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

بررسی اثر تغییر پارامتر انرژی لیزر بر بهبود طیف رامان کلسیت و سیکلوهگزان

امیرعباس حیدری[۱]، فاطمه مطرودی[۲] و سید حسن توسلی[۳]

[۱،۲،۳]تهران، اوین، پژوهشکده لیزر و پلاسما دانشگاه شهید بهشتی تهران

چکیده – در این مقاله با بررسی اثر تغیر انرژی لیزر پیوسته مرئی بر روی طیف رامانِ نمونه های سنگ کلسیت و سیکلوهگزان (با فرمول شیمیایی C_6H_{12}) و بدست آوردن نسبت سیگنالِ رامان به تابشِ فلورسانس برای انرژی‌های مختلف مشاهده شده است که نمودار انرژی نسبت به نسبتِ سیگنال رامان به تابش فلورسانس، برای دو نمونه‌ی مورد آزمایش در انرژی mJ ۸۰ بهینه و بیشینه است.

کلید واژه- تابش فلورسانس، طیف‌سنجی، طیف‌سنجی رامان.

The study of laser energy variation effect on improvement of the Raman spectra of Calcite rock And Cyclohexane samples

Amir Abbass Heidari, Fatima Matroodi, Seyed Hassan Tavassoli

Laser and Plasma Reserch Insititute, University of Shahid Beheshti, G. C., Evin, Tehran, Iran

Abstract- In this article the variation in the energy of continuous visible laser on the Raman spectra of calcite rock and cyclohexane (with the chemical formula of C_6H_{12}) samples is investigated. The ratio of the Raman signal with respect to fluorescence emission is calculated for different energies. Results show that this ratio in the energy of mJ 80 is optimized for two samples.

Keywords: Fluorescence emission, Raman Spectroscopy, Spectroscopy

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31]

۱-مقدمه

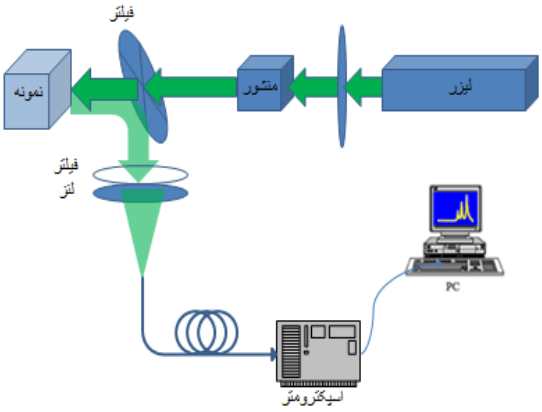
اِمروزه کاربرد و اَهمیت تکنیک های مختلف طیف‌سنجی در صنعت و علوم بسیار مورد توجه قرار گرفته است و این به دلیل سُرعت بالا و هزینه‌ی پایین این روش‌ها است. در این بین طیف‌سنجی رامان به دلیل غیر مخرب بودن و بدست دادن اطلاعات مولکولی مواد بسیار حائز اهمیت است.

مشکل همیشگی طیف‌های رامان شدت بسیار کم آنها در مقایسه با دیگر روش‌های طیف‌سنجی است. این شدت به حدی کم است که معمولا از تکنیک‌های مختلف برای پایین آوردن شدت دیگر تابش ها و نوفه‌ها استفاده می-شود. این مشکل زمانی دوچندان می‌شود که از لیزرهای مرئی استفاده نمائیم. در هنگام استفاده از لیزرهای مرئی تابش های فلورسانس که معمولا شدت بالایی را دارا می-باشند باعث عدم تشخیص و آشکارسازی تابش رامان میشوند و سیگنال‌های ضعیف رامان در بین تابش قوی فلورسانس گم میشوند.

یک روش مفید برای حذف تابش فلورسانس استفاده از روش کنترل زمانی است که به دلیل فاصله زمانی بین سیگنال‌های رامان و تابش فلورسانس بسیار مفید است. اما این روش تنها در هنگام استفاده از لیزرهای پالسی و با ابزارهای دقیق و گران قیمت امکان پذیر است. در این مقاله برای کاهش تابش‌های فلورسانس در هنگام استفاده از لیزرهای پیوسته‌ی مرئی روش کاهش انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه چگونگی افزایش سیگنال رامان به فلورسانس با استفاده از کاهش انرژی دیده خواهد شد. برای این کار بر روی نمونه‌های کلسیت با استفاده از لیزر پیوسته‌ی ۵۳۲nm در انرژی‌های مختلف طیف رامان گرفته شده است و شاهد کم شدن قابل توجه تابش فلورسانس بوده‌ایم.

۲-آزمایش‌های تجربی

شکل (۱) چیدمان سیستم آزمایش را نشان می‌دهد. در این آزمایش از پرتوی یک لیزر پیوسته ۵۳۲nm استفاده شده است. دو قطعه بعدی یعنی تیغه $\lambda/2$ و منشور گلن-تیلور برای تغییر و تنظیم انرژی استفاده شده‌اند. برای جمع‌آوری و جفت‌شدگی نور به فیبر از یک عدسی کوارتز با قطر یک اینچ و فاصله کانونی ۳/۵cm استفاده شده



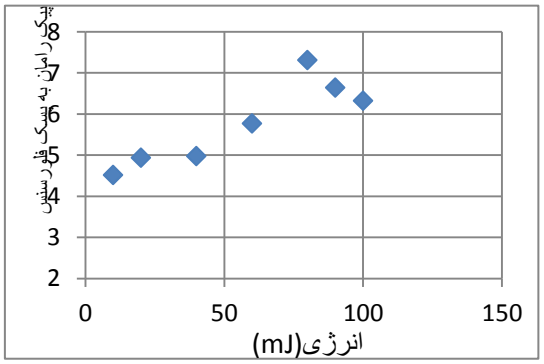
شکل ۱: چیدمان آزمایش.

است. فیبر که از نوع چند مُدی و با زاویه پذیرش ۲۶° درجه است نور را به سمت طیف‌نگار (مجهز به CCD مدل HR+C0717) می‌بَرد. سپس اطلاعات طیفی توسط نرم-افزار مربوطه پردازش شده و بر روی کامپیوتر ذخیره می-شود.

نمونه های مورد آزمایش سنگ کلسیت معدنی و سیکلوهگزان بوده اند. در هر مرحله نمونه ۵ بار توسط لیزر در انرژی مشخص مورد نوردهی واقع شده است. که پس از میانگین گیری در محاسبات مورد استفاده قرار گرفته است. بر روی نمونه‌ی کلسیت در انرژی‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ میلی ژول و بر روی نمونه‌ی سیکلوهگزان در انرژی‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ میلی ژول آزمایش صورت گرفته است.

۳-نتایج تجربی

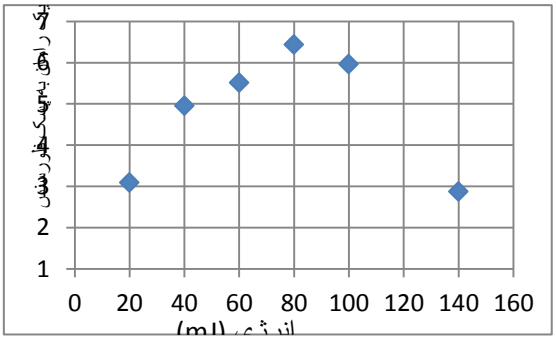
در این آزمایش مطابق چیدمان بالا طیف رامان دو نمونه



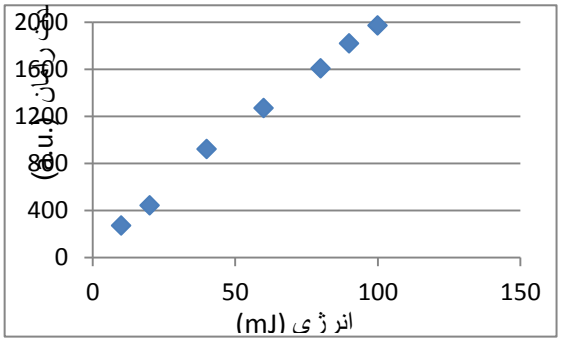
شکل ۲: نسبت پیک رامان به پیک فلورسانس برای نمونه‌ی سیکلوهگزان در انرژی های مختلف.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31]

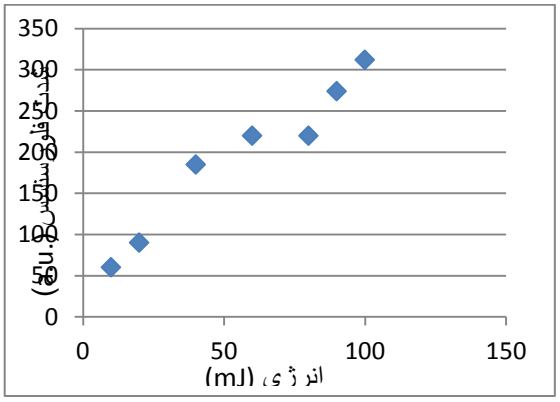
(سیکلوهگزان و کلسیت) در انرژی های مختلف گرفته شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که با افزایش انرژی برای هر دو نمونه شاهد افزایش سیگنال رامان (شکل ۴و۶) و همین‌طور افزایش تابش فلورسانس (شکل۵) خواهیم بود. نکته‌ی حایز اهمیت در نسبت سیگنال رامان به تابش فلورسانس بدست می‌آید. همان‌طور که در شکل ۲ می‌بینیم بعد از رسم نمودار نسبت بیشینه‌ی سیگنال رامان به بیشینه‌ی مقدار تابش فلورسانس برای سیکلوهگزان، نمودار دارای بیشینه است. به این معنا که بهترین نتایج این آزمایش در نزدیکی انرژی ۸۰mJ (به‌طور دقیق انرژی‌ای بین ۶۰mj و ۱۰۰mJ) بدست می‌آید. تکرار این روند برای نمونه‌ی کلسیت هم همین نتایج را بدست می‌دهد (شکل۳) در اینجا هم مشاهده می‌شود که نمودار دارای یک مقدار بیشینه است. و این نشان می‌دهد که انجام آزمایش در انرژی نزدیک به انرژی بهینه بازدهی بیشتری خواهد داشت. این نکته برای آزمایش‌های رامان که شدت کمی دارند (از هر 10^7 فوتون تابیده شده به ماده، یک فوتون تحت پراکندگی رامان تابش می‌شود) بسیار حائز اهمیت است.



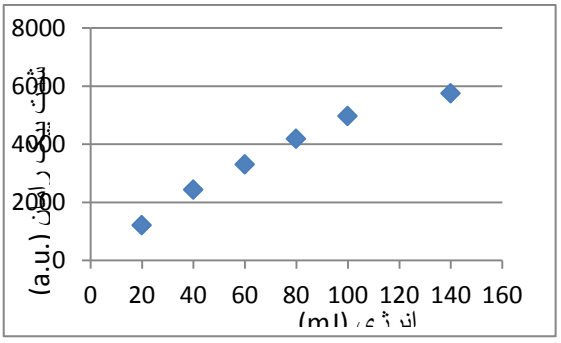
شکل ۳: نسبت پیک رامان به پیک فلورسانس در انرژی‌های مختلف برای نمونه‌ی کلسیت.



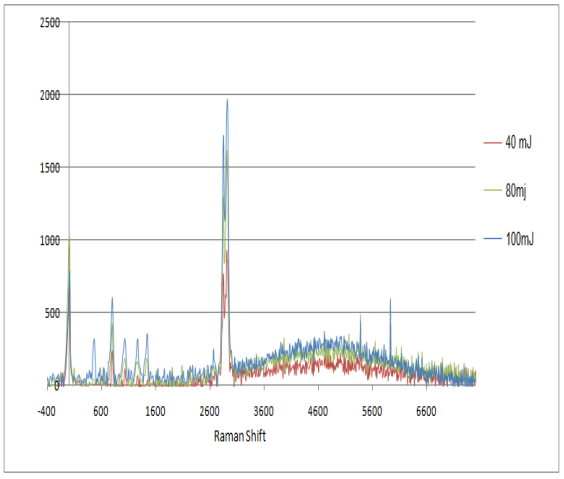
شکل ۴ : نمودار تغییرات شدت پیک رامان در انرژی‌های مختلف برای نمونه‌ی سیکلوهگزان.



شکل ۵: نمودار تغییرات شدت بیشینه‌ی فلورسانس در انرژی‌های مختلف برای نمونه‌ی سیکلوهگزان.



شکل ۶: نمودار تغییرات شدت پیک رامان در انرژی‌های مختلف برای نمونه‌ی کلسیت.



شکل ۷: طیفِ رامان سیکلوهگزان در سه انرژی مختلف. محور عمودی نشان دهنده‌ی جابجایی رامان میباشد. صفر متناسب با طول موج لیزر تنظیم شده است.

در تمام محاسبات مقدار بیشینه‌ی فلورسانس که در بازه‌ی ۴۰۰۰ تا $5000cm^{-1}$ قرار دارد در نظر گرفته شده است.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31]

۴-نتیجه‌گیری

تکنیک طیف‌سنجی رامان یک تکنیک بسیار با اهمیت و در عین حال بسیار حساس و از لحاظ شدت سیگنال ضعیف است. با استفاده از نتایج این آزمایش می‌توانیم به طیف‌هایی با سیگنال‌های قوی‌تر برسیم. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد نسبت سیگنال رامان به تابش فلورسانس در انرژی مشخصی برای مواد مشخص بیشینه است.

سپاسگزاری

در انتها بر خود لازم می‌دانیم از زحمات جناب آقای مهدی مزدور دشتابی و سرکار خانم مریم بحرینی و جناب آقای حسن نعیما که ما را در انجام این آزمایش یاری دادند تشکر نمائیم.

مراجع

[1] C V. RAMAN, The molecular scattering of lightNobel Lecture, 1930.
[2] Derek A. Long, *The Raman Effect*, John Wiley & Sons Ltd, 2002.
[3] Ewen Smith, Geoffrey Dent, *Modern Raman spectroscopy – A Practical Approach*, John Wiley & Sons Ltd, 2005.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-10-31]