

دوپینگ نانو ذرات TiO_2 توسط Au به منظور

تخریب نوری Acid Red ۸۸

صمد موتمنی طباطبایی^{*}، محمد عیسی نژاد بوشهری، شهرزاد یاوری

اهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، دانشکده فنی و مهندسی

پیام نگار: samad.tabatabaei@yahoo.com

چکیده

دوپینگ نانو ذرات TiO_2 توسط طلا با غلظت ۲٪ وزنی و با استفاده از روش احیای شیمیایی انجام گرفت. کارائی نورکاتالیستی آنها توسط مطالعه تخریب نوری رنگ Acid Red ۸۸ به عنوان یک آلاندنه از صنایع نساجی که محلول در آب می‌باشد در حضور نور مرئی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این کار تحقیقی از تیتانیم تترابیزوپروپوکسید به عنوان یک منبع آلی برای سنتز TiO_2 استفاده شد. احیای شیمیایی ذرات طلا از طریق سدیم بورهیدرات صورت گرفت. علاوه بر این سنتز نانو ذرات در دماهای مختلف تکلیس (۴۰۰، ۴۵۰، ۵۰۰، ۵۵۰ و ۶۰۰ درجه سلسیوس) به منظور دستیابی به بهترین دمای تکلیس، انجام گردید. نورکاتالیست‌های دوپینگ شده با بهره‌گیری از روش‌های مختلف از قبیل XRD و TEM مورد بررسی قرار گرفتند. به هر حال، تمامی نورکاتالیست‌های دوپینگ شده یک کارائی تخریب نوری قابل توجهی (افزایش تخریب حدود ۱٪ در حضور نور مرئی و ۲۵٪ در حضور UV) را در مقایسه با سنتز TiO_2 شده در حضور منبع نوری مرئی و UV، از خود نشان دادند.

کلمات کلیدی: Acid Red ۸۸، دوپینگ، نورکاتالیست، تخریب نوری، ذرات طلا

بالای خود، خاصیت غیرسمی و پایداری بالای آن در اثر تابش اشعه UV و نیز در داخل آب در pH‌های مختلف، بطور گسترده در فرایندهای تخریب نوری آلاندنه‌ها بکار گرفته می‌شود. به هر حال نیاز به استفاده از یک منبع تحریک‌کننده نوری از قبیل پرتوهای فرابنفس، باعث شده است تا کاربرد این روش‌ها را دچار اشکال کند. از این‌رو به منظور گسترش این روش و نیز صنعتی نمودن آن، لازم است تا عمل تحریک نوری توسط نور مرئی و یا نور خورشیدی صورت گیرد. TiO_2 فقط (۳-۵٪) از انرژی طیف خورشیدی را جذب می‌کند [۲]. ثابت شده است که تثبیت ذرات فلزات نجیب در مقیاس نانو بر روی دی اکسید تیتانیم باعث افزایش فعالیت نورکاتالیستی می‌شود. به همین منظور در مقالات، مثال‌هایی از دوپینگ TiO_2 با استفاده از فلزاتی از قبیل Fe [۳ و ۴]، Pd [۵]،

۱- مقدمه

آلودگی محیط زیست نگرانی‌های زیادی را برای موجودات زنده بوجود آورده است و نیاز به توجه بیشتری بر آن احساس می‌شود. صنایع نساجی مهمترین صنعت از نظر تولید آلاندنه‌های بسیار سمی برای حیات بشری به شمار می‌آید. تخمین زده می‌شود که (۱۵-۱۱٪) از رنگ بکار رفته در طی فرایند رنگرزی ناپدید گشته و در فاضلاب‌های حاصل از این صنایع آزاد می‌گردد [۱]. از این‌رو روش‌های مختلفی برای کاهش مضرات حاصل از این فاضلاب‌ها بکار گرفته شده است. یکی از بهترین و جدیدترین روش‌های یافته شده برای این منظور، استفاده از نورکاتالیست‌های نایکنواخت با بکارگیری از نیمه رساناها ای از قبیل Fe_2O_3 , CdS , ZnS , ZnO و مخصوصاً TiO_2 می‌باشد. دی اکسید تیتانیم به دلیل کارائی نورکاتالیستی

(قرمز رنگ) مدلی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است (۱) Acid Red ۸۸ می‌باشد که مشخصات کلی این آلاینده در جدول (۱) آورده شده است.

۲-۲ سنتز و تهیه ذرات نانوی (Au/TiO_2)

تترا ایزو پروپیل اورتو تیتانات و تترالکلرو آئوریک اسید (III) به ترتیب به عنوان ماده اولیه جهت سنتز TiO_2 و طلا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای سنتز نانوذرات دی اکسید تیتانیم، مقدار مشخصی از محلول $Ti(OC_3H_7)_4$ به مقدار معینی از متانول افزوده می‌شود، سپس محلول در داخل حمام پارافین قرار گرفته و تا رسیدن به دمای ۷۰ درجه سلسیوس در حال بهم زدن حرارت داده می‌شود. بعد از رسیدن به دمای تعیین شده، در حالی که از بورت، آب دوبار تقطیر اضافه می‌شود عمل رفلaks انجام می‌گیرد و بطور همزمان در داخل یک بشر دیگر مقدار معلومی از بلورهای $HAuCl_4 \cdot 3H_2O$ برداشته شده در کمی آب دوبار تقطیر حل می‌گردد و تا احیای کامل طلای موجود در محلول، قطره قطره از محلول ۵ mM سدیم بور هیدرید اضافه می‌گردد. محلول بنفس رنگ بدست آمده را به محلول بدست آمده از رفلaks افزوده و مجموعه بر روی هم زن مکانیکی قرار می‌گیرد و به مدت ۲۰ دقیقه هم زده می‌شود. بعد از گذشت زمان مذکور محلول بدست آمده در آونی که دمای آن در $25^\circ C$ تنظیم شده است به مدت ۱۴ ساعت قرار داده می‌شود تا کاملاً خشک گردد. سپس بعد از آسیاب کردن، به منظور دستیابی به اندازه‌ها و فازهای مختلف کریستالی از نانوذرات، پودر حاصل در دماهای مختلف توسط کوره تکلیس^۱ شده و برای سنتز دی اکسید تیتانیم دوپینگ نشده، مستقیماً محلول حاصل از رفلaks به ترتیب خشک و سپس تکلیس می‌گردد.

[۶] Cr [۵] و فلزات نادر زمین [۷] وجود دارد.

دی اکسید تیتانیم و دیگر نیمه رساناها در اثر تحریک توسط منبع انرژی نورانی تولید الکترون و حفره می‌نمایند که فرایندهای نورکاتالیستی در همین قسمت‌ها صورت می‌گیرند، ولی سرعت واکنش برگشتی و ترکیب مجدد الکترون و حفره زیاد بوده و از

فعالیت نوری آن‌ها می‌کاهد. دوپینگ این ذارت با فلزات نجیب [۸]

می‌تواند دو تأثیر مهم بر روی نورکاتالیست داشته باشد:

۱- می‌تواند باعث کاهش انرژی شکاف بین باند ظرفیت و رسانایی شود که از آن طریق باند جذبی انرژی به سمت ناحیه مرئی تغییر خواهد یافت.

۲- فلزات می‌توانند سبب کاهش سرعت ترکیب مجدد (الکترون- حفره) شوند و به عنوان یک تله الکترونی عمل کنند. برخی یون‌های فلزات نجیب نظیر طلا باعث می‌شود تا تحریب رنگ با استفاده از تابش نور مرئی صورت گیرد [۹] و [۱۰].

در این پژوهه تحقیقاتی در نظر است تأثیر حضور ذرات نانوی طلا بر روی ساختار و نیز فعالیت نورکاتالیستی نورکاتالیست دی اکسید تیتانیم بررسی شده و بهبود یابد.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲ مواد مورد نیاز جهت آزمایش

تمامی مواد بکار رفته در این تحقیق به صورت تازه، بدون هیچ گونه خالص سازی مورد استفاده قرار گرفته و همگی از شرکت Merck خریداری شده است. تترا ایزو پروپیل اورتو تیتانات $Ti(OC_3H_7)_4$ با خلوص ۹۸٪، متانول MeOH با خلوص ۹۹.۵٪، آب دوبار تقطیر اسید $HAuCl_4 \cdot 3H_2O$ و سدیم بور هیدرید $NaBH_4$ شده در تمامی مراحل آزمایش بکار گرفته شده است. آلاینده رنگی

جدول ۱- ساختار و خصوصیات کلی آلاینده Acid Red ۸۸

ساختار	فرمول مولکولی	C.I. number	طول موج ماکسیمم (λ_{max}) (nm)	جرم مولکولی (M_w) (g mol ⁻¹)
	$C_{20}H_{13}N_2NaO_4S$	۱۵۶۲۵	۵۱۵	۴۰۰/۳۸

1. Calcination

سلول کوارتزی جهت اندازه‌گیری تخریب آلاینده با گذشت زمان توسط دستگاه طیف‌نورسنج (UV-Vis) (DR-5000)، HACH می‌ریزند (تحویه محاسبه غلظت آلاینده در بخش ۳-۳ آمده است).

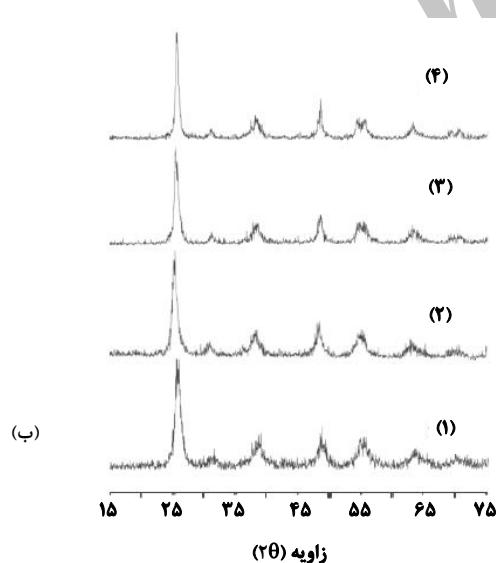
۳- نتایج و بحث

۱-۳ انکسار پرتوهای X (XRD)^۱

از نمونه‌های سنتز شده در دمای ۲۹۸ درجه کلوین با استفاده از دستگاه منکسرکننده زیمنس مدل (D-۵۰۰۰) (۴۰ kV، ۳۰ mA، Cu ka ، $\lambda = 0.154056\text{ nm}$) در زاویه 2θ و در محدوده 10° - 70° (۱) انکسار اشعه X گرفته شد که در شکل (۱) نشان داده شده است. نمودارها نشان می‌دهند که تنها فاز موجود در نورکاتالیست‌های سنتز شده آناتاز^۲ می‌باشد که اندازه‌های کربیتالی این فاز در جدول (۲) آمده است. برای محاسبات این مقادیر از رابطه (۱) استفاده شده است (معادله Scherrer):

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

که در رابطه ۱، D قطر ذرات فاز مربوطه، K یک ضریب ثابت با مقدار عددی 0.89 ، λ طول موج پرتوهای X (0.154056 nm)، β عرض پیک در نیمه ارتفاع و θ زاویه انکسار پرتوها، می‌باشد.

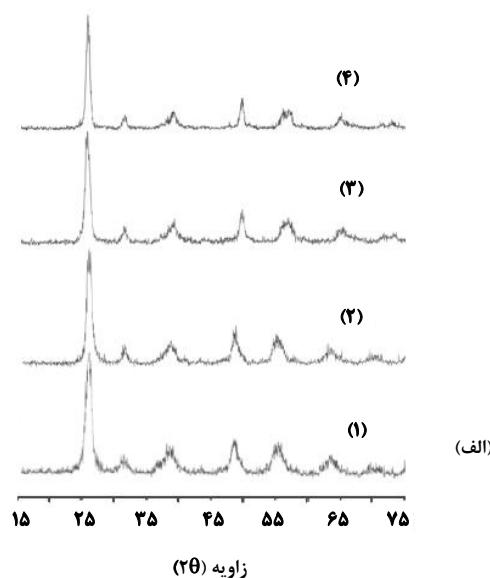


۲- ۳- نحوه آزمون فعالیت نورکاتالیست‌های سنتز شده

به منظور بررسی فعالیت نورکاتالیستی، از یک فتوراکتور کوارتزی استفاده شده است. بعد از تهیه محلول مادر رنگی در غلظت 200 ppm ، 10 ml از محلول برداشته شده و در داخل یک بالن ژوژه که قبلاً در داخل آن 0.05 g از نورکاتالیست‌های سنتز شده وجود دارد، ریخته و به حجم رسانده می‌شود.

محلول به دست آمده حاوی 20 ppm آلاینده و 500 ppm نورکاتالیست می‌باشد که جهت بررسی فعالیت نورکاتالیستی نانوذرات این مقادیر ثابت در نظر گرفته شده است. محلول فوق الذکر وارد فتوراکتور می‌شود که توسط گاز اکسیژن، اختلاط محلول صورت خواهد گرفت. بعد از گذشت ۳۰ دقیقه (زمان رسیدن محلول به حالت پایدار جذب و واجدب) اولین نمونه را توسط سُرنگ (تقریباً به اندازه 8 ml) برداشته در داخل لوله آزمایش می‌ریزند که زمان صفر برای انجام فعالیت نورکاتالیستی در نظر گرفته خواهد شد.

بعد از نمونه‌برداری و با توجه به نوع آزمایش مورد نظر که می‌تواند بررسی اثر حضور نور مرئی (لامپ 500 W) و یا اشعه UV (W ۱۵ در ناحیه (UV-C)) باشد، فتوراکتور را مقابل لامپ در فاصله 1 cm قرار داده و هر 10 دقیقه یکبار نمونه برداری مشابه انجام می‌گیرد. نمونه‌های بدست آمده را سانتریفیوژ می‌کنند و به داخل



شکل ۱- طیف‌های XRD حاصل از نورکاتالیست‌های سنتز شده نمونه‌های سنتز شده: (الف)

(۱) 400°C ، (۲) 450°C ، (۳) 500°C ، (۴) 550°C ، (۵) 600°C ، (۶) 650°C ، (۷) 700°C ، (۸) 750°C ، (۹) 800°C ، (۱۰) 850°C ، (۱۱) 900°C ، (۱۲) 950°C ، (۱۳) 1000°C ، (۱۴) 1050°C ، (۱۵) 1100°C ، (۱۶) 1150°C ، (۱۷) 1200°C ، (۱۸) 1250°C ، (۱۹) 1300°C ، (۲۰) 1350°C ، (۲۱) 1400°C ، (۲۲) 1450°C ، (۲۳) 1500°C ، (۲۴) 1550°C ، (۲۵) 1600°C ، (۲۶) 1650°C ، (۲۷) 1700°C ، (۲۸) 1750°C ، (۲۹) 1800°C ، (۳۰) 1850°C ، (۳۱) 1900°C ، (۳۲) 1950°C ، (۳۳) 2000°C ، (۳۴) 2050°C ، (۳۵) 2100°C ، (۳۶) 2150°C ، (۳۷) 2200°C ، (۳۸) 2250°C ، (۳۹) 2300°C ، (۴۰) 2350°C ، (۴۱) 2400°C ، (۴۲) 2450°C ، (۴۳) 2500°C ، (۴۴) 2550°C ، (۴۵) 2600°C ، (۴۶) 2650°C ، (۴۷) 2700°C ، (۴۸) 2750°C ، (۴۹) 2800°C ، (۵۰) 2850°C ، (۵۱) 2900°C ، (۵۲) 2950°C ، (۵۳) 3000°C ، (۵۴) 3050°C ، (۵۵) 3100°C ، (۵۶) 3150°C ، (۵۷) 3200°C ، (۵۸) 3250°C ، (۵۹) 3300°C ، (۶۰) 3350°C ، (۶۱) 3400°C ، (۶۲) 3450°C ، (۶۳) 3500°C ، (۶۴) 3550°C ، (۶۵) 3600°C ، (۶۶) 3650°C ، (۶۷) 3700°C ، (۶۸) 3750°C ، (۶۹) 3800°C ، (۷۰) 3850°C ، (۷۱) 3900°C ، (۷۲) 3950°C ، (۷۳) 4000°C ، (۷۴) 4050°C ، (۷۵) 4100°C ، (۷۶) 4150°C ، (۷۷) 4200°C ، (۷۸) 4250°C ، (۷۹) 4300°C ، (۸۰) 4350°C ، (۸۱) 4400°C ، (۸۲) 4450°C ، (۸۳) 4500°C ، (۸۴) 4550°C ، (۸۵) 4600°C ، (۸۶) 4650°C ، (۸۷) 4700°C ، (۸۸) 4750°C ، (۸۹) 4800°C ، (۹۰) 4850°C ، (۹۱) 4900°C ، (۹۲) 4950°C ، (۹۳) 5000°C ، (۹۴) 5050°C ، (۹۵) 5100°C ، (۹۶) 5150°C ، (۹۷) 5200°C ، (۹۸) 5250°C ، (۹۹) 5300°C ، (۱۰۰) 5350°C ، (۱۰۱) 5400°C ، (۱۰۲) 5450°C ، (۱۰۳) 5500°C ، (۱۰۴) 5550°C ، (۱۰۵) 5600°C ، (۱۰۶) 5650°C ، (۱۰۷) 5700°C ، (۱۰۸) 5750°C ، (۱۰۹) 5800°C ، (۱۱۰) 5850°C ، (۱۱۱) 5900°C ، (۱۱۲) 5950°C ، (۱۱۳) 6000°C ، (۱۱۴) 6050°C ، (۱۱۵) 6100°C ، (۱۱۶) 6150°C ، (۱۱۷) 6200°C ، (۱۱۸) 6250°C ، (۱۱۹) 6300°C ، (۱۲۰) 6350°C ، (۱۲۱) 6400°C ، (۱۲۲) 6450°C ، (۱۲۳) 6500°C ، (۱۲۴) 6550°C ، (۱۲۵) 6600°C ، (۱۲۶) 6650°C ، (۱۲۷) 6700°C ، (۱۲۸) 6750°C ، (۱۲۹) 6800°C ، (۱۳۰) 6850°C ، (۱۳۱) 6900°C ، (۱۳۲) 6950°C ، (۱۳۳) 7000°C ، (۱۳۴) 7050°C ، (۱۳۵) 7100°C ، (۱۳۶) 7150°C ، (۱۳۷) 7200°C ، (۱۳۸) 7250°C ، (۱۳۹) 7300°C ، (۱۴۰) 7350°C ، (۱۴۱) 7400°C ، (۱۴۲) 7450°C ، (۱۴۳) 7500°C ، (۱۴۴) 7550°C ، (۱۴۵) 7600°C ، (۱۴۶) 7650°C ، (۱۴۷) 7700°C ، (۱۴۸) 7750°C ، (۱۴۹) 7800°C ، (۱۵۰) 7850°C ، (۱۵۱) 7900°C ، (۱۵۲) 7950°C ، (۱۵۳) 8000°C ، (۱۵۴) 8050°C ، (۱۵۵) 8100°C ، (۱۵۶) 8150°C ، (۱۵۷) 8200°C ، (۱۵۸) 8250°C ، (۱۵۹) 8300°C ، (۱۶۰) 8350°C ، (۱۶۱) 8400°C ، (۱۶۲) 8450°C ، (۱۶۳) 8500°C ، (۱۶۴) 8550°C ، (۱۶۵) 8600°C ، (۱۶۶) 8650°C ، (۱۶۷) 8700°C ، (۱۶۸) 8750°C ، (۱۶۹) 8800°C ، (۱۷۰) 8850°C ، (۱۷۱) 8900°C ، (۱۷۲) 8950°C ، (۱۷۳) 9000°C ، (۱۷۴) 9050°C ، (۱۷۵) 9100°C ، (۱۷۶) 9150°C ، (۱۷۷) 9200°C ، (۱۷۸) 9250°C ، (۱۷۹) 9300°C ، (۱۸۰) 9350°C ، (۱۸۱) 9400°C ، (۱۸۲) 9450°C ، (۱۸۳) 9500°C ، (۱۸۴) 9550°C ، (۱۸۵) 9600°C ، (۱۸۶) 9650°C ، (۱۸۷) 9700°C ، (۱۸۸) 9750°C ، (۱۸۹) 9800°C ، (۱۹۰) 9850°C ، (۱۹۱) 9900°C ، (۱۹۲) 9950°C ، (۱۹۳) 10000°C ، (۱۹۴) 10050°C ، (۱۹۵) 10100°C ، (۱۹۶) 10150°C ، (۱۹۷) 10200°C ، (۱۹۸) 10250°C ، (۱۹۹) 10300°C ، (۲۰۰) 10350°C ، (۲۰۱) 10400°C ، (۲۰۲) 10450°C ، (۲۰۳) 10500°C ، (۲۰۴) 10550°C ، (۲۰۵) 10600°C ، (۲۰۶) 10650°C ، (۲۰۷) 10700°C ، (۲۰۸) 10750°C ، (۲۰۹) 10800°C ، (۲۱۰) 10850°C ، (۲۱۱) 10900°C ، (۲۱۲) 10950°C ، (۲۱۳) 11000°C ، (۲۱۴) 11050°C ، (۲۱۵) 11100°C ، (۲۱۶) 11150°C ، (۲۱۷) 11200°C ، (۲۱۸) 11250°C ، (۲۱۹) 11300°C ، (۲۲۰) 11350°C ، (۲۲۱) 11400°C ، (۲۲۲) 11450°C ، (۲۲۳) 11500°C ، (۲۲۴) 11550°C ، (۲۲۵) 11600°C ، (۲۲۶) 11650°C ، (۲۲۷) 11700°C ، (۲۲۸) 11750°C ، (۲۲۹) 11800°C ، (۲۳۰) 11850°C ، (۲۳۱) 11900°C ، (۲۳۲) 11950°C ، (۲۳۳) 12000°C ، (۲۳۴) 12050°C ، (۲۳۵) 12100°C ، (۲۳۶) 12150°C ، (۲۳۷) 12200°C ، (۲۳۸) 12250°C ، (۲۳۹) 12300°C ، (۲۴۰) 12350°C ، (۲۴۱) 12400°C ، (۲۴۲) 12450°C ، (۲۴۳) 12500°C ، (۲۴۴) 12550°C ، (۲۴۵) 12600°C ، (۲۴۶) 12650°C ، (۲۴۷) 12700°C ، (۲۴۸) 12750°C ، (۲۴۹) 12800°C ، (۲۵۰) 12850°C ، (۲۵۱) 12900°C ، (۲۵۲) 12950°C ، (۲۵۳) 13000°C ، (۲۵۴) 13050°C ، (۲۵۵) 13100°C ، (۲۵۶) 13150°C ، (۲۵۷) 13200°C ، (۲۵۸) 13250°C ، (۲۵۹) 13300°C ، (۲۶۰) 13350°C ، (۲۶۱) 13400°C ، (۲۶۲) 13450°C ، (۲۶۳) 13500°C ، (۲۶۴) 13550°C ، (۲۶۵) 13600°C ، (۲۶۶) 13650°C ، (۲۶۷) 13700°C ، (۲۶۸) 13750°C ، (۲۶۹) 13800°C ، (۲۷۰) 13850°C ، (۲۷۱) 13900°C ، (۲۷۲) 13950°C ، (۲۷۳) 14000°C ، (۲۷۴) 14050°C ، (۲۷۵) 14100°C ، (۲۷۶) 14150°C ، (۲۷۷) 14200°C ، (۲۷۸) 14250°C ، (۲۷۹) 14300°C ، (۲۸۰) 14350°C ، (۲۸۱) 14400°C ، (۲۸۲) 14450°C ، (۲۸۳) 14500°C ، (۲۸۴) 14550°C ، (۲۸۵) 14600°C ، (۲۸۶) 14650°C ، (۲۸۷) 14700°C ، (۲۸۸) 14750°C ، (۲۸۹) 14800°C ، (۲۹۰) 14850°C ، (۲۹۱) 14900°C ، (۲۹۲) 14950°C ، (۲۹۳) 15000°C ، (۲۹۴) 15050°C ، (۲۹۵) 15100°C ، (۲۹۶) 15150°C ، (۲۹۷) 15200°C ، (۲۹۸) 15250°C ، (۲۹۹) 15300°C ، (۳۰۰) 15350°C ، (۳۰۱) 15400°C ، (۳۰۲) 15450°C ، (۳۰۳) 15500°C ، (۳۰۴) 15550°C ، (۳۰۵) 15600°C ، (۳۰۶) 15650°C ، (۳۰۷) 15700°C ، (۳۰۸) 15750°C ، (۳۰۹) 15800°C ، (۳۱۰) 15850°C ، (۳۱۱) 15900°C ، (۳۱۲) 15950°C ، (۳۱۳) 16000°C ، (۳۱۴) 16050°C ، (۳۱۵) 16100°C ، (۳۱۶) 16150°C ، (۳۱۷) 16200°C ، (۳۱۸) 16250°C ، (۳۱۹) 16300°C ، (۳۲۰) 16350°C ، (۳۲۱) 16400°C ، (۳۲۲) 16450°C ، (۳۲۳) 16500°C ، (۳۲۴) 16550°C ، (۳۲۵) 16600°C ، (۳۲۶) 16650°C ، (۳۲۷) 16700°C ، (۳۲۸) 16750°C ، (۳۲۹) 16800°C ، (۳۳۰) 16850°C ، (۳۳۱) 16900°C ، (۳۳۲) 16950°C ، (۳۳۳) 17000°C ، (۳۳۴) 17050°C ، (۳۳۵) 17100°C ، (۳۳۶) 17150°C ، (۳۳۷) 17200°C ، (۳۳۸) 17250°C ، (۳۳۹) 17300°C ، (۳۴۰) 17350°C ، (۳۴۱) 17400°C ، (۳۴۲) 17450°C ، (۳۴۳) 17500°C ، (۳۴۴) 17550°C ، (۳۴۵) 17600°C ، (۳۴۶) 17650°C ، (۳۴۷) 17700°C ، (۳۴۸) 17750°C ، (۳۴۹) 17800°C ، (۳۵۰) 17850°C ، (۳۵۱) 17900°C ، (۳۵۲) 17950°C ، (۳۵۳) 18000°C ، (۳۵۴) 18050°C ، (۳۵۵) 18100°C ، (۳۵۶) 18150°

جدول ۲- نتایج حاصل از محاسبات اندازه قطر نانو ذرات سنتز شده نمونه های سنتز شده: (۱) TiO_2 : (۲) (Au/TiO_2)

نمونه		اندازه کریستالی فاز آناناتاز			
		۴۰۰ °C	۴۵۰ °C	۵۰۰ °C	۵۵۰ °C
۱		۷/۳	۸/۸	۱۱/۲	۱۴/۵
۲		۷	۸	۹/۴	۱۲/۵

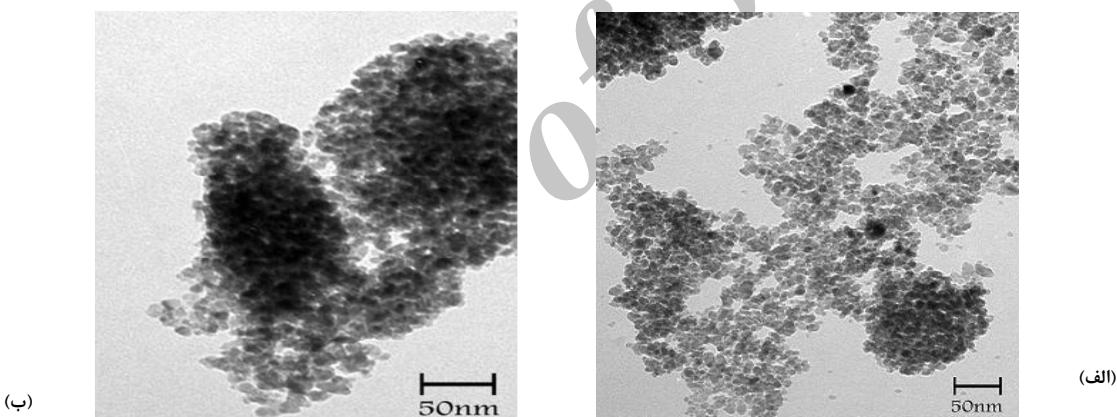
نمونه مشابه یکدیگر بوده و ۱۰ الی ۱۲ نانومتر ارزیابی می شوند.

۳-۳ بررسی عملکرد نور کاتالیست
با توجه به نمودار طیف جذبی رنگ Acid Red ۸۸ (شکل (۳))، طول موج مaksimum (λ_{max}) = ۵۱۵nm قابل محاسبه می باشد.

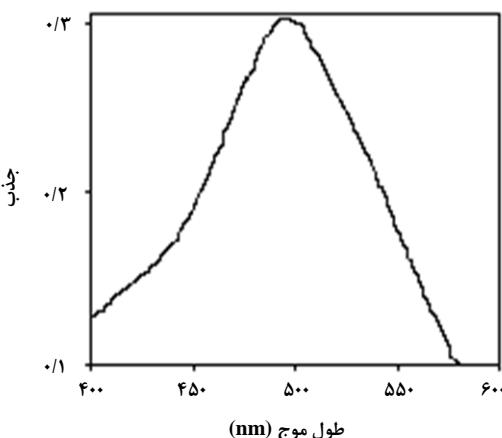
۲-۳ نتایج حاصل از TEM^۱

با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری Philips CM10 مجهر به دوربین ۳۵ میلی متری) شکل هندسی نانوذرات TiO_2 و (Au/TiO_2) بدست آمده است (شکل (۲)).

با توجه به تصاویر حاصل از TEM اندازه های تقریبی ذرات در هر دو



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از نمونه های سنتز شده (الف) ، (ب) (Au/TiO_2) ، TiO_2



شکل ۳- طیف (UV-Vis) محلول Acid Red ۸۸

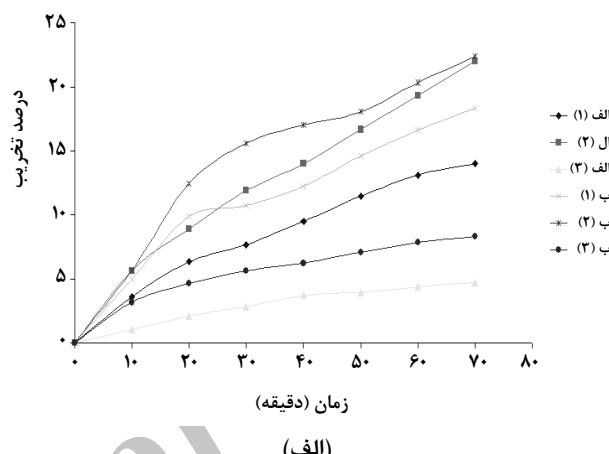
1. Transmission Electron Microscopy

اکسید تیتانیم می‌شود. همچنین می‌توان بر احتی مشاهده کرد که قطر ذرات با افزایش دما تکلیس رابطه مستقیم دارد بدین معنی که با افزایش دما قطر ذرات نیز افزایش می‌یابد و با در نظر گرفتن نمودارهای تخریب آلاینده بهترین دما تکلیس جهت سنتز نانوذرات 500°C می‌باشد که می‌تواند اندازه بهینه ($11/2\text{nm}$) برای TiO_2 و TiO_2/Au (برای $9/4\text{m}$) این نانوذرات را توجیه نماید. بالاخره اینکه دوپینگ TiO_2 توسط ذرات نانوی طلا با استفاده از روش احیای شیمیایی، تخریب نوری رنگ (Acid Red ۸۸) قابل ملاحظه‌ای را در مقایسه با TiO_2 دوپینگ نشده برای هر دو منبع تحریک نورانی (UV و نور مرئی) از خود نشان داده است.

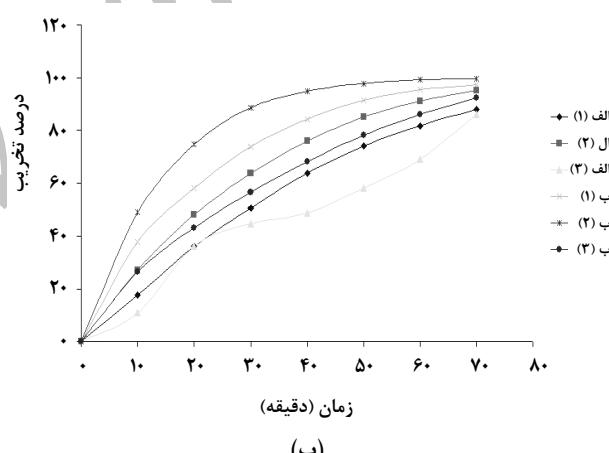
مراجع

- [1] H. Zollinger (ed.), "Color Chemistry, Synthesis, Properties and Applications of Organic Dyes and Pigments", 2nd Edition, VCH, Weinheim, (1991).
- [2] M. Anpo, M. Che, "Applications of Photoluminescence Techniques to the Characterization of Solid Surfaces in Relation to Adsorption, Catalysis, and Photocatalysis", *Adv. Catal.*, 44, 119-257, (1999).
- [3] J. Araña, J.M. Doña-Rodríguez, O. González-Díaz, E. Tello Rendon, J.A. Herrera Melian, G. Colon, J.A. Navío, J. Perez Peña, "Gas-phase ethanol photocatalytic degradation study with TiO_2 doped with Fe, Pd and Cu", *J. Mol. Catal. A-Chem.*, 215, 153-160, (2004).
- [4] N. Serpone, D. Lawless, J. Disdier, J.M. Herrmann, "Spectroscopic, photoconductivity, and photocatalytic studies of TiO_2 colloids: Naked and with the lattice doped with Cr^{3+} , Fe^{3+} , and V^{5+} cations", *Langmuir*, 10 (3), 643-652, (1994).
- [5] C.G. Wu, C.C. Chao, F.T. Kuo, "Enhancement of the photo catalytic performance of TiO_2 catalysts via transition metal modification", *Catal. Today*, 97, 103-112, (2004).
- [6] P. Pichat, J.M. Herrmann, J. Disdier, M.N. Mozzanega, H. Courbon, "Modification of the TiO_2 Electron Density by Ion Doping or Metal Deposit and Consequences for Photoassisted Reactions", *Stud. Surf. Sci. Catal.*, 19, 319-326, (1984).
- [7] A.W. Xu, Y. Gao, H.-Q. Liu, "The Preparation, Characterization, and their Photocatalytic Activities of Rare-Earth-Doped TiO_2 Nanoparticles", *J. Catal.*, 207, 151-157, (2002).
- [8] M.I. Litter, J.A. Navío, "Photocatalytic properties of iron-doped titania semiconductors", *J. Photochem. Photobiol. A*, 98, 171-181, (1996).
- [9] S.C. Chan and M.A. Bartea, "Preparation of highly uniform Ag/ TiO_2 and Au/ TiO_2 supported nanoparticle catalysts by photodeposition", *Langmuir*, 21, 5588-5595, (2005).
- [10] Jana, N.R., Wang, Z.L. and Pal, T., "Charge Distribution between UV-Irradiated TiO_2 and Gold Nanoparticles: Determination of Shift in the Fermi Level", *Langmuir*, 16, 2457-2463, (2000).

با در دست داشتن طول موج ماکسیمم و نیز با بهره‌گیری از روابط (بیر-لامبرت) و نیز با استفاده از منحنی درجه‌بندی بدست آمده از محلول‌های استاندارد آلاینده Acid Red ۸۸، غلظت‌های مربوط به هر لحظه از روند تخریب رنگ بدست آمد. درصد از بین رفتتن رنگ بر حسب گذشت زمان در اثر تابش دو منبع نور مرئی و پرتوهای UV از طریق شکل (۴) توصیف گردیده است.



(الف)



(ب)

شکل ۴- درصد تخریب Acid Red ۸۸ با گذشت زمان در حضور نور مرئی (a) و پرتوهای فرابنفش (b) (الف)
 TiO_2 (۲)، دماهای تکلیس: C (۱) 400°C ، (۲) 500°C ، (۳) 600°C

۴- نتیجه‌گیری

توصیف خواص نورکاتالیست‌های سنتز شده با استفاده از آزمون‌های XRD و TEM چگونگی پخش ذرات نانوی طلا را بر روی سطح TiO_2 را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده از XRD نشان دادند که نشاندن فلز طلا بر روی نانو ذرات TiO_2 باعث کاهش قطر ذرات دی