۲۰۲ نانومتر و ۲۵۵ نانومتر است. نوار جذبی در ۱۸۴ نانومتر مربوط به یک انتقال مجاز است. با این حال این انتقال تحت شرایط معمولی مشاهده نمی‌شود زیرا جذب‌هایی که در این طول موج قرار دارند در ناحیه فرابنفش خلاء قرار داشته که خارج از گستره اکثر دستگاه‌ها است. نوار جذبی در ۲۰۲ نانومتر از شدت بسیار کمی برخوردار است و مربوط به یک انتقال ممنوع است. نوار ۲۵۵ نانومتر از کمترین شدت در میان تمام نوارهای بنزن برخوردار است. این نوار نیز مربوط به انتقال الکترونی ممنوع است. نوار ۲۵۵ نانومتر

ریخت شناسی ذره‌ها نانو فتوکاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ شکل ۶ تصاویر SEM مربوط به نانو فتوکاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ را در مقیاس‌های متفاوت نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود ذره‌ها کروی شکل هستند. آنالیز اکسیدی محاسبه شده از داده‌های EDX در جدول ۲ آورده شده است.

FT-IR کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$

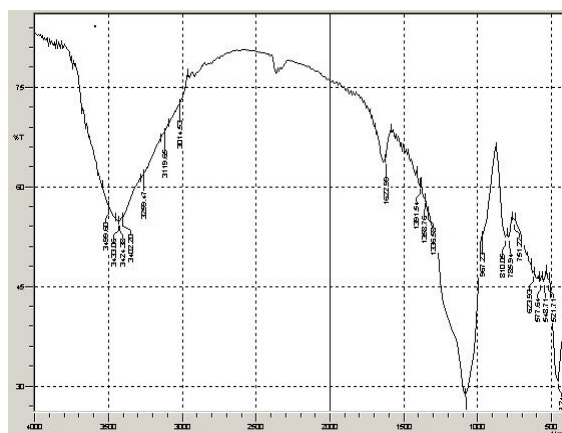
شکل ۷ طیف FT-IR کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ را نشان می‌دهد. فرکانس‌های ارتعاشی 607 ، 800 و 1016 cm^{-1} مربوط به ارتعاشات V_2O_5 هستند که در جدول ۳ آورده شده‌اند. حضور این ارتعاش‌ها دلیلی بر وجود V_2O_5 در کاتالیست TiO_2/SiO_2 و تاییدی بر نتایج XRD است [۱۴ و ۱۵].



شکل ۶ تصاویر SEM کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$

جدول ۲ نتیجه تجزیه‌ی عنصری به صورت اکسیدی

اکسید	درصد وزنی
SiO_2	۶۱٫۵۸
TiO_2	۳۱٫۶۸
V_2O_5	۶٫۷۴
مجموع	۱۰۰

شکل ۷ طیف FT-IR کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$

جدول ۳ نتیجه‌های به دست آمده بر اساس طیف FT-IR

فرکانس ارتعاش (cm^{-1})	نوع ارتعاش	نوع پیوند
۴۶۰	کششی	Ti-O
۱۶۲۰ و ۳۴۰۰	کششی	Ti-OH
۱۰۷۰	کششی نامتقارن	Si-O-Si
۹۵۰	کششی نامتقارن	Ti-O-Si
۶۰۷	کششی	V-O
۱۰۱۶	کششی نامتقارن	V=O
۸۰۰	خمشی	V-O-V

(جداول ۴ و ۵).

شکل‌های (۸-۱۱) طیف‌های UV-Vis تخریب منوکلروبنزن را به وسیله‌ی کاتالیزورهای TiO_2/SiO_2 و $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ تحت تابش نور فرابنفش و مرئی نشان می‌دهند. همان‌طور که از تصاویر مشخص است در هر دو شرایط تحت تابش نور فرابنفش و مرئی کاتالیزور $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ کارایی بهتری نسبت به TiO_2/SiO_2 دارد.

شکل ۱۰ نشان می‌دهد که در حضور کاتالیست TiO_2/SiO_2 تحت تابش نور مرئی تخریب منو کلرو بنزن صورت نگرفته است در صورتی که در همین شرایط با کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ (شکل ۱۱) پس از ۴۵ دقیقه تخریب کامل منو کلرو بنزن انجام شده است.

که به دلیل تأثیر متقابل ترازهای انرژی الکترونی با انواع حرکات ارتعاشی ایجاد می‌شود با ساختار بسیار ظریف و روشنی ظاهر می‌شود. این ساختار ظریف در صورت استفاده از یک حلال قطبی و یا هنگام استخلاف نمودن یک گروه عاملی بر روی حلقه بنزن از بین می‌رود و تبدیل به یک قله پهن می‌شود. کله به عنوان یک استخلاف الکترون دهنده نوار جذبی 202 نانومتر و همچنین نوار جذب 255 نانومتر را به سمت طول موج‌های بالاتر منتقل می‌سازد. بنابراین منوکلروبنزن دو جذب در طول موج 261 و 207 نانومتر دارد [۱۶].

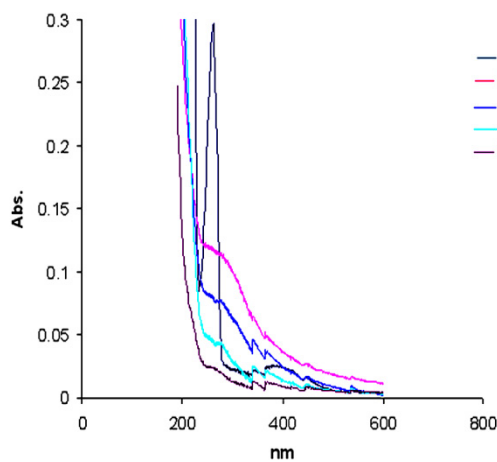
مقدار بهینه کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ و pH مناسب محلول برای تخریب 100 میلی لیتر محلول منو کلرو بنزن با غلظت 300 ppm برابر با $0/25$ گرم بر لیتر و $pH = 3$ به دست آمده اند

جدول ۴ درصد تخریب منو کلرو بنزن در غلظت‌های متفاوت کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ در $pH = 3$

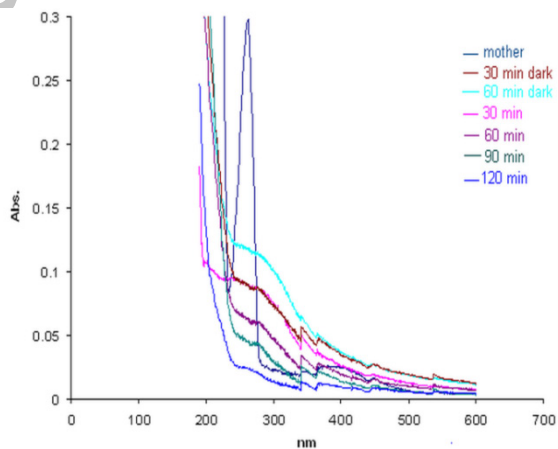
درصد تخریب منو کلرو بنزن	غلظت کاتالیزور $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ (g/mol)
۶۰	۰٫۲۰
۱۰۰	۰٫۲۵
۱۰۰	۰٫۳۰

جدول ۵ درصد تخریب منو کلرو بنزن در pH های متفاوت با استفاده از ۰٫۲۵ گرم کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$

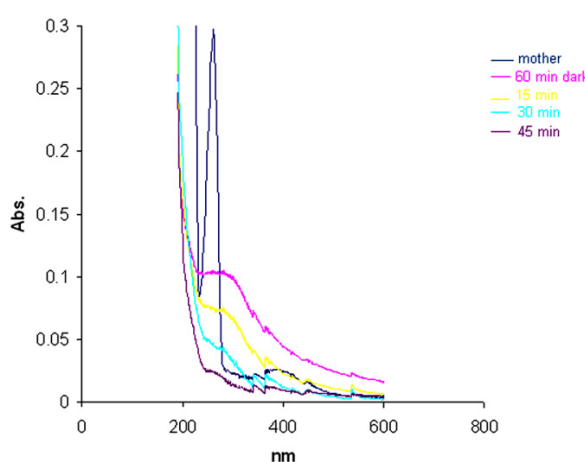
درصد تخریب منو کلرو بنزن	pH محیط
۶۰	۲
۱۰۰	۳
۶۷	۴
۲۰	۵
۰	۶



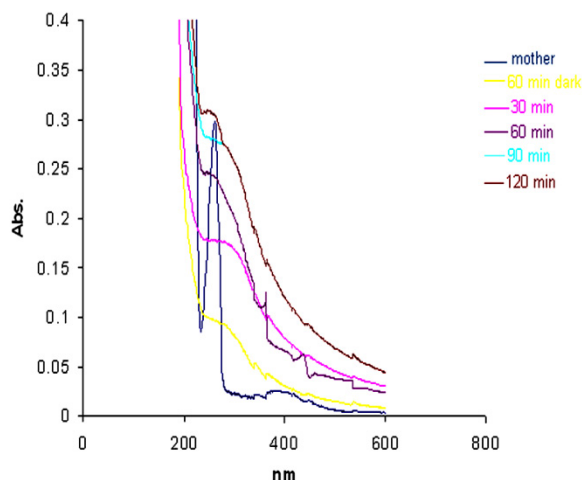
شکل ۹ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب منو کلرو بنزن تحت تابش نور فرا بنفش با ۰٫۲۵ گرم کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ در $pH = 3$



شکل ۸ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب منو کلرو بنزن تحت تابش نور فرا بنفش با ۰٫۲۵ گرم کاتالیست TiO_2/SiO_2 در $pH = 3$



شکل ۱۱ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب منو کلرو بنزن تحت تابش نور مرئی با ۰/۲۵ گرم کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ در $pH = 3$



شکل ۱۰ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب منو کلرو بنزن تحت تابش نور مرئی با ۰/۲۵ گرم کاتالیست TiO_2/SiO_2 در $pH = 3$

شکل‌های (۱۲-۱۵) طیف‌های UV-Vis تخریب دی کلرو بنزن را به وسیله‌ی کاتالیست‌های TiO_2/SiO_2 و $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ تحت تابش نور فرابنفش و مرئی نشان می‌دهند. همان طور که از تصاویر مشخص است در هر دو شرایط تحت تابش نور فرابنفش و مرئی کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ کارایی بهتری نسبت به TiO_2/SiO_2 دارد.

تخریب دی کلرو بنزن با فتو کاتالیست‌های $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ و TiO_2/SiO_2 تحت تابش نور فرابنفش و مرئی مقدار بهینه کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ و pH مناسب محلول برای تخریب ۱۰۰ میلی لیتر محلول دی کلرو بنزن با غلظت ۲۰۰ ppm برابر با ۰/۲۵ گرم بر لیتر و $pH = 3$ به دست آمده اند (جدول ۶ و ۷).

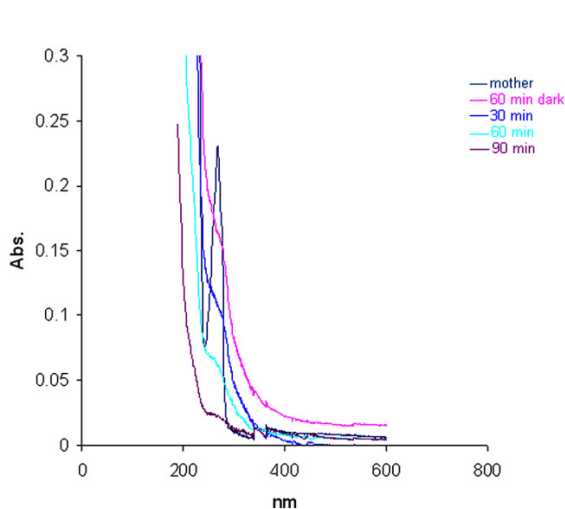
جدول ۶ درصد تخریب دی کلرو بنزن در غلظت‌های

متفاوت کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ در $pH = 3$

درصد تخریب دی کلرو بنزن	غلظت کاتالیزور $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ (g/mol)
۵۷	۰/۲۰
۱۰۰	۰/۲۵
۱۰۰	۰/۳۰

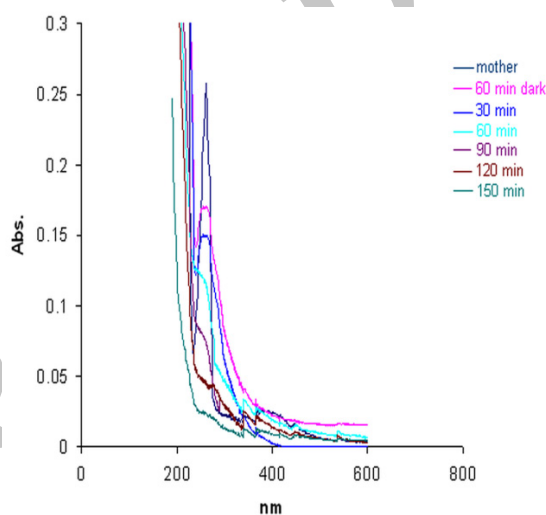
جدول ۷ درصد تخریب دی کلرو بنزن در pH های متفاوت با استفاده از ۰٫۲۵ کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$

درصد تخریب دی کلرو بنزن	pH محیط
۵۴	۲
۱۰۰	۳
۶۰	۴
۱۸	۵
۰	۶



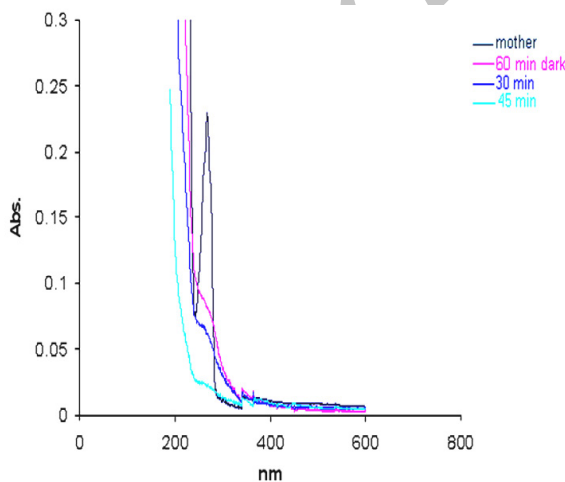
شکل ۱۳ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب دی کلرو بنزن تحت تابش نور فرا

بنفش با ۰٫۲۵ گرم کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ در $pH = 3$



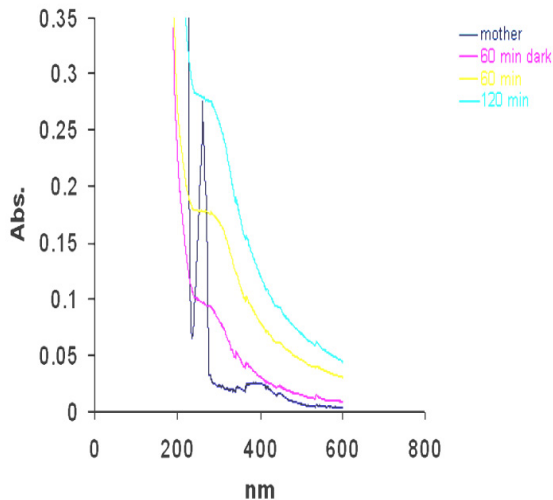
شکل ۱۲ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب دی کلرو بنزن تحت تابش نور

فرا بنفش با ۰٫۲۵ گرم کاتالیست TiO_2/SiO_2 در $pH = 3$



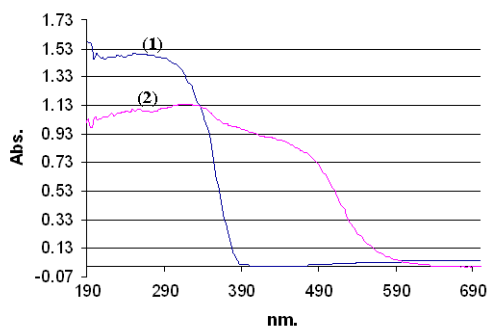
شکل ۱۵ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب دی کلرو بنزن تحت تابش

نور مرئی با ۰٫۲۵ گرم کاتالیست $V_2O_5/TiO_2/SiO_2$ در $pH = 3$



شکل ۱۴ طیف‌های جذبی UV-Vis تخریب دی کلرو بنزن تحت تابش نور

مرئی با ۰٫۲۵ گرم کاتالیست TiO_2/SiO_2 در $pH = 3$



شکل ۱۶ طیف جذبی- انعکاسی UV-Vis:
(۱) کاتالیست $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ و (۲) $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$

فعالیت فتوکاتالیستی کاتالیست‌های $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ و $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ در نور مرئی برای تخریب منو و دی کلرو بنزن بسیار متفاوت است. با توجه به فاصله شکاف نواری تیتانیم دی اکسید (۳٫۲ الکترون ولت) انتظار می‌رود فعالیت $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ در نور مرئی بسیار ناچیز باشد در صورتی که دوپه کردن V_2O_5 در شبکه TiO_2 شکاف نواری را به سمت طول موج‌های بلندتر (نور مرئی) جابجا کرده است و باعث افزایش فعالیت فتوکاتالیستی در نور مرئی شده است که نمودار DRS (شکل ۱۶) تأییدی بر کاهش گاف نواری $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ نسبت به $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ است.

مراجع

- [1] M. A. Fox, M. T. Dulay, Chem. Rev. 93 (1993) 341-357.
- [2] Y.Zhang, G.Xiong, N.Yao, W.Yang, X.Ful, Catal. Today.68, 89; 2001.
- [3] S.Watson, D.Beydoun, R.Amal, J.Photochem. Photobio. A: Chem. 148, 303; 2002.
- [4] S.S.Hong, M.S.Lee, S.S.Park, G.D.Lee, Catal. Today. 8, 99; 2003.
- [5] C.S.kim, B.K.Moon, J.H.Park, S.T.Chung, S.M.Son, J.Crystal Growth.254, 405; 2003.
- [6] C.H.Kwon, J.H.kim, I.S.Jung, H.Shin, K.H.Yoon, Ceram.Inter. 29, 851; 2003.
- [7] R.A.Aziz, I.Sopyan, Indian.J.Chem. 48A (2009) 951-957.
- [8] C-H. kwon, J-H. kim, I-S. Jung, H. Shin, K-H. Yoon, Ceram. Inter. 29 (2003) 851-856.
- [9] X. Fu, S. Qutubuddin, colloids and Surfaces A: Phisicochem and Engineering Aspects. 178 (2001)151-156.
- [10] P. Wilhem D Stephan, J Photochem. Photobiology 185 (2008) 10-25.
- [11] K. C. Cho, K. C. Hwang, T. Sano, K. Takeuchi, S. Matsuzawa, J. Photochem. Photobiology A: Chem 161 (2004) 155-161.
- [12] P. Novotna, J. Zita, J. Krysa, V. Kalousek, J. Rathousky, Appl. Catal. B: Environmental 79 (2007) 179-185.
- [13] L. Shaw, D. Goberman, R. Ren, M. Gell, S. Jiang, Y. Wang, T. Xiao, R. Struts, Surf. Coat. Technol.130 (2000) 1-8.
- [14] A. Bellifa, D. Lahcene, Y. N. Tchenar, A. Choukchou-Braham, R. Bachir, S. Bedran, C. Kappenstein, Appl. Catal. B: General 305 (2006) 1-6.
- [15] G. J. Fang, Z. L. Liu, Y. Q. Wang, H. H. Liu, K.L. Yao, J.. Phys. D: Appl. Phys. 33 (2000) 3018-3021.
- [16] D. L. Pavia, G. M. Lampman, G. S. Kris, "Introduction to Spectroscopy", Department of Chemistry Western Washington University Bellingham Washington.