بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک
ایران و چهاردهمین کنفرانس مهندسی و
فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه شهید چمران
اهواز، خوزستان، ایران.
۱۴-۱۲ بهمن ۱۴۰۰

تهیه و مشخصه‌یابی اپتیکی نمونه کلوئیدی ترکیب $Y_6(NO_3)_3O(OH)_{8.16}H_2O$ آلاییده شده توسط یون نئودمیوم

محمد مهدی ارغوان*[۱]، مرتضی ساسانی قمصری[۲]، امیر عباس صبوری دودران[۳] و محمد رضا گائینی[۴]

[۱و۳]دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور تهران
[۲]پژوهشکده فوتونیک و فناوری‌های کوانتومی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران
[۴]گروه اپتیک و لیزر، بخش فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس
*m.arghavan@sutech.ac.ir

چکیده – امروزه عناصر خاکی کمیاب و ترکیب‌های حاوی آن‌ها کاربردهای مهمی پیدا کرده و به همین دلیل توجه فراوانی را نیز به خود جلب نموده‌اند. از جمله کاربردهای مهم آنها را می‌توان به استفاده این ترکیب‌ها در تصویربرداری زیستی و ادوات اپتوالکترونیک اشاره داشت. در این مقاله سعی شده است تا پس از تهیه و تولید ترکیب خوشه‌ای حاوی ایتریوم با فرمول شیمیائی $Y_6(NO_3)_3O(OH)_{8.16}H_2O$، خواص اپتیکی آن نیز با استفاده از طیف سنجی‌های فوتولومینسانس، FTIR، XRD و طیف جذبی بررسی گردد. نتیجه‌های بدست آمده نشان از تشکیل پیوندهای N-H، OH و Y-O، خلوص و حضور ایتریوم و نئودمیوم در نمونه بدست آمده دارد.

کلید واژه- ایتریوم، ترکیبات خوشه‌ای، عناصر کمیاب خاکی

Preparation and Optical Characterization of $Y_6(NO_3)_3O(OH)_{8.16}H_2O$ Colloidal Sample Doped with Nd^{+3}

M.M. Arghavan[۱], M. Sasani Ghamsari[۲], A.A. Sabouri Dodaran[۳], M.R. Gaeeni[۴]

[۱،۳]Basic Science School, Payam Noor University, Tehran, Iran
[۲]Photonics and Quantum Technologies Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Tehran, Iran
[۳]Department of Physics, Optics and Laser, Faculty of Basic Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
* m.arghavan@suthech.ac.ir

[Downloaded from opsi.ir on 2026-10-13]

Abstract- Today, rare earth elements and their complexes have important applications and for this reason, they have attracted a lot of attention. Among their important applications, they are applied in bioimaging and optoelectronic devices. In this paper, after preparing combination of yttrium-containing clusters with the chemical formula of $Y_6(NO_3)_3O(OH)_{8.16}H_2O$, its optical properties have been investigated using photoluminescence, FTIR, XRD and absorption spectroscopy. The results show the formation of N-H, OH and Y-O bonds, purity and the presence of yttrium and neodymium in the sample.

Keywords: Clusters, Rare earth, Yttrium

مقدمه

عناصر خاکی کمیاب از جمله ایتریم، اسکاندیم و لانتانیدها کاربردهای بالقوه‌ای در بسیاری از زمینه‌ها مانند کاربردهای پزشکی، نوری و اپتوالکترونیک دارند [۱-۳]. این عناصر در تصویربرداری زیستی، حسگرها، دستگاه‌های نوری از جمله نمایشگرها، دیودهای نورانی(LED) ، لیزرها و تقویت‌کننده‌های نوری استفاده می‌شوند [۴-۷]. امروزه از عناصر خاکی کمیاب در انواع مختلف اکسیدها، اکسی‌سولفید، اکسی‌سولفات، اکسی‌نیترید، نیتریدها، و....استفاده می‌گردد[۸-۱۰]. ترکیبات خوشه‌ای چند هسته‌ای عناصر خاکی کمیاب نیز یکی از گونه‌های مختلف این عناصر هستند که به سبب کاربردهای مختلف از جمله به عنوان پیش‌ماده در فناوری سل-ژل، فرآیندهای کاتالیزوری و فناوری نانو طی سال‌های اخیر مورد توجه بوده‌اند[۱۱]. یکی از این ترکیبات خوشه‌ای بر پایه ایتریوم، $Y_6(NO_3)_3O(OH)_{8.16}H_2O$ است که طی این مقاله علاوه بر روش تولید به تحلیل و بررسی خواص اپتیکی آن خواهیم پرداخت.

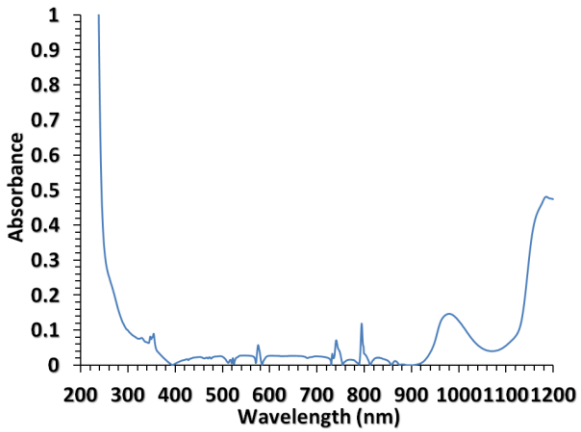
روش سنتز

۰/۱ گرم اکسید ایتریوم (شرکت مرک) همراه با ۰/۰۲ گرم اکسید نئودمیوم (شرکت سیگما آلدریچ) به محیطی حاوی آب دیونیزه و الکل اتانول ۹۹ درصد اضافه گردید. پس از آمیخته شدن مواد در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، ۲ سی‌سی اسید هیدروکلریک ۳۷ درصد (شرکت مرک) اضافه گردید. پس از اندکی آمیختن، ۲ سی‌سی اسید استیک ۹۹ درصد (شرکت مرک) نیز اضافه شد. مایع حاصل به مدت ۲۴ ساعت در هم آمیخته شد. پس از زمان مذکور، کلوئید درون ظرف کاملاً شفاف شده است. در این شرایط، از مایع کلوئیدی، طیف‌های فوتولومینسانس (PL)، جذبی و FTIR گرفته خواهد شد و پس از آن در دمای حدود ۷۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار خواهد گرفت تا از پودر تشکیل شده طیف پراش اشعه ایکس (XRD) نیز گرفته شود. مجموعه طیف‌های گرفته شده مسیر را برای بررسی خواص اپتیکی نمونه فراهم می‌کند. لازم به ذکر است کلیه طیف‌های گرفته شده توسط ابزار طیف‌سنجی، به سبب استفاده از فیلترهای مخصوص، مانع ایجاد اختلالات محیطی می‌گردد.

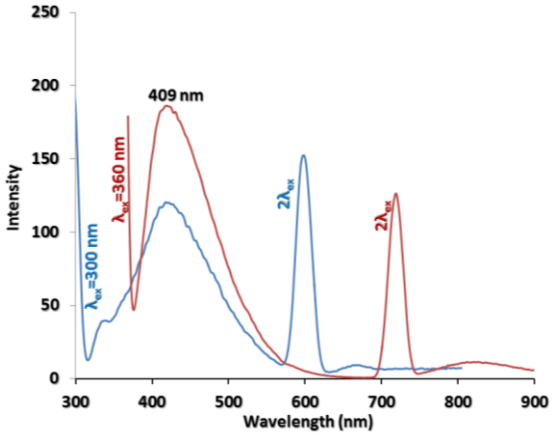
شکل‌ها

در شکل (۱) و (۲) طیف جذبی و فوتولومینسانس گرفته شده از نمونه، به ترتیب نمایش داده شده است. بر اساس داده‌های حاصل از طیف جذبی در شکل (۱) نمونه مورد نظر در طول موج‌های مختلفی تحریک گردید. در ابتدا جهت بررسی انرژی مورد نیاز برای تابش نمونه، با طول موج کمتر (انرژی بیشتر) نسبت به سایر طول موج‌های جذبی تحریک گردید (۳۰۰ نانومتر) و سپس با استناد به طیف جذبی و با توجه به اینکه یون نئودمیوم دارای جذب در طول موج ۳۶۰ نانومتر می‌باشد، با تحریک نمونه توسط این طول موج، بر طبق شکل (۲) مشاهده شد که نمونه مد نظر در طول موج ۴۰۹ نانومتر دارای قله پهن در ناحیه مرئی (آبی رنگ) است که نشان از وجود نئودمیوم در ترکیب دارد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-10-13]

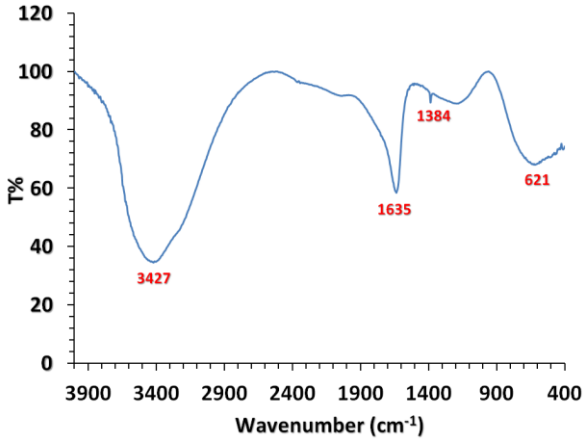


شکل ۱: طیف جذبی نمونه. در طول موج‌های ۳۶۰ ، ۵۲۲، ۵۷۷، ۷۴۰ و ۷۹۴ نانومتر دارای قله جذبی است. یون نئودمیوم در طول موج ۳۶۰ نانومتر دارای جذب می‌باشد.



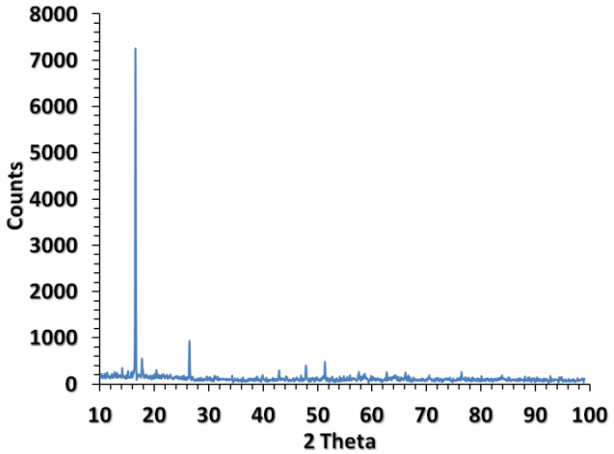
شکل ۲: طیف لومینسانس نمونه. ابتدا با ۳۰۰ نانومتر و سپس با ۳۶۰ نانومتر تحریک گردید. نمونه دارای قله پهن تابشی در ۴۰۹ نانومتر می‌باشد. قله های دو برابر طول موج تحریک، نیز جهت صحت سنجی انجام آزمایش قرار داده شده است.

طیف عبوری تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR) با مشخص کردن نوسانات مرتبط با هر یک از پیوندهای شیمیایی تشکیل شده در نمونه، به بررسی طبیعت و خلوص آن می‌پردازد. شکل (۳) منحنی FTIR را نمایش می‌دهد. نوسان بین ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ بر سانتی متر نشان از وجود نوسان کششی عامل OH ناشی از آب موجود در نمونه خوشه‌ای ایتریوم دارد. همچنین در بازه ۱۵۹۰ تا ۱۶۵۰ بر سانتی‌متر وجود پیوند N-H نیز مشاهده می‌شود. نوسان بین ۵۶۰ تا ۷۰۰ بر سانتی‌متر نشان از وجود پیوند Y-O در نمونه دارد [۱۲و۱۳].



شکل ۳: طیف FTIR نمونه. جذب در طول موج ۳۴۲۷ بر سانتی متر نشان از وجود عامل OH در نمونه دارد. پیوند Y-Oو N-H نیز خود را در طول موج۶۲۱ و ۱۶۳۵ بر سانتی متر نشان می‌دهند.

شکل (۴) که طیف پراش اشعه ایکس را نشان می‌دهد، تطابق خود را با مجموعه داده‌های مرکز بین‌المللی داده‌های پراش (ICDD) با کد ۰۰-۰۴۴-۰۴۳۹، مرتبط با $Y_6(NO_3)_3O(OH)_{8.16}H_2O$ بیان می‌دارد. طول موج فرودی بر نمونه نیز ۱,۵۴۰۶ آنگستروم (مس) می‌باشد.



شکل ۴: طیف پراش اشعه ایکس نمونه، که در ۱۶,۵ و ۲۶,۵ درجه دارای دو قله پراش قابل توجه می‌باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-10-13]

نتیجه‌گیری

بر طبق داده‌های طیفی پراش اشعه ایکس، صحت دستیابی به نمونه خوشه‌ای بر پایه ایتریوم، $Y_6(NO_3)_3O(OH)_{8,16}H_2O$، معین می‌گردد. همچنین بررسی طیف FTIR پیوندهای ناشی از وجود آب، پیوندهای N-H و Y-O را در نمونه را مشخص می‌کند. وجود تابش ۴۰۹ نانومتری (آبی رنگ) در طیف لومینسانس نیز وجود نئودمیوم در ساختار نمونه را گزارش می‌کند. خلوص نمونه مد نظر کمک می‌کند تا در کاربردهای مختلف ذکر شده به خصوص به عنوان پیش ماده، نقش موثرتری ایفا کند و سایر ترکیبات حاصل نیز دارای کیفیت مناسب‌تری باشند.

سپاسگزاری

از پژوهشکده فوتونیک و فناوری‌های کوانتومی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران بابت در اختیار قرار دادن آزمایشگاه و ابزار مشخصه‌یابی تشکر و قدردانی می‌گردد.

L

مرجع‌ها

[۱] P. Ascenzi, M. Bettinelli, A. Boffi, M. Botta, G. De Simone, C. Luchinat, E. Marengo, H. Mei, S. Aime, “Rare earth elements (REE) in biology and medicine”, Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali., Vol. ۳۱, pp. ۸۲۱–۸۳۳, ۲۰۲۰.

[۲] V. Balaram, “Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling and environmental impact”, Geosci. Front., Vol. ۱۰, No. ٤, pp. ۱۲۸۵-۱۳۰۳, ۲۰۱۹.

[۳] M. Milanova, M. Tsvetkov, “Rare earths doped materials”, Crystals, Vol. ۱۱, p. ۲۳۱, ۲۰۲۱.

[٤] Y. Huang, X. Zhai, T. Ma, M. Zhang, H. Pan, W. Weijia Lu, X. Zhao, T. Sun, Y. Li, J. Shen,, C. Yan, Y. Du, “Rare earth-based materials for bone regeneration: Breakthroughs and advantages”, Coord. Chem. Rev., Vol. ٤٥۰, p. ۲۱٤۲۳٦, ۲۰۲۲.

[۵] H. Huang, J. Zhu,” The electrochemical applications of rare earth-based nanomaterials”, Analyst, Vol. ۱٤٤, pp. ٦۷۸۹–٦۸۱۱,۲۰۱۹.

[٦] P. P. F. Rosa, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, “Luminescent lanthanide complex with seven-coordination geometry”, Coord. Chem. Rev., Vol. ٤۰٦, pp. ۱-۹, ۲۰۲۰.

[۷] N. Watanabe, K. Ide, J. Kim, T. Katase, H. Hiramatsu, H. Hosono, T. Kamiya,”Multiple color inorganic thin-film phosphor, RE-doped amorphous gallium oxide (RE = Rare Earth: Pr, Sm, Tb, and Dy), deposited at room temperature”, Phys. Status Solidi A., Vol. ۲۱٦, p. ۱۷۰۰۸۳۳, ۲۰۱۹.

[۸] N.A. Oliveira, A.G. Bispo-Jr, G.M.M. Shinohara, S.A.M. Lima, A.M. Pires,”The influence of the complexing agent on the luminescence of multicolor-emitting $Y_2O_3:Eu^{3+},Er^{3+},Yb^{3+}$ phosphors obtained by the Pechini’s method”, Mater. Chem. Phys., Vol. ۲۵۷, p.۱۲۳۸٤۰,۲۰۲۱.

[۹] B. Qian, Z. Wang, Y. Wang, Q. Zhao, X. Zhou, H. Zou, Y. Song, Y. Sheng, “Comparative study on the morphology, growth mechanism and luminescence property of $RE_2O_2S:Eu^{3+}$ (RE = Lu, Gd, Y) phosphors”, J. Alloys Compd., Vol. ۸۷۰, p. ۱۵۹۲۷۳,۲۰۲۱.

[۱۰] P.P. Ferreira da Rosa, Y. Kitagawa, Y. Hasegawa, “ Luminescent lanthanide complex with seven-coordination geometry”, Coord. Chem. Rev., Vol. ٤۰٦, p. ۲۱۳۱۵۳, ۲۰۲۰.

[۱۱] G. Giester, Z. Zak, P. Unfried,” Syntheses and crystal structurs of rare earth basic nitrates hydrates part III. $Ln_2(\mu_6\text{-}O)(\mu_3\text{-}OH)_8(H_2O)_{12}(\eta^2\text{-}NO_3)_2](NO_3)_2.xH_2O$ Ln=Y, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu; x=۳,٤,۵,٦”, J. Alloys Compd., Vol. ٤۸۱, pp. ۱۱٦-۱۲۸, ۲۰۰۹.

[۱۲] A. B. D. Nandiyanto, R. Oktiani, R. Ragadhita, “How to read and interpret FTIR spectroscope of organic material”, Indones. J. Sci. Technol., Vol. ٤, No. ۱, □□. ۹۷-۱۱۸, ۲۰۱۹.

[۱۳] G. Bhavani, S. Ganesan, S. Selvasekarapandian, S. Monisha, M. Premalatha, “ Synthesis and electrical characterisation of bismuth doped yttrium oxide”, Int. J. Chem. Sci., Vol. ۱٤, No. ۱, pp. ٤۲۷-٤۳٤, ۲۰۱٦.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-10-13]