

شماره مقاله

precious6-
00670019

مقایسه خاصیت فوتوکاتالیستی Pt/TiO_2 و Au/TiO_2 برای اکسایش متیل سیکلوهگزان

رضوانه امراللهی بیوکی

گروه ماده چگال، دانشکده فیزیک، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

Amrollahir@iust.ac.ir *

چکیده

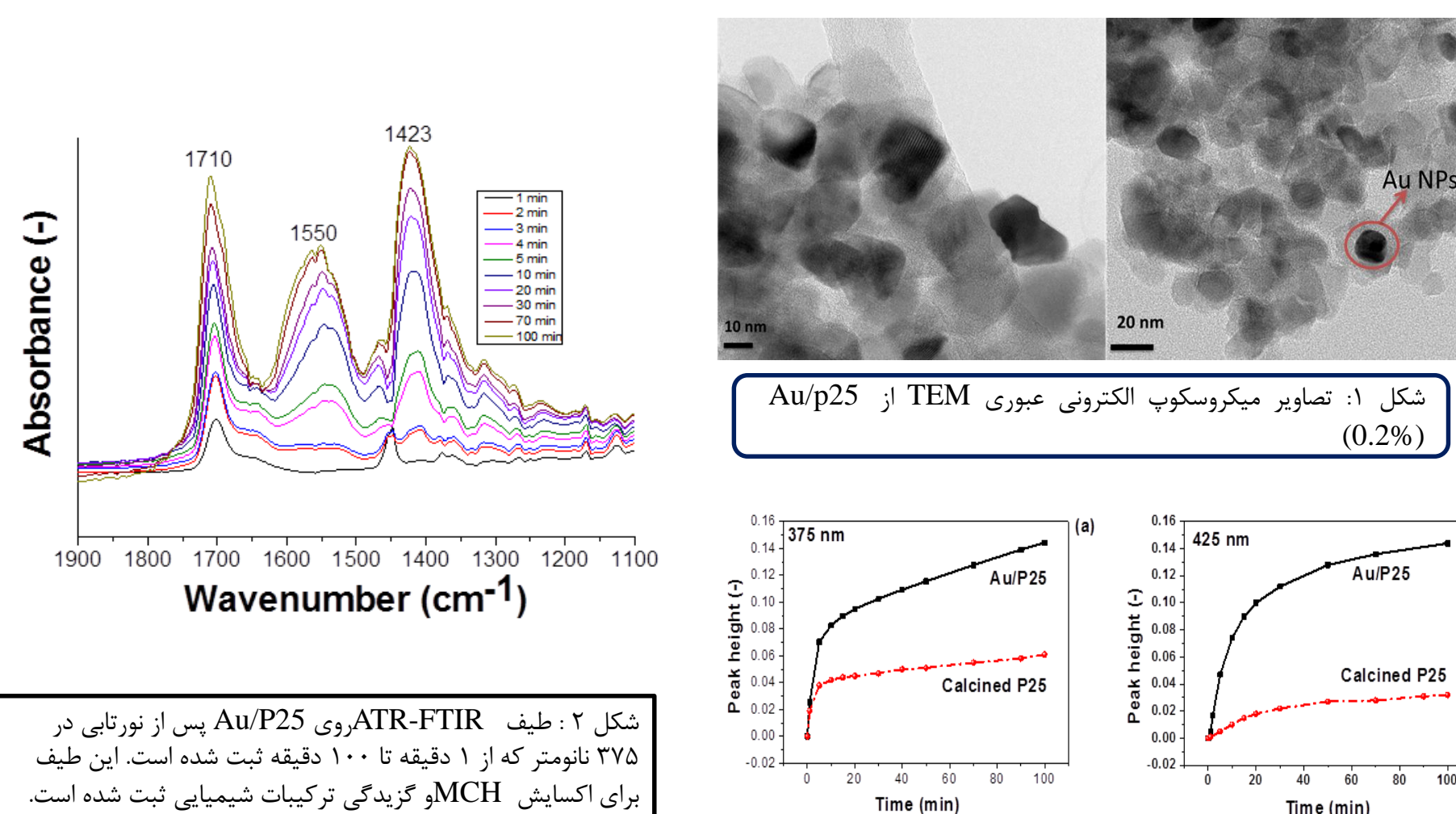
نانوذرات طلا ساخته شده به روش رسوب گذاری در فعالیت فوتوکاتالیستی $P25$ (TiO_2) برای اکسایش متیل سیکلوهگزان مورد ارزیابی قرار گرفتند. در ۳۷۵ و ۴۲۵ نانومتر، طلا به طور قابل توجهی فعالیت فوتوکاتالیستی $P25$ را افزایش داد. نرخ های این افزایش در Au/TiO_2 را با Pt/TiO_2 در ۳۷۵ و ۴۲۵ نانومتر مقایسه شد. در ۳۷۵ نانومتر، نانوذرات پلاتین اثرات کاتالیزوری بزرگتری نسبت به نانوذرات طلا ایجاد کردند، در حالی که افزایش سرعت تجزیه فوتوکاتالیستی توسط پلاتین بسیار کمتر از طلا در ۴۲۵ نانومتر بود. با توجه به عدم وجود فعالیت فوتوکاتالیستی در ۵۲۵ نانومتر، پدیده های پلاسمونی مبتنی بر طلا را در ۴۲۵ نانومتر به جای انتقال الکترون داغ، به انتقال انرژی رزونانس پلاسمون نسبت داده شد.

کلیدواژه: نانوذرات طلا و پلاتین، TiO_2 ، خاصیت فوتوکاتالیستی، انتقال انرژی رزونانس پلاسمون (PRET)

تیتانیم دی اکسید مطالعه شده ترین فوتوکاتالیست اکسید فلزی است و راه های زیادی برای ترکیب توده های و سطحی در مقالات برای افزایش فعالیت آن گزارش شده است. اخیراً، مطالعات بسیار جالبی در مورد یک روش اضافی برای ترویج فعالیت تیتانیم دی اکسید ناخالص شده گزارش شده است، یعنی استفاده از خواص جذب پلاسمون نانوذرات فلزی معمولاً نقره یا طلا، فعالیت افزایش یافته با ادغام ذرات پلاسمونی در لایه های فعال فوتوکاتالیستی برای واکنش های مختلف، از جمله واکنش های اکسایش (فاز گاز) مولکول های آلی و (فاز مایع) تقسیم آب گزارش شده است. دو پدیده در توضیح افزایش سرعت توسط ذرات پلاسمونی پیشنهاد شده است. تحریک پلاسمون منجر به یک میدان انرژی (انرژی تشدید پلاسمون) که به طور مثبت بر واکنش پذیری TiO_2 تأثیر می گذارد. این پدیده عمدتاً در صورتی مشاهده می شود که بین پلاسمون و جذب باند شکاف همپوشانی وجود داشته باشد. در این مطالعه، به اثر پلاسمونی احتمالی نانوذرات طلای ساخته شده به روش رسوب گذاری بر روی فعالیت فوتوکاتالیستی TiO_2 در یک واکنش اکسایش هیدروکربنی فاز مایع، یعنی تبدیل متیل سیکلوهگزان به متیل سیکلوهگزانون پرداخته می شود. فعالیت فوتوکاتالیستی $Au/P25$ توسط طیف سنجی ATR-FTIR (همزمان با آزمایش) مورد ارزیابی قرار گرفت. نشان داده خواهد شد که از میان طول موج های مورد بررسی (۳۷۵، ۴۲۵ و ۵۲۵ نانومتر)، نانوذرات طلا تنها در افزایش نرخها در ۳۷۵ و ۴۲۵ نانومتر مؤثر هستند.

اکسایش انتخابی MCH روی $P25$ در حضور یا عدم حضور نانوذرات طلا آزمایش شد. نشان داده شد که ذرات ۱۰ نانومتری طلا تأثیر مثبت زیادی بر نرخ فوتوکاتالیستی در اکسایش آلکان از $P25$ پس از نورتابی در ۴۲۵ نانومتر دارند. طول موجی که امکان تحریک همزمان کاتالیزور $P25$ و نانوذرات طلا را فراهم می کند. این اثر با اثر مثبت بسیار قوی تر طلا در ۴۲۵ نانومتر، در مقایسه با تحریک نانوذرات پلاتین، بدون در نظر گرفتن تأثیرات کاتالیزوری غالب تایید می شود. از آنجایی که تحریک در ۵۲۵ نانومتر منجر به فعالیتی برای واکنش مورد مطالعه نمی شود، اثر پلاسمونی به مکانیسم انتقال انرژی پلاسمون نسبت داده شد که نیاز به همپوشانی طیفی شکاف باند و جذب پلاسمون دارد و نه به تئوری «تزیق الکترون داغ».

طلا بر روی سطح $P25$ با ناخالص سازی ۰.۲ درصد وزنی توسط روش رسوب گذاری به دست آمد. تمام مراحل آماده سازی برای $P25$ در غیاب محلول طلا انجام شد کریستال $ZnSe$ پوشش داده شده با کاتالیزور مورد نظر در محفظه نمونه برداری طیف سنج قرار داده شد. ۲۰ میلی لیتر MCH با هوای خشک با سرعت ۸ میلی لیتر در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه با O_2 اشباع شد. متعاقباً، MCH اشباع شده با O_2 به لایه کاتالیزور اضافه شد و ترکیب توسط یک صفحه بالایی حاوی یک پنجره کوارتز محصور شد. قبل از آزمایش اکسایش فوتوکاتالیستی، جذب MCH روی پوشش کاتالیست به مدت ۱۰۰ دقیقه تحت نظر قرار گرفت. سپس، طیفی از MCH جذب شده روی پوشش جمع آوری شد و به عنوان طیف پس زمینه برای آزمایش های فوتوکاتالیستی استفاده شد.



[1] Yang, X.; Wang, Y.; Zhang, L.; Fu, H.; He, P.; Han, D.; Lawson, T.; An, X. The Use of Tunable Optical Absorption Plasmonic Au and Ag Decorated TiO_2 Structures as Efficient Visible Light Photocatalysts. *Catalysts* (2020), 10, 139.

[2] H. Zhang, X. Lv, Y. Li, Y. Wang, J. Li, P25-graphene composite as a high performance photocatalyst, *ACS Nano*, 4 (2010) 380-386.

[3] J. Yu, Q. Xiang, M. Zhou, Preparation, characterization and visible-light-driven photocatalytic activity of Fe-doped titania nanorods and first-principles study for electronic structures, *Applied Catalysis B: Environmental*, 90 (2009) 595-602.

[4] S.G. Kumar, L.G. Devi, Review on modified TiO_2 photocatalysis under UV/visible light: Selected results and related mechanisms on interfacial charge carrier transfer dynamics, *J Phys Chem A*, 115 (2011) 13211-13241.

[5] M.A. Henderson, A surface science perspective on TiO_2 photocatalysis, *Surface Science Reports*, 66 (2011) 185-297.