بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

بررسی خواص طیفی شیشه و نانو شیشه-سرامیک‌های اکسی فلورایدی آلاییده به Eu^{3+} تحت تابش باریکه الکترونی10MeV

هادی رحیمیان[۱]، محسن عسگربیوکی[۲] و یوسف هاتفی[۳]

۱ یزد، دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک، گروه فیزیک حالت جامد
۲ یزد، تفت، مجتمع کاربرد پرتوهای یزد
۳ تهران، بزرگراه شهید بابایی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، گروه فیزیک

چکیده –در این پژوهش خواص طیفی شیشه و نانو شیشه-سرامیک‌های آلاییده به Eu^{3+} با ترکیب $64.5P_2O_5, 35CaF_2, 0.1Eu_2O_3$ قبل و بعد از پرتودهی باریکه‌ی الکترونی با انرژی $10Mev$ مورد بررسی قرار گرفته است. طیف جذبی نمونه‌ها در بازه $۲۰۰nm$ تا $۱۰۰۰nm$ اندازه‌گیری شده است. همچنین طیف برانگیختگی در طول موج‌های ۵۹۰ ، ۶۱۵ نانومتر دیده‌بانی شده است که به ترتیب مطابق با گذارهای $^5D_0 \rightarrow ^7F_1$ و $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ از Eu^{3+} می‌باشد. نتایج، طیف‌های تیز و شدید تری را در نمونه‌های دز-خورده نشان می‌دهد. سپس از نمونه‌ها در طول‌موج‌های ۳۹۲ و ۴۶۳ نانومتر طیف‌های گسیلی گرفته شد که بررسی شدت گذار دوقطبی کاهش تقارن وارون برای یون لانتانید در نمونه‌های دز-خورده را نشان می‌دهد.

کلید واژه- تابش باریکه‌ی الکترونی، شیشه‌های اکسی فلوراید، طیف جذب و گسیل، عناصر خاکی کمیاب، نانوشیشه-سرامیک.

Investigation of spectrum properties of Eu^{3+} doped nano oxyflouride glass and nano glass-ceramic under 10MeV electron beam irradiation

H. Rahimian[1], M. Askarbioki[2], and Y.Hatefi[3]

[1] Department of Physics, Yazd University, Yazd, Iran
[2]AEOI, Yazd Radiation Processing Center, Yazd, Iran
[3]Department of Physics, Imam Hussain University, Tehran, Iran.

Abstract- In this research, spectrum properties of Eu^{3+} doped glass and glass-ceramic with composition $64.5P_2O_5$, $35CaF_2$, $0.1Eu_2O_3$ before and after irradiation of 10MeV electron beam have been investigated. Absorption spectrum of Eu^{+3} doped samples were taken in the wavelength region at 200-1000nm and Excitation spectrums in wavelengths 590 and 615 nm that can be assigned to $^5D_0 \rightarrow ^7F_1$ and $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$ transitions respectively have been monitored. It indicates that in irradiated samples have sharp peaks rather than non-irradiated samples. Emission spectrums in wavelength 392 and 463 nm have been taken, the results show local asymmetry of lanthanide will be reduced by electron-beam radiation.

Keywords: Absorption and emission spectrum, irradiation of electron beam, nano glass-ceramic, oxyflouride glass, rare earth elements

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-08]

۱- مقدمه

در دهه گذشته تحقیقات گسترده‌ای بر روی ترکیبات آلاییده به یونهای خاکی کمیاب انجام شده است. یکی از این ترکیبات شیشه(G) و شیشه- سرامیک‌های(GC) شفاف آلاییده به یونهای خاکی کمیاب می‌باشند که به عنوان ماده فعال لیزرهای حالت جامد و تقویت کننده‌های فیبر نوری و دیگر قطعات اپتیکی و لیزری مورد استفاده قرار می‌گیرد. [۱-۴].

از آنجاییکه گذارهای دو قطبی الکتریکی 4f→4f عناصر خاکی کمیاب به لحاظ پاریته ممنوع هستند با افزایش عدم تقارن وارون در محیط میزبان، شدت گذارهای دو قطبی الکتریکی افزایش می‌یابد. بنابراین میزبان‌های مختلف می توانند شدت‌های گذار فلورسانسی مختلفی را نتیجه بدهند در نتیجه توسعه میزبان شیشه، باعث ارتقاء خواص طیفی این یون‌ها می شود[۵-۷].

پرتودهی یک جامد به وسیله‌ی پرتو الکترونی باعث تغییر در ساختار آن می شود. بسته به انرژی و نوع ذرات پرتو، تغییر ساختار می تواند از عیوب ساختاری تا گذار فاز صورت بگیرد[۸]. خواص شیشه تحت تابش پرتوهای الکترونی تغییر می کند که با توجه به نوع ترکیب شیشه و انرژی ذره، این خواص می تواند شامل تغییرات ضریب شکست، شفافیت شیشه و تشکیل نقاط رنگینه در شیشه باشد و همچنین گذار آمورف به بلور یا بلور به آمورف در شیشه ممکن است اتفاق بیافتد[۹-۱۱].

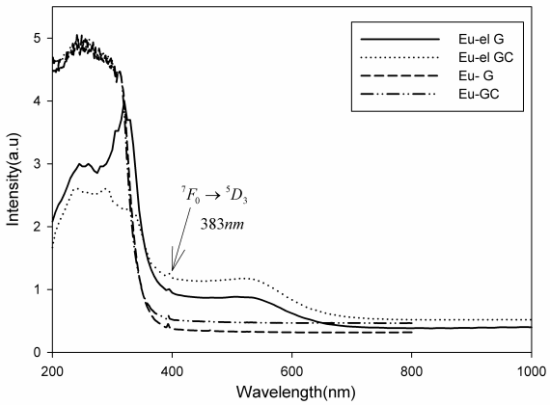
در این مقاله اثر پرتودهی باریکه‌ی الکترونی با انرژی 10MeV بر روی شیشه و شیشه-سرامیک آلاییده به Eu^{3+} با استفاده از طیف جذبی و گسیلی آنها گزارش شده است.

۲- آزمایش‌ها

ترکیب $64.5P_2O_5$, $35CaF_2$, $0.1Eu_2O_3$ برای ساخت نمونه‌ی شیشه‌ی بکار رفته است. شیشه‌اولیه با استفاده از روش ذوب حرارتی در دمای ذوب۱۱۵۰°C به مدت ۲ ساعت ساخته شده‌و میله‌های با ابعاد cm^3 ۱×۱×۶تهیه شده است.سپس نمونه‌های شیشه-سرامیکی با استفاده از روش اصلاح حرارتی در دمای ۶۴۰ °C به مدت ۴ ساعت از شیشه اولیه ساخته شده است که جزئیات کار در گزارش‌های قبلی [۱, ۱۲] آمده است.الگوهای پراش اشعه ایکس از هر دو نمونه شیشه و شیشه-سرامیک آلاییده به Eu^{3+} گرفته شد که در شیشه هیچ‌گونه قله‌ای دیده نمی-شود اما در نمونه شیشه-سرامیک قله‌های دیده می‌شود که وجود فاز بلوری $Ca(PO_3)_2$ با اندازه‌ای ذرات در حدود ۳۹ nmرا نشان می‌دهد. میله‌ها را تحت پرتودهی باریکه الکترونی با انرژی 10MeV قرار داده می‌شود طیف جذبی و لومینسانسی نمونه‌ها قبل و بعد از تابش با استفاده از دستگاهCary Eclipse Varion اندازه‌گیری شد. همه این اندازه‌گیری‌ها در دمای اتاق انجام شد. در ادامه به علت تنوع نمونه‌ها از نام‌های اختصار Eu-G، Eu-GC، Eu-el G و Eu-el GC به ترتیب برای شیشه آلاییده به Eu^{3+}، شیشه-سرامیک آلاییده به Eu^{3+}، شیشه دز خورده(باریکه الکترونی-خورده) آلاییده به Eu^{3+} و شیشه-سرامیک دز خورده (باریکه الکترونی-خورده) آلاییده به Eu^{3+}استفاده می شود.

۳- داده‌ها و نتایج

شکل ۱ طیف جذبی چهار نمونه را در بازه ۲۰۰nm تا ۱۰۰۰nm را نشان می‌دهد. این ناحیه شامل فرابنفش نزدیک و مرئی و مادون قرمز نزدیک می‌باشد.



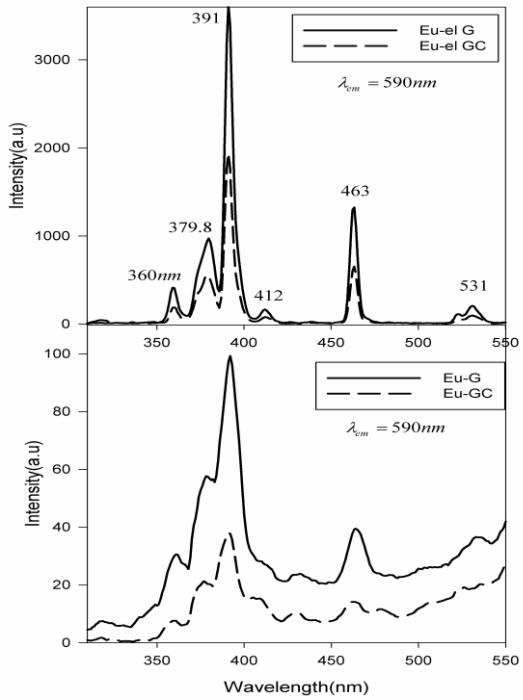
شکل ۱: طیف جذبی نمونه‌ها آلاییده به یون Eu^{3+}

در ناحیه فرابنفش، همه نمونه‌ها جذب دارند، اما همانطور که در نمودار دیده می‌شود در ناحیه‌ی فرابنفش جذب نمونه‌های دز-خورده کاهش یافته است. قله‌ی جذبی در طول موج ۳۸۳ nmمربوط به گذار $^7F_0 \rightarrow {}^5G_3$از یون Eu^{3+} به طور محسوسی دیده می‌شود[1].

شکل‌های ۲و ۳ طیف برانگیختی میزبان‌های آلاییده به Eu^{3+}، که در طول موج‌های ۵۹۰nm ، ۶۱۵ دیده‌بانی شده، را نشان می‌دهد. این طول‌موج‌ها به ترتیب مربوط به

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-08]

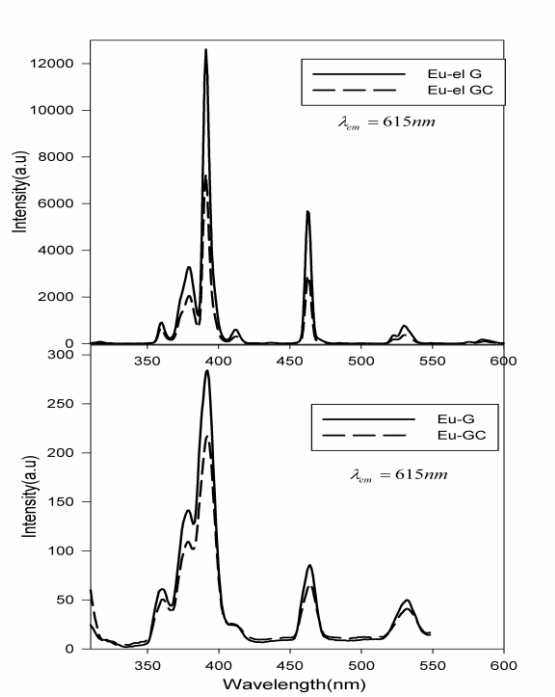
گذارهای $^5D_0 \rightarrow {}^7F_1$ و $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ می‌باشند. قله‌های تیزی در این نمودار مشاهده می‌شوند که مربوط به ترازهای 4f از یون Eu^{3+} می‌باشند. گذارهای مربوط به این طول‌موج‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است که با گزارش‌های [۱, ۱۲-۱۴] مطابقت دارد. در نمونه‌های دز- خورده قله‌های گسیل تیزتر و شدیدتر شده اند و همچنین جابجایی طول‌موج در حد چند نانومتر ایجاد شده است که به تغییر میزبان پیرامون یون های فعال ارتباط داده می شود[۱۲].



شکل ۲: طیف برانگیختی شیشه و شیشه- سرامیک(پایین) و شیشه و شیشه-سرامیک دز خورده آلاییده به Eu^{3+} (دیده‌بانی شده در nm ۵۹۰)

جدول ۱: گذار مربوط به هر طول‌موج نمونه‌های آلاییده به Eu^{3+}

ردیف	طول موج(nm)	گذار
۱	۳٦۰	$^7F_0 \rightarrow {}^5D_4$
۲	۳۷۹	$^7F_0 \rightarrow {}^5G_3$
۳	۳۹۱	$^7F_0 \rightarrow {}^5L_6$
٤	٤۱۲	$^7F_0 \rightarrow {}^5D_3$
٥	٤٦۳	$^7F_0 \rightarrow {}^5D_2$
٦	٥۳۱	$^7F_0 \rightarrow {}^5D_1$



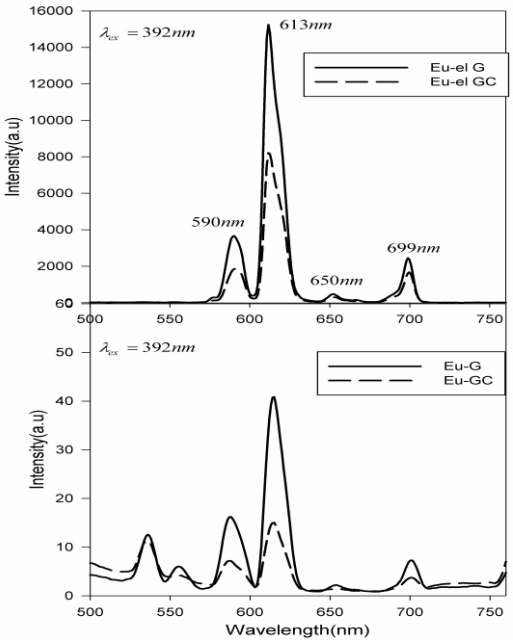
شکل ۳: طیف برانگیختی شیشه و شیشه- سرامیک(پایین) و شیشه و شیشه-سرامیک دز خورده آلاییده به Eu^{3+} (دیده‌بانی شده در nm ۶۱۵).

شکل‌های ۴ و ۵ طیف گسیلی نمونه‌های آلاییده به Eu^{3+} را نشان می‌دهد که به ترتیب در طول موج‌های ۳۹۲nm و ۴۶۳nm نانومتر تحریک شده‌اند. گذار تابشی $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$در طول موج ۶۱۳nmیک گذار دو قطبی الکتریکی است و شدت آن به تقارن وارون در میزبانی که Eu^{3+} در آن قرار گرفته، بستگی دارد و با تقارن وارون کمتر شدت بیشتری حاصل می‌شود. ولی گذار تابشی $^5D_0 \rightarrow {}^7F_1$در طول‌موج ۵۹۰nm یک گذار دو قطبی مغناطیسی است و حساس به تقارن میزبان یون فعال نیست. از افزایش نسبت شدت گذار$^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$به$^5D_0 \rightarrow {}^7F_1$، به تقارن موضعی یون Eu^{3+} می توان پی برد که در دو نمودار ۳ و ۴ دیده می‌شود[۱, ۳, ۱۳, ۱۴]. تقارن وارون موضعی کمتری در نمونه‌های دز-خورده وجود دارد و افزایش شدت را در این نمونه‌ها در گذارهای دیگر تایید می‌کند.

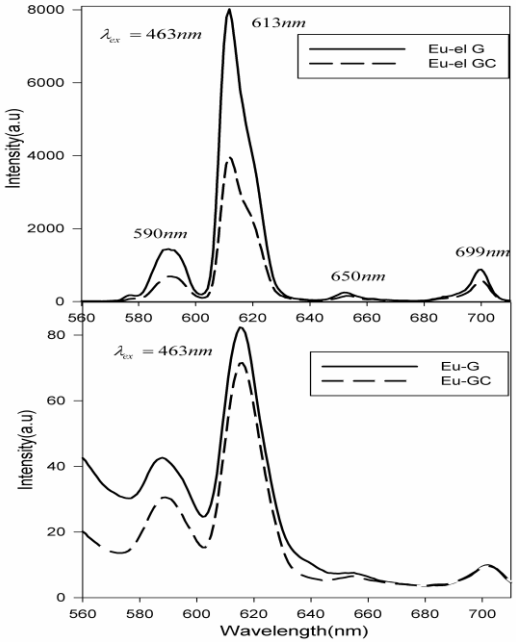
۴- نتیجه‌گیری

از بررسی طیف جذبی نمونه‌های Eu-G، Eu-GC، Eu-el G و Eu-el GC دیده می شود که همه میزبان‌ها از شفافیت نسبی برخوردارند. در ناحیه مرئی میزبان‌های Eu-el G و Eu-el GC جذب بیشتری نسبت بهEu-G ، Eu-GC و Eu-el G دارند اما در ناحیه فرابنفش جذب

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-08]



شکل۴: طیف گسیلی نمونه‌های آلاییده به Eu^{3+} (تحریک در طول موج ۳۹۲ nm)



شکل۵: طیف گسیلی نمونه‌های آلاییده به Eu^{3+} (تحریک در طول موج ۳۹۲ nm)

آن‌ها کاهش می‌یابد و به اصطلاح شفاف‌تر می‌باشند. در مورد طیف‌های برانگیخته همچنین نمونه‌های Eu-el G و Eu-el GC قله‌های شدیدتر و تیزتری را نشان می‌دهند که به نظر می‌آید بتوان از این میزبان‌ها نیز در کاربردهای اپتیکی بتوان استفاده کرد.

سپاسگزاری

از همکاری مرکز تحقیقات فیزیک دانشگاه جامع امام حسین(ع)، مجتمع پژوهشی کاربرد پرتوهای یزد و مرکز تحقیقات نانوی دانشگاه پیام نور یزد صمیمانه تشکر می‌کنیم. که اینکار با پشتیبانی این مراکز انجام شد.

مراجع

[1]. Hatefi, Y., et al., *Frequency-conversion properties of Eu^{3+} doped chlorophosphate glass ceramics containing $CaCl_2$ nanocrystals.* Journal of Luminescence, 2011. **131**(1): p. 114-118.

[2]. Yu, Y., et al., *A new transparent oxyfluoride glass ceramic with improved luminescence.* Journal of non-crystalline solids, 2007. **353**(4): p. 405-409.

[3]. WAN Qiang, H.Y., DAI Ning & ZOU BingSuo, *Eu-doped $LaPo_4$ and $LaAlO_3$ nanosystems and their luminescence properties.* Science in China Series B: Chemistry, 2009. **52**(8): p. 9.

[4] I.Fu, J.M.P., P.S Flower, R.M. Brown, *Eu^{2+} ions and CaF_2 containing transparent glass ceramics.* material research bulletin, 2002. **37**: p. 7.

[5]. H. Ebendorff-Heidepriem, D.E., M. Bettinelli, A. Speghini, *Effect of glass composition on Judd-Ofelt parameters and radiative decay rates of Er^{3+} in fluoride phosphate and phosphate glasses.* Journal of Non-Crystalline Solids, 1998. **240**(0022-3093): p. 13.

[6]. J.H. Choi, A.M., Ashot Margaryan, F.G. Shi, *Judd–Ofelt analysis of spectroscopic properties of Nd^{3+}-doped novel fluorophosphate glass.* Journal of Luminescence, 2005. **114**: p. 167.

[7]. R.T. Génova , I.R.M., U.R. Rodr´guez-Mendoza , F. Lahoz , and P.N. A.D. Lozano-Gorr´ın , J. González-Platas , V. Lav´ın, *Optical intensities of Pr^{3+} ions in transparent oxyfluoride glass and glass–ceramic. Applications of the standard and modified Judd–Ofelt theories.* Journal of Alloys and Compounds, 2004. **380**(0925-8388): p. 6.

[8]. Gedeon, O., K. Jurek, and I. Drbohlav, *Changes in surface morphology of silicate glass induced by fast electron irradiation.* Journal of non-crystalline solids, 2007. **353**(18): p. 1946-1950.

[9]. Ehrt, D. and W. Vogel, *Radiation effects in glasses.* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 1992 .**65(1)** : p. 1-8.

[10].Nagase, T., et al., *MeV electron irradiation induced crystallization in metallic glasses: Atomic structure, crystallization mechanism and stability of an amorphous phase under the irradiation.* Journal of Non-Crystalline Solids, 2012 .**358**(3) :p. 502-518.

[11].Schaefer, B., et al., *Radiation damage of F_8 lead glass with 20MeV electrons.* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 2012. **274**: p. 111-114.

[12].Hatefi, Y., et al ,.*Ultraviolet to visible frequency-conversion properties of rare earths doped glass ceramics.* Journal of Rare Earths, 2011. **29**(5): p. 484-488.

[13].K.K. Mahato, S.B.R., Anita Rai, *Optical studies of Eu^{3+} doped oxyfluoroborate glass.* Spectrochimica Acta Part A, 2004. **60**.

[14].Y. Dwivedi, S.B.R., *Optical properties of Eu^{3+} in oxyfluoroborate glasscand its nanocrystalline glass.* Optical Materials, 2008. **31**: p. 7.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-08]