ساخت نانوساختارهای TiO_2 در فاز ترکیبی روتایل-آناتاس

ایزی، الهام ؛ ثابت داریانی، رضا

گروه فیزیک، دانشگاه الزهرا، تهران

چکیده

در این مقاله، نانو ساختارهای TiO_2 با استفاده از روش فاز محلول ساخته شد. در این روش در ابتدا، چند قطره محلول حاوی پودر دی اکسید تیتانیوم و اتانول بر روی زیر لایه کوارتز قرار گرفت. سپس در کوره افقی با استفاده از ماده منبع حاوی پودر تیتانیوم : کربن به نسبت ۱:۱ و استفاده از شارهای مختلف (۵۰، ۱۰۰، sccm ۱۵۰) گاز آرگون، سه نمونه ساخته شدند. هر سه نمونه بوجود آمدن نانو ساختار های TiO_2 در فاز ترکیبی روتایل- آناتاس را تایید کردند.

مقدمه

دی اکسید تیتانیم ازاکسیدهای فلزی است که درزندگی روزمره کاربرد فراوانی دارد. این ماده پودرسفید رنگی است که دارای سه فاز بلوری آناتاس، روتایل و بروکیت است. پودراین ماده به عنوان رنگدانه سفید درصنعت استفاده می شود. گاف انرژی نوع آناتاس این ماده حدود ۳/۲ الکترون ولت است که می تواند نور فرابنفش را جذب کند، از این خاصیت می توان به عنوان جاذب نورفرابنفش درکرم های ضد آفتاب استفاده کرد. تحقیقات نشان می دهد که ترکیبی ازساختار روتایل و آناتاس هم از ساختار روتایل و هم از ساختار آناتاس فعالیت بیشتری دارد. نانوذرات همانند یک شمشیر دو لبه دارای اثرات مفید و مضر می باشند[۱]. از اثرات مفید نانوذرات دی اکسید تیتانیوم می توان به کاربرد آن در صنایع، سطوح خود تمیز شونده، خاصیت ضد مه گرفتگی، تصفیه آب، هوا و یا پساب های شیمیایی، مصارف دارویی و پزشکی، مصارف آرایشی و بهداشت، صنعت چوب، صنعت نساجی، شناسایی مجرمین و ساختمان اشاره کرد. بعلت خواص فیزیکی و شیمیایی عالی اش، دی اکسید تیتانیوم، کاربردهای وسیعی در تولید هیدروژن، باتری های لیتیومی، پیل های سوختی، حسگرهای گازی، سم زدایی، فوتوولتائیک، کاتالیست های نوری و ابرخازن ها دارد [۲]. مورفولوژی سیم گونه، نه تنها سطوح بلوری بزرگ بوجود می آورند بلکه کانالهای محدود یک بعدی برای انتقال الکترون ها، فونون ها و فوتون ها فراهم می آورند [۳]. نانوسیم های TiO_2، کاندید برتری برای دستیابی به کارایی بالاتر در کاربردهایش نسبت به حالت بالکی اش دارد. برای مثال، الکترودهای بر پایه ی نانوسیم های TiO_2 می توانند سطح وسیع مؤثری برای دریافت فوتون ها و یا الکترون ها تأمین کنند [۲]. در این مقاله، به چگونگی ساخت و بررسی برخی خواص اپتیکی و مورفولوژی نمونه های نانوساختار TiO_2 که به روش تبخیر حرارتی در کوره تحت شار آرگون با شارهای مختلف ساخته شده است، پرداخته می شود.

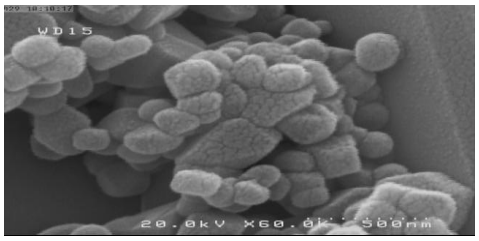
روش آزمایش

در این پژوهش قطعات کوارتز بعنوان زیرلایه، بترتیب با ماده ی شوینده: اتانول، استون و آب دو بار یونیده به کمک اولتراسونیک هر یک به مدت ۱۰ دقیقه شسته شدند. سپس مقدار ۰/۱ گرم دی اکسید تیتانیوم را با ۱ گرم از اتانول به مدت ۱۰ دقیقه در اولتراسونیک قرار داده و با استفاده از قطره چکان مقداری از سوسپانسیون را روی قطعات کوارتز چکانده و آن ها را زیر نور چراغ مطالعه به مدت ۱۰ دقیقه قرار دادیم تا اتانول موجود در سوسپانسیون تبخیر شود.

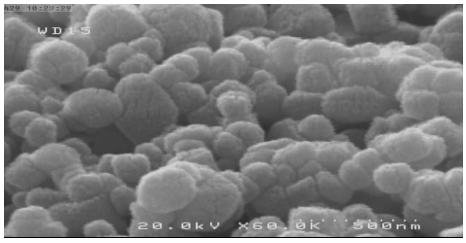
نتایج FTIR وجود TiO_2 را بر روی نمونه ها تایید کرده است. سپس مقدار ۱ گرم از Ti را با ۱ گرم از کربن مخلوط کرده و بصورت قرص در آوردیم. قرص را روی بوته کوارتز قرار داده و در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد و یکی از زیر لایه ها را در فاصله ۱۳ cm از منبع، یعنی در دمای ۸۵۰–۸۰۰ درجه سانتیگراد در داخل کوره افقی قرار داده و کوره را با آهنگ $20\ ^{\circ}C/min$ روشن نمودیم. پس از رسیدن دمای کوره به ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد گاز آرگون را با فشار 50 sccm وارد نمودیم. این آزمایش را برای دو نمونه دیگر با تفاوت فشار گاز آرگون تکرار نمودیم که برای نمونه دوم فشار گاز 100 sccm و نمونه سوم فشار گاز 150 sccm انتخاب گردید.

نتائج و بحث ها

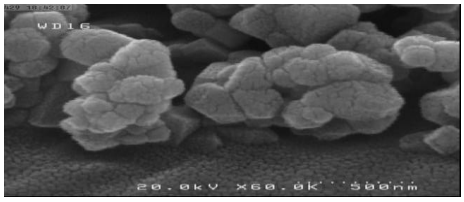
مشاهدات SEM: عکس های SEM هر سه نمونه در شکل ۱ آورده شده و مشخصات اندازه گیری شده از آن در جدول ۱ آمده است. مشخصات دستگاه SEM عبارت است از Hitachi S-4160. نتایج نشان می دهد با افزایش شار گاز آرگون نانوساختار های TiO_2 نازک تر و بلند تر شده اند. علت آن را اینطور می توان توصیف نمود که حضور شار بیشتر گاز آرگون باعث انتقال بیشتر ماده به سطح زیر لایه شده و لذا رشد آن ها به همراه ماده بیشتر انجام می گیرد. در این آزمایش، چون تمامی پارامترهای ساخت، بجز شار آرگون ثابت بوده اند، پس میتوان نتیجه گرفت که مقدار O_2 داخل محفظه ی واکنش نقش اساسی در رشد نانوساختارهای یک بعدی TiO_2 دارد. هنگامی که غلظت O_2 زیاد است یعنی شار آرگون کم باشد، رشد متوقف می شود و بخار Ti به آسانی با O_2 واکنش می دهد [۳]. بنابراین در این شرایط غلظت نسبتاً پایین O_2 لازم و ضروری است [٤ و ٥].



الف: نمونه ۱ در شار 50 sccm



ب: نمونه ۲ در شار 100 sccm



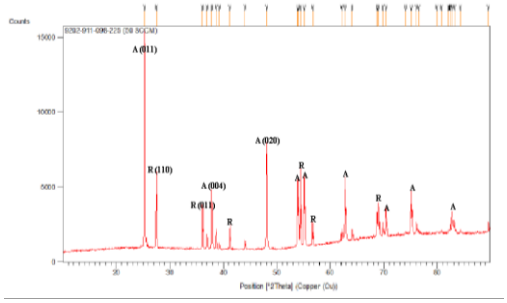
ج: نمونه ۳ در شار 150 sccm

شکل ۱: تصاویر SEM نانو ساختار های TiO_2 (الف)در شار 50 sccm (ب)در شار 100 sccm (ج)در شار 150 sccm

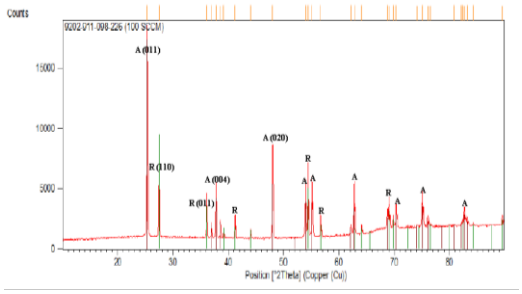
جدول۱ : مقادیر متوسط قطر و طول نمونه ها

نمونه	۱	۲	۳
شار گاز آرگون (sccm)	۵۰	۱۰۰	۱۵۰
قطر میانگین (nm)	۲٤۳	۱۷۵	۱٦۲
طول میانگین (nm)	۱۸۹	۲۲۹	۳۳۷

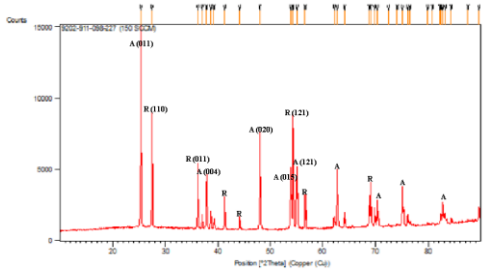
مشاهدات **XRD**: با توجه به شکل های XRD (شکل های ۲ و ۳ و ٤)، می توان نتیجه گرفت که کلیه نمونه ها دارای فاز روتایل- آناتاس هستند. مشخصات دستگاه XRD عبارت است از ExPert Pro MPD. ساخت این فاز ترکیبی از آن جهت حائز اهمیت است که می تواند برای ساخت سلول های خورشیدی حائز اهمیت باشد.



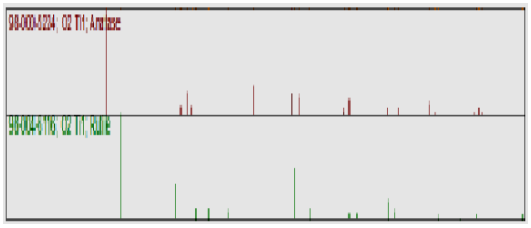
شکل ۲: تصویر SEM در شار 50 sccm



شکل ۳: تصویر XRD نمونه ۲ در شار 100 sccm



شکل ٤: تصویر نمونه ۳ در شار 150 sccm



شکل ٥: کارت شناسایی فازهای روتایل و آناتاس

تصاویر XRD نمونه ها را با استفاده از کارت شناسایی 98.000.5224 برای فاز آناتاس و کارت شناسایی 98.004.6116 برای فاز روتایل آنالیز نموده و همانطور که در شکلها مشاهده می شود فاز روتایل با افزایش شار آرگون دارای شدت بیشتری می شوند این بدین معنی است که فاز روتایل در ساختار بوجود آمده تقویت می شود.

نتیجه گیری

در این مقاله با استفاده از روش فاز محلول نانو ساختار های TiO_2 در حضور شارهای مختلف گاز آرگون رشد داده شدند. نتایج نشان داد که نمونه های بدست آمده دارای فاز ترکیبی روتایل- آناتاس هستند که برای کاربردهای سلول خورشیدی مورد توجه بسیاری هستند. ضمنا نمونه ۳ با توجه به جد.ل ۱ دارای ویژگی های نانو ساختار بهتری می باشد.

مرجع‌ها

[1] www.nano.ir
[2] J. Shi and X. Wang," Growth of Rutile Titanium Dioxide Nanowires by Pulsed Chemical Vapor Deposition", *J. Cryst. Growth* **11** (2011) 949–954.
[3] S. S. Amin, A.W. Nicholls and T. T. Xu1," A facile approach to synthesize single-crystalline rutile TiO2 one-dimensional nanostructures", *Nanotechnology* **18** (2007) 445609.
[4] S. K. Pradhan, P. J. Reucroft, F. Yang and A. Dozier,"Growth of TiO2 nanorods by metal organic chemical vapor deposition", *J. Crystal Growth*. **256** (2003) 83–88.
[5] Y.S. Park and J. S. Lee, "Morphology Control of Single Crystalline Rutile TiO2 Nanowires", *Bull. Korean Chem. Soc*. **32**, No.10 (2011) 3571-4.