

سنتز نانوذرات اکسید مس به روش مکانیکی-فیزیکی (تخلیه الکتریکی)

پویان فالیزی¹، سعید پرهوده²، احمد افسری³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک-ساخت و تولید دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

2- استادیار فیزیک حالت جامد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

3- استادیار مهندسی مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

چکیده

در این پژوهش با استفاده از راکتور تحقیقاتی سنتز نانوذرات به روش مکانیکی-فیزیکی، که در ابتدا اقدام به طراحی و ساخت آن شده است و با ایجاد تخلیه الکتریکی ما بین دو الکترود مسی در اتمسفر خالص، نسبت به سنتز نانوذرات اکسید مس اقدام گردید. از نمونه های سنتز شده طیف پراش اشعه ایکس (XRD) و تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) تهیه شد. بر اساس داده های پراش اشعه ایکس، 92 درصد اکسید مس سنتز شده دارای ساختار بلوری مکعبی می باشند و 8 درصد باقی مانده دارای ساختار مونوکلینیک هستند. همچنین بر اساس اطلاعات بدست آمده از طیف های پراش، میانگین اندازه دانه ها (بلورک ها)، 20 نانومتر برآورد گردید. با توجه به تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه های سنتز شده دارای مورفولوژی کروی و اندازه هایی در حدود 10 تا 40 نانومتر می باشند.

واژه های کلیدی: نانوتکنولوژی، اکسید مس، تخلیه الکتریکی، سنتز.

1- مقدمه

اکسید مس یکی از پرکاربردترین مواد در دنیای علم و صنعت می باشد که ویژگی های جالب آن سبب شده است تا کاربردهای گوناگونی در شاخه های مختلفی داشته باشد [1-2]. از این ماده ارزشمند با گاف انرژی کوچک 1/2 الکترون ولتی [3] در موارد مختلفی همچون سنسورهای گازی [4]، کاتالیست ها [5]، قطعات نیمه رسانا [6]، سلول های خورشیدی [7]، باتریها [8]، و ... استفاده می شود. روش های متعددی همچون هیدروترمال [9]، خردایش مکانیکی [10]، انفجار سیم [11] و ... برای سنتز نانوذرات اکسید مس وجود دارد که هر یک دارای مزایا و معایب خاص خود می باشند.

در این پژوهش تلاش کردیم با استفاده از روشی جدید و مکانیکی و با طراحی و ساخت راکتور تحقیقاتی، بدون استفاده از محلول های

شیمیایی، با ایجاد تخلیه الکتریکی ما بین دو الکتروود در یک اتمسفر کنترل شده نسبت به سنتز نانوذرات اکسید مس اقدام کنیم.

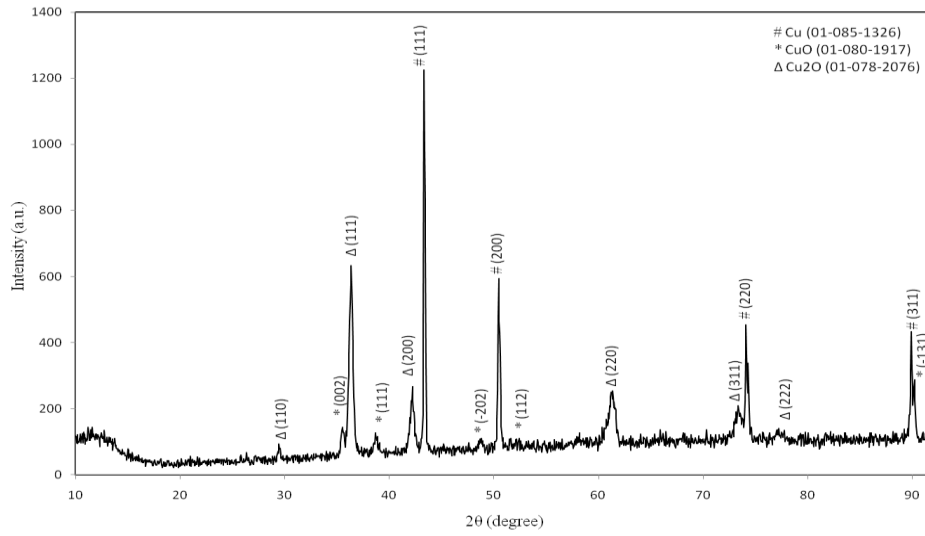
2. سنتز نانوذرات

جهت سنتز نانوذرات اکسید مس با استفاده از تخلیه الکتریکی، نیاز به محفظه ای بود که بتواند شرایط فیزیکی آن را به دلخواه تنظیم نمود. برای این منظور یک راکتور تحقیقاتی جهت ایجاد تخلیه الکتریکی در شرایط کنترل شده اتمسفری ساخته شد. این راکتور از محفظه ای استوانه ای شکل به حجم تقریبی 80 لیتر تشکیل شده بود که دو دریچه جهت مشاهده داخل راکتور در طرفین آن تعبیه شده بود. همچنین دو دریچه جهت تزریقی خوراک راکتور در دو سمت آن قرار داده شده بود.

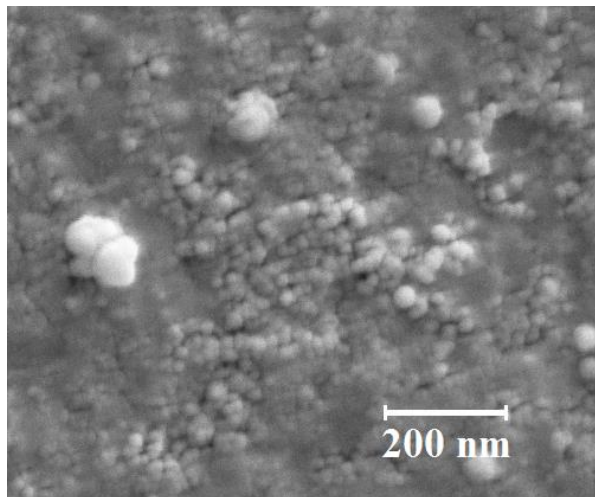
جهت سنتز نانوذرات اکسید مس با استفاده از تخلیه الکتریکی ابتدا پودر مس با استفاده از فرآیند قالب ریزی تحت فشار 10 بار ($1000kPa$) به شکل میله در آورده شد. سپس دو میله از میله های بدست آمده درون راکتور قرار داده شدند. با برقراری تخلیه الکتریکی در اتمسفری از اکسیژن خالص در فشار 1 بار ($100kPa$) و جریان 630 آمپر با ولتاژ ثابت نسبت به سنتز نانوذرات اکسید مس اقدام گردید.

3. آنالیز نمونه ها

ساختار مواد سنتز شده با استفاده از پراش پرتو ایکس (XRD) که با استفاده از یک دستگاه تفرق سنج به مدل D8 Bruker Advance مورد مطالعه قرار گرفت، شکل 1. همچنین مورفولوژی نمونه های سنتز شده با استفاده از یک دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) به مدل KYKY-EM3200 مورد بررسی قرار گرفت، شکل 2.



شکل 1- الگوی پراش اشعه ایکس XRD نمونه سنتز شده اکسید مس در فشار 1 بار (100kPa).



شکل 2 - تصویر میکروسکوپ الکترونی SEM از نمونه سنتز شده اکسید مس در فشار 1 بار (100kPa).

میانگین اندازه دانه ها با استفاده از رابطه ی دبابی شرر [12] بر اساس اطلاعات بدست آمده از پراش اشعه ی ایکس محاسبه گردید (رابطه ۱).

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

که در این رابطه D میانگین اندازه دانه ها^۱ (nm)، λ طول موج پرتو ایکس به کار رفته (0/154 nm)، β پهنای پیک ماکزیمم در نصف ارتفاع آن (FWHM) (درجه) و θ زاویه پراش (درجه) می باشد. با استفاده از محاسبات معلوم گردید که میانگین اندازه دانه ها در حدود 20 نانومتر می باشد.

10. نتیجه گیری

از مقایسه الگوی پراش اشعه ایکس با کارت های استاندارد پراش اشعه ایکس سنتز ترکیب اکسید مس مورد تأیید قرار گرفت. همچنین مقایسه الگوی پراش اشعه ایکس مواد سنتز شده نشان دادند که در مواد سنتز شده هر دو فاز مونوکلینیک و کیوبیک اکسید مس سنتز شده است. البته با توجه به داده های پراش اشعه ایکس تقریباً 92 درصد نانوذرات سنتز شده دارای ساختار کیوبیک می باشند و تنها 8 درصد از نمونه های سنتز شده دارای ساختار مونوکلینیک هستند. همچنین در نمونه سنتز شده مقداری مس خالص نیز یافت شد.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM نشان دادند که نانوذرات سنتز شده دارای شکل کروی می باشند. همچنین این تصاویر نشان دادند که اندازه ذرات در حدود 10 تا 40 نانومتر می باشد (شکل 2). همچنین ثابت گردید که محصول سنتز شده با این روش نسبت به روش های شیمیایی، به صورت کاملاً خشک و خالص با موفقیت سنتز شده است.

11. قدردانی

در این پژوهش از خانم ها لیلیا چراغی، الهام رضانی کارشناسان آزمایشگاه نانو ساختارهای گروه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز به دلیل همکاری صمیمانه شان در انجام پاره ای از آزمایش ها، همچنین آقایان مهندس یدالله صالحی و مهندس علی کاردان تکنسین های کارگاه تراشکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز به خاطر کمک های بی دریغشان در ساخت رآکتور تحقیقاتی کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

مراجع

1. H. H. Kung, Transition Metal Oxides: Surface Chemistry and Catalysis, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1989.
2. F. Wells, Structural Inorganic Chemistry, Oxford University Press, 6th edition, New York, NY, USA, 1987.

¹ Crystallite size.

3. F. Bayansal, H.A. Cetinkara, S. Kahraman, H.M. Cakmak, H.S. Guder, "Nano-structured CuO films prepared by simple solution methods: Plate-like, needle-like and network-like architectures", *Ceramics International*, Vol. 38, pp.1859–1866, 2012.
4. P. Poizot, S. Laruelle, S. Grugeon, L. Dupont, J.M. Tarascon, "Nano-sized transition-metal oxides as negative-electrode materials for lithium-ion batteries", *Nature*, Vol. 407, pp. 496, 2000.
5. T. Ishihara, M. Higuchi, T. Takagi, M. Ito, H. Nishiguchi, T. Takita, "Preparation of CuO thin films on porous BaTiO₃ by self-assembled multibilayer film formation and application as a CO₂ sensor", *Journal of Materials Chemistry*, Vol. 8, pp. 2037, 1998.
6. M. Singhai, V. Chhabra, P. Kang, D.O. Shah, "Synthesis of ZnO nanoparticles for varistor application using Zn-substituted aerosol or microemulsion", *Materials Research Bulletin*, Vol. 32, pp. 239, 1997.
7. H. Cao, S.L. Suib, "Highly efficient heterogeneous photooxidation of 2-propanol to acetone with amorphous manganese oxide catalysts", *Journal of the American Chemical Society*, Vol. 116, pp. 5334, 1994.
8. L.B. Chen, N. Lu, C.M. Xu, H.C. Yu, T.H. Wang, "Electrochemical performance of polycrystalline CuO nanowires as anode material for Li ion batteries", *Electrochimica Acta*, Vol. 54, pp. 4198, 2009.
9. M. Faisal, S.B. Khan, M.M. Rahman, A. Jamal, A. Umar, "Ethanol chemi-sensor: Evaluation of structural, optical and sensing properties of CuO nanosheets", *Materials Letters*, Vol. 65, pp. 1400, 2011.
10. R.A. Borzi, S.J. Stewart, R.C. Mercader, G. Punte, F. Garcia, "Magnetic behavior of nanosized cupric oxide", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Vol. 1513, pp. 226–230, 2001.
11. M. Z. Kassaee, M. Ghavami, and E. Motamedi, "Open air exploding arc synthesis of nano Cu and Cu₂O", *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 20, no. 1, pp. 677–680, 2008.
12. D.P. Dubal, G.S. Gund, C.D. Lokhande, R. Holze, "CuO cauliflowers for supercapacitor application: Novel potentiodynamic deposition", *Materials Research Bulletin*, Vol. 48, pp. 923–928, 2013.