



بررسی خواص اپتیکی نانو ذرات Cu_2O تولید شده به روش کلئوئید شیمیایی

مائده سنگل زاده، احمد مشاعی

دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده ی علوم پایه

چکیده - فیلم های نازک اکسید های مس Cu_2O به روش کلئوئید شیمیایی در دمای اتاق سنتز شد، و از آسکوربیک اسید به عنوان یک عامل کاهنده استفاده شد. آنالیز پراش پرتو x نشان داد که فاز مکعبی Cu_2O بدون هیچگونه ناخالصی تشکیل شد و از تیزی قله های الگوی پراش، می توان نتیجه گرفت که در صد بلورینگی نانو ذرات، بسیار بالا بوده است و با تحلیل $uv\text{-}vis$ مشخص شد که نانو ذرات Cu_2O به دو شکل نانو کره و نانو مکعب سنتز شده اند.

کلید واژه- کلئوئید شیمیایی، Cu_2O

Abstract: Thin foils of Copper (I) oxide (Cu_2O) have been synthesized at room temperature by using chemical colloid method of synthesis, and ascorbic acid has been applied as a reduction agent. Results of X-ray diffraction test showed that cubic phase of Cu_2O was formed without any impurity, and the sharpness of the peak of diffraction graphs proved that the percentage of crystallized nanoparticles was high. According to the results of $uv\text{-}vis$ adsorption, it was concluded that synthesized Cu_2O nanoparticles had both spherical and cubic forms.

Investigation of optical properties of Cu_2O nanoparticles produced by chemical colloid

Maedeh Songolzadeh, Ahmad Moshaii

Tarbiat Modarres University, School of Basic Sciences

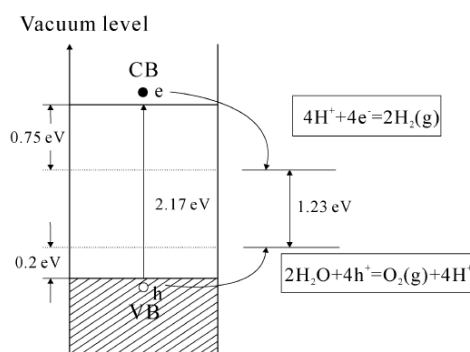
Abstract-

Keywords: Chemical colloid, Copper (I) oxide

۱- مقدمه

نیمه رساناهای اکسید فلزی به علت خواص منحصر به فردشان مورد توجه قرار گرفته‌اند. از ویژگی‌های آنها می‌توان به فرآیند ساخت نسبتاً ساده، فراوانی یافت در زمین، سازگاری با محیط زیست و ارزان بودن اشاره کرد.

از جمله مهم‌ترین این نیمه رساناهای فلزی اکسیدهای مس هستند که شامل مس(I) اکسید (Cu_2O) و مس(II) اکسید (CuO) می‌شوند. از ویژگی‌های Cu_2O می‌توان به قرمز رنگ بودن، ضریب جذب اپتیکی بالا در ناحیه $0.35-0.8 \mu\text{m}$ ، ولتاژ پایین برای اکسایش-کاهش آب، پایداری شیمیایی در تاریکی و تحت تابش نور اشاره کرد. ساختار مکعبی آن به شکلی است که در سلول واحد اتم‌های Cu موقعیت (000) و اتم‌های O موقعیت $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ را اشغال کرده‌اند. طول پیوند Cu-Cu برابر $3.01 \text{ \AA}$ و طول پیوند Cu-O برابر $1.85 \text{ \AA}$ و ثابت شبکه آن معادل $4.26 \text{ \AA}$ می‌باشد [1]. همچنین Cu_2O یک نیمه رسانای نوع p با گاف نواری مستقیم 2 eV است، که الکترون در یک گذار مستقیم از نوار ظرفیت جدا شده و بدون تغییر تکانه وارد نوار رسانش می‌شود. بنابراین از آن‌ها در ساخت سلول‌های خورشیدی لایه نازک با بازدهی بالای ۳۰٪ و کاربردهای فتوولتایی با راندمان تبدیل انرژی ۲۰٪ مورد استفاده قرار می‌گیرد [2]. براساس انرژی گاف نواری از نظر تئوری، بیشینه جریان نوری با 1.5 AM برای Cu_2O معادل 14.7 mA/cm^2 است، که مربوط به تبدیل نور خورشید به هیدروژن با بازدهی ۱۸٪ می‌شود. با توجه به شکل، نوارهای ظرفیت و رسانش آن سوار بر پتانسیل اکسایش کاهش آب هستند، علاوه بر این نوار رسانش 0.7 eV منفی تر از پتانسیل کاهشی آب می‌باشد که پتانسیل قوی تری را برای حرکت دادن گاز هیدروژن فراهم می‌کند.



روش‌های مختلفی برای سنتز اکسیدهای مس وجود دارد که می‌توان به الکتروپوزیشن، الکتروکودشیمیایی آندی، اکسیداسیون حرارتی با تبخیر فیلم نازک Cu و روش کلونید شیمیایی اشاره کرد. در این تحقیق از روش کلونید شیمیایی برای سنتز Cu_2O استفاده شد که دلیل آن سادگی، ارزانی، ایمنی و تکرارپذیری است [3].

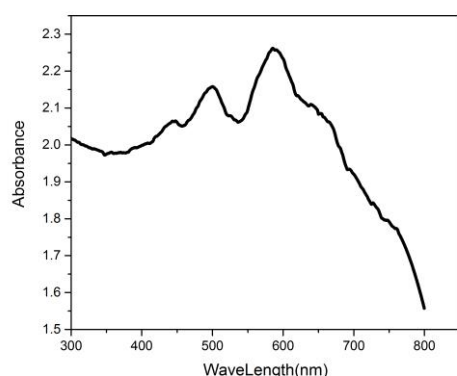
۲- روش انجام آزمایش

۲-۱- مواد مورد نیاز

استات مس ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, AR)، اسکوربیک اسید ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, AR) و سدیم هیدروکسید (NaOH , AR).

۲-۲- نحوه ی سنتز ماده

نانو ذرات Cu_2O با واکنش استات مس و اسکوربیک اسید در دماهای مختلف آماده می‌شود. به طوری که، 100 ml 0.25 g که معادل (0.005 g) از استات مس را در 100 ml آب دیونیزه حل می‌کنیم که تشکیل یک محلول آبی رنگ می‌دهد؛ از سوی دیگر 5 mmol که معادل (0.2 g) از سدیم هیدروکسید می‌باشد را در 20 ml آب دیونیزه حل می‌کنیم که تشکیل یک محلول بی رنگ را می‌دهد. سپس محلول استات مس را بر روی استیر با دور بسیار زیاد قرار داده و در دمای اتاق محلول سدیم هیدروکسید را قطره قطره به آن اضافه می‌کنیم. محلول هم زده شده تشکیل یک سوسپانسیون آبی رنگ را می‌دهد. از طرف دیگر، 1.75 mmol که معادل (0.132 g) از اسکوربیک اسید می‌شود را در 15 ml آب دیونیزه حل می‌کنیم که یک محلول شفاف حاصل می‌شود؛ حال محلول اسکوربیک اسید را با سرعت سه قطره در واحد ثانیه به سوسپانسیون آبی رنگ که بر روی استیر قرار داشت اضافه کردیم و مشاهده شد که رنگ سوسپانسیون از آبی به رنگ سبز تغییر می‌کند، در نهایت بعد از 30 min که محلول حاصل شده روی استیر ماند رنگ نهایی سوسپانسیون به قرمز تمایل پیدا می‌کند. محلول آماده شده را توسط سانتریفیوژ با دور 8000 rpm به مدت زمان 15 min از حلال جدا کردیم و بعد از آن سه بار با آب دیونیزه شستیم؛ سپس روی لام قرار داده تا در دمای اتاق خشک شود و پودر ماده ی مورد نظر به دست می‌آید [4], [5].



۲-۳- مشخصه یابی

ساختار کریستالی نانو ذرات Cu_2O با پراش پرتوی X، با به کار گیری طول موج کبالت با $\lambda = 1.78901 \text{ \AA}$ در 40 kV و 40 mA است.

۳- نتیجه گیری

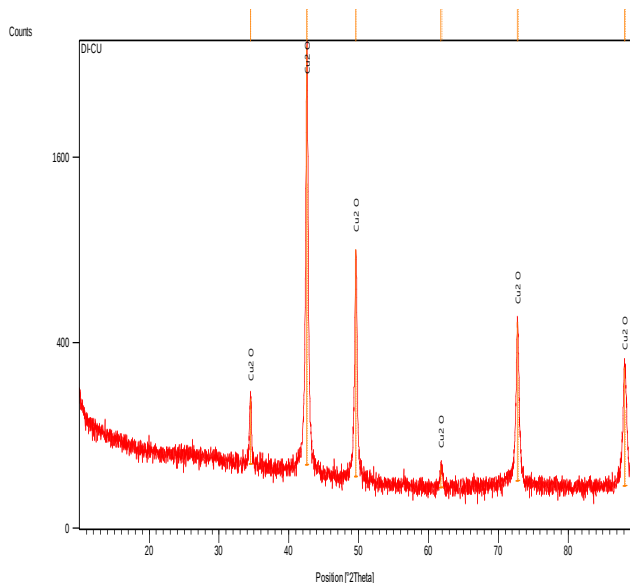
شکل زیر الگوی XRD فراورده های سنتز، زاویه ی 2θ در محدوده ی 10° - 80° نشان می دهد؛ که گویای تشکیل یک فاز مکعبی با ثابت شبکه ی $4.26 \text{ \AA}$ برای Cu_2O می باشد زیرا همانطور که در الگوی پراش مشاهده می شود شدت و موقعیت پیک هایی به دست آمده کاملاً با پیک های کارت استاندارد Cu_2O هم خوانی داند. با توجه به تیز بودن قله های الگوی پراش می توان نتیجه گرفت که در صد بلورینگی نانو ذرات، بسیار بالا بوده است.

سپاسگزاری

در اینجا از همه ی کسانی که در این پژوهش ما را یاری نمودند؛ به ویژه اعضای محترم بخش فیزیک دانشگاه تربیت مدرس کمال تشکر و قدردانی را داریم .

مراجع

- [1] ا. ساعی نظام، "سنتز نانو ذرات اکسید مس به روشهای مورفولوژی گذاری و سل-ژل و مقایسه نتایج دو روش"، ۱۳۹۰.
- [2] K. Limkralassiri, "Copper Oxide by Thermal Oxidation for Electrochemical Cells and Gas Sensors," 2013.
- [3] S. S. Sawant, A. D. Bhagwat, and C. M. Mahajan, "Synthesis of Cuprous Oxide (Cu_2O) Nanoparticles – a Review," *J. Nano- Electron. Phys.*, vol. 8, no. 1, pp. 1035-1-1035-5, 2016.
- [4] Y. Bai, T. Yang, Q. Gu, G. Cheng, and R. Zheng, "Shape control mechanism of cuprous oxide nanoparticles in aqueous colloidal solutions," *Powder Technol.*, vol. 227, pp. 35-42, Sep. 2012.
- [5] M. H. Huang and C.-Y. Chiu, "Achieving polyhedral nanocrystal growth with systematic shape control," *J. Mater. Chem. A*, vol. 1, no. 28, p. 8081, 2013.
- [6] Chen L, Zhang Y, Zhu P, Zhou F, Zeng W, Lu DD, Sun R, Wong C. Copper Salts Mediated Morphological Transformation of Cu_2O from Cubes to Hierarchical Flower-like or Microspheres and Their Supercapacitors Performances. Scientific reports. 2015 Apr 10;5.



همانطور که از آنالیز UV مشخص است نمونه ی مورد نظر قله نسبتاً تیزی در 560 nm از خود نشان داده است که دقیقاً با قله نانوکره های Cu_2O هم خوانی دارد، و قله ی کوچکتری در 450 nm قابل مشاهده است که مربوط به نانو ذرات مکعبی Cu_2O می شود. بنابراین از تحلیل uv-vis در میابیم که نانو ذرات Cu_2O به دو شکل نانو کره و نانو مکعب سنتز شده است [6].

