بیست و پنجمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و یازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شیراز،
شیراز، ایران.
۹-۱۱ بهمن ۱۳۹۷

رنگ بری متیلن بلو به کمک خواص اپتیکی و فوتوکاتالیستی منگنایت آلاییده شده با باریم

شادی اسماعیلی باغ ابریشمی[۱]، محمد حسین احسانی[۲]

۱. دانشجو، دانشکده فیزیک دانشگاه سمنان، shadi.esmaeili72@yahoo.com

۲. استادیار، دانشکده فیزیک دانشگاه سمنان، ehsani@semnan.ac.ir

چکیده – نانوذرات$La_{0.7}Ba_{0.3}MnO_3$ (LBMO) به کمک تابش امواج مایکروویو تهیه گردیدند. خواص فیزیکی این نانوذرات به کمک روشهای مرسوم مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که نمونه ها به لحاظ ساختاری به صورت رومبوهدرال رشد کرده و در مقیاس نانومتری بلورینه شده اند. خواص اپتیکی نانوذرات به کمک طیف سنج نور مرئی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تحلیل طیف جذب نمونه نشان داد که این ترکیب دارای گاف نواری در محدوده نور مرئی (۲,۴۱ الکترون ولت) است. همچنین بررسی خواص فوتوکاتالیستی نمونه های تهیه شده برای رنگ بری رنگزای متیلن بلو نشان داده که این ترکیب می تواند ماده مناسبی به منظور حذف این آلاینده پایدار در پسآبهای صنعتی باشد.

کلید واژه- خواص اپتیکی، فوتوکاتالیست، گاف نواری، منگنایت و نانوذرات

Methelen Blue degredation by optical properties and photocatalytic activity of Ba- doped Manganite

Esmaeili Baghabrishami, Shadi[1] , Ehsani, Mohammad Hossein[2]

1. Student, Department of Physics, University of Semnan, shadi.esmaeili72@yahoo.com

2. Assistant professor, Department of Physics, University of Semnan, ehsani@semnan.ac.ir

Abstract- Nanoparticles $La_{0.7}Ba_{0.3}MnO_3$ (LBMO) were prepared by microwave radiation. The physical properties of these nanoparticles were studied by conventional methods. The results showed that the specimens were grown in rhombohedral and crystallized in nanometer scale. Optical properties of nanoparticles were studied by a visible light spectrophotometer. Absorption analysis results showed that this compound has a band gap in the visible light range (2.41 eV). Also, the study of the photocatalytic properties of samples prepared for methylene decolorization showed that this compound could be a suitable material for the removal of this persistent pollutant in industrial effluents.

Keywords: Optical properties, Photocatalyst, Band gap,Manganites, Nanoparticles

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]

مقدمه

افزایش تقاضا و کمبود منابع آب تمیز به علت رشد سریع صنعتی سازی و خشکسالی های بلند مدت به یک معضل در سراسر جهان تبدیل شده است. به منظور جلوگیری از کاهش آب آشامیدنی، فناوری های پیشرفته با هزینه کم و با کارایی بالا برای تصفیه فاضلاب های صنایع توسعه یافتند. بنیاد و اساس این روش براساس تولید موضعی از گونه های بسیار واکنش پذیر (به عنوان مثال $OH^{\cdot}$, H_2O_2, O_2^{-}) برای کانی سازی ترکیبات آلی مقاوم و محصولات جانبی ضدعفونی هستند[۱]. منگنایت ها که شامل اکسیدهای منگنز می باشند می توانند در این حوزه نیز مورد توجه باشند. این دسته مواد دارای فرمول عمومی $A_{1-x}B_xMnO_3$ بوده که در آن A از عناصر گروه خاکی نادر مانند La، Nd، و...و B از عناصر گروه آلکالین ها مانند Ca، Sr و.. یا یون های دوظرفیتی می باشد[۲]. منگنایتها به کمک روشهای متعددی همچون روش حالت جامد، سل ژل، و هیدورترمال ساخته می شوند. در این مقاله از روش مایکروویو برای ساخت نانوذرات استفاده گردیده است. از مزایای این روش میتوان به ارزان بودن، کوتاه بودن زمان ساخت نمونه اشاره کرد.

روش انجام آزمایش

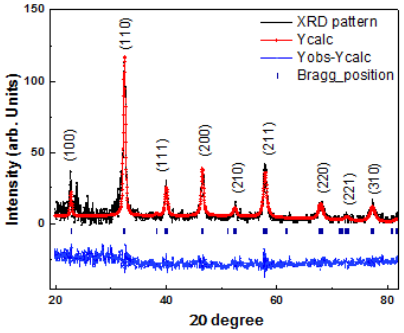
جهت تهیه نانوذرات منگنایت آلاییده با باریم به روش مایکروویو از مواد اولیه با خلوص بالا شامل نیترات لانتانیوم ($La(NO_3)_3.6H_2O$)، نیترات باریوم ($Ba(NO3)_2.3H_2O$) و نیترات منگنز ($Mn(NO_3)_3.4H_2O$) استفاده شده است. مواد اولیه مطابق استیوکیومتری مورد نظر در ۱۰ سی سی آب مقطر دی یونیزه شده حل گردید. pH اندازه گیری شده در این مرحله عدد ۶ بود. در ادامه این محلول درون مایکروویو به مدت ۶ دقیقه تحت امواج مایکروویو قرار داده شد . پودر خاکستری رنگی بدست آمده به مدت ۶ ساعت در دمای ۸۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس برای بررسی خواص فتوکاتالیستی نانوذره بدست آمده، محلول آماده شده را با حضور کاتالیست به مدت ۳ ساعت تحت تابش نور مرئی قرار داده و هر ۱۰ دقیقه یک بار از آن تست uv گرفته شد. در این آزمایش pH محلول ۱۰ در نظر گرفته شده است.

بحث و نتایج

شکل ۱ الگوی پراش اشعه ایکس نانوپودر ساخته شده را نشان می‌دهد. این الگوی توسط دستگاه پرتو اشعه ایکس مدل Bruker D8 ساخت آلمان اندازه گیری شده است. قله های مشاهده شده در این نمونه مطابق با ساختار پروسکایتی اندیس گذاری شده اند. اندازه ی بلورکها با استفاده از فرمول دبای شرر و مطابق با معادله ی زیر حدود ۱۷نانومتر بدست آمد[۳].

$$D = \frac{k\lambda}{\beta\cos\theta} \qquad (1)$$

داده ها به کمک نرم افزار fullprof برازش داده شده و نتایج حاصل از برازش در جدول شماره ی ۱ گزارش شده است.

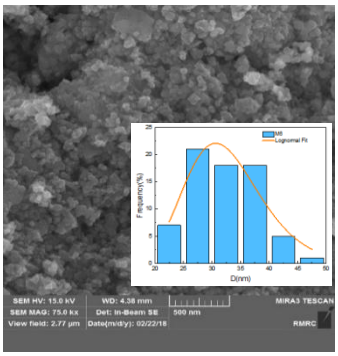


شکل ۱: الگوی پراش پرتو ایکس نمونه ی LBMO به همراه برازش ریتویلد

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]

نتایج نشان می‌دهد نمونه دارای ساختار لوزی رخ با گروه فضایی R-3c میباشد. برای بررسی بهتر ساختار نانوذرات از آن آنالیز FESEM گرفته شد و تصویر بدست آمده در ابعاد ۵۰۰ نانومتری را در شکل ۲ مشاهده می کنیم. در این مقاله از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی، مدل MIRA3TESCAN-XMU استفاده شده است.



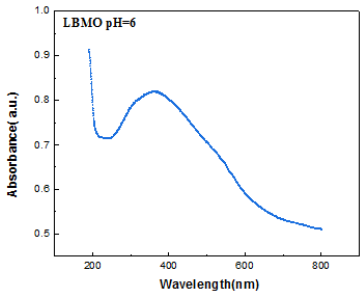
شکل۲: تصویر FESEM نمونه ی LBMO تهیه شده به روش ماکروویو

به منظور بررسی دقیق تر اندازه ی نانوذرات از نرم افزار Digimizer کمک گرفته و داده های جمع آوری شده را با تابع log-normal برازش میدهیم. طبق نتایج حاصل از برازش اندازه ذرات و انحراف معیار آن را بدست می آوریم[۴]. نتایج بدست آمده در جدول شماره ی ۱ گزارش شده است به طوریکه $\langle D \rangle$ و σ به ترتیب قطر متوسط و پراکندگی نمونه ها را نشان میدهد.

جدول ۱: ثابتهای شبکه، اندازه ذرات و انحراف معیار

پارامترها	LBMO
a=b (Å)	۵/۵۱
c (Å)	۱۳/۵۷
V(Å^3)	۳۵۶/۵۵
$\langle D \rangle_{XRD}$ (nm)	۱۷/۰۶
$\langle D \rangle_{SEM}$ (nm) $(\pm\sigma_D)$	۳۲/۷۳±۶/۹۸

برای بررسی خواص اپتیکی، طیف جذب نمونه با غلظت 60ppm ماده در آب دوباریونیزه در طول موج مرئی-فرابنفش توسط دستگاه اسپکتروفتومتر فرابنفش-مرئی مدل UV 1650 شرکت شیمادزو ساخت ژاپن، اندازه گیری شده و نتیجه ی آن در شکل۳ نمایش داده شده است. همانطور که در شکل میبینید طبق قله مشاهده شده بیشترین جذب نمونه در طول موج حدود ۳۹۰ نانومتر می‌باشد.

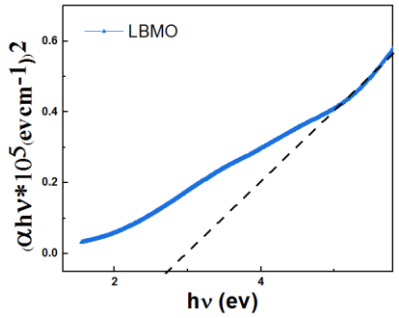


شکل ۳:طیف جذب نمونه LBMO

به کمک رابطه‌ی تاک میتوان گاف نواری ترکیب را بدست آورد[۵].

$$(\alpha h\nu)^2 = A(h\nu - E_g) \qquad (۲)$$

که در این رابطه A مقدار ثابت، α ضریب جذب، h ثابت پلانک و E_g انرژی گاف نواری می باشد. برای محاسبه ی گاف نواری همانطور که در شکل ۴ مشاهده میکنید باید نمودار $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب hν رسم گردد. مقدار گاف نواری از برخورد خط راست مماس بر منحنی با محور $x\ (\alpha = 0)$ (محل قطع آن با نمودار)، ۲/۴۱ eV تخمین زده شد.



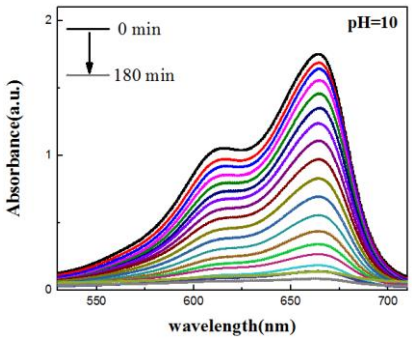
شکل ۴: نمودار $(\alpha h\nu)^2$برحسب hν در نمونه LBMO

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]

مشاهده جذب بالا در طول موج محدوده ناحیه مرئی و همچنین تخمین گاف نواری، این ترکیب می تواند کاندید مناسب در استفاده به عنوان جاذب در فعالیت های فوتوکاتالیستی حائز اهمیت باشد.

به منظور بررسی فعالیت فوتوکاتالیستی این آزمایش بر روی رنگزای متیلن بلو در pH=۱۰ تحت تابش نور مرئی قرار گرفت. طیف جذب نمونه بعد از گذشت زمان مشخص شده در شکل ۵ نشان داده شده است.

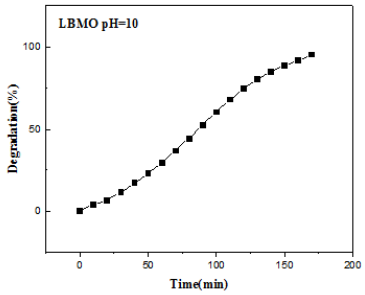


شکل ۵: منحنی جذب بر حسب طول موج در ۱۸۰ دقیقه

میتوان پیشرفت واکنش یا میزان تخریب آلاینده را طبق رابطه ۳ بدست آورد[۶].

$$D = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100 \qquad (۳)$$

که در این معادله D میزان تخریب، A_0 میزان جذب اولیه و A جذب را نشان میدهد. در شکل زیر نمودار درصد تخریب برحسب زمان گزارش شده است.



شکل ۶: منحنی میزان درصد تخریب بر حسب زمان

طبق منحی بالا نتایج بدست آمده نشان میدهد که در مدت ۱۸۰ دقیقه به میزان ۹۵/۴۷٪ تخریب صورت گرفته است.

نتیجه‌گیری

دراین پژوهش نمونه منگنایت LBMO به روش مایکروویو تهیه شد. بررسی الگوی پراش پرتو ایکس تشکیل ساختار پروسکایتی نمونه را نشان میدهد. مطالعه ی آنالیز FESEM رشد ذرات به صورت همگن و در ابعاد حدود ۳۳ نانومتری را نشان می دهد. همچنین بررسی خواص اپتیکی نمونه جذب اپتیکی بالای آن در بازه طول موج مرئی را نشان داده که این ویژگی استفاده از این نانو ذره در کاربردهایی نظیرخواص فوتو کاتالیسیتی را امکان پذیر می‌سازد. طبق نتایج فوتوکاتالیستی بدست آمده که بر روی رنگزای متیلن بلو تحت تابش نور مرئی در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه انجام شده است، تخریب ۹۵/۴۷٪ را نشان میدهد.

مرجع‌ها

[1]. Lu, Jinfeng, et al. "Evaluation of disinfection by-products formation during chlorination and chloramination of dissolved natural organic matter fractions isolated from a filtered river water,2009

[2]. Arabi, A., M. Fazli, and M. H. Ehsani. "Synthesis and characterization of calcium-doped lanthanum manganite nanowires as a photocatalyst for degradation of methylene blue solution under visible light irradiation ,2018

[3].Rezaei,N and M. H. Ehsani "An Investigation on Magnetic-Interacting Fe 3 O 4 Nanoparticles Prepared by Electrochemical Synthesis Method,2018

[4]. Raoufi, T., M. H. Ehsani, and D. Sanavi Khoshnoud. "Critical behavior near the paramagnetic to ferromagnetic phase transition temperature in La0. 6Sr0. 4MnO3 ceramic, 2017

[5]. Arabi, A., M. Fazli, and M. H. Ehsani. "Tuning the morphology and photocatalytic activity of La0. 7Ca0. 3MnO3 nanorods via different mineralizer-assisted hydrothermal syntheses,2017.

[6].Afje, F. Rahmani and M. H. Ehsani,"Size-dependent photocatalytic activity of La0. 8Sr0. 2MnO3 nanoparticles prepared by hydrothermal synthesis,,2018

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-30]