



بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران  
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران  
۸ تا ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز



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

امیرعباس حیدری<sup>۱</sup>، فاطمه مطرودی<sup>۲</sup> و سید حسن توسلی<sup>۳</sup>

<sup>۱،۲،۳</sup> تهران، اوین، پژوهشکده لیزر و پلاسما دانشگاه شهید بهشتی تهران

چکیده - در این مقاله با بررسی اثر تغییر انرژی لیزر پیوسته مرئی بر روی طیف رامان نمونه های سنگ کلسیت و سیکلوهگزان (با فرمول شیمیایی  $C_6H_{12}$ ) و بدست آوردن نسبت سیگنال رامان به تابش فلورسانس برای انرژی های مختلف مشاهده شده است که نمودار انرژی نسبت به نسبت سیگنال رامان به تابش فلورسانس، برای دو نمونه ی مورد آزمایش در انرژی  $80 \text{ mJ}$  بهینه و بیشینه است.

کلید واژه - تابش فلورسانس، طیف سنجی، طیف سنجی رامان.

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

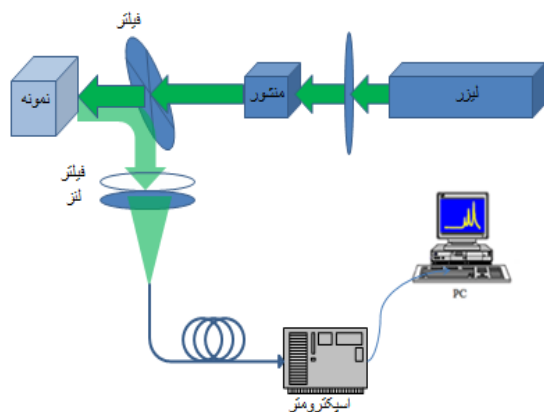
Amir Abbass Heidari, Fatima Matroodi, Seyed Hassan Tavassoli

Laser and Plasma Reserch Insitute, 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  $80 \text{ mJ}$  is optimized for two samples.

Keywords: Fluorescence emission, Raman Spectroscopy, Spectroscopy

## ۱- مقدمه



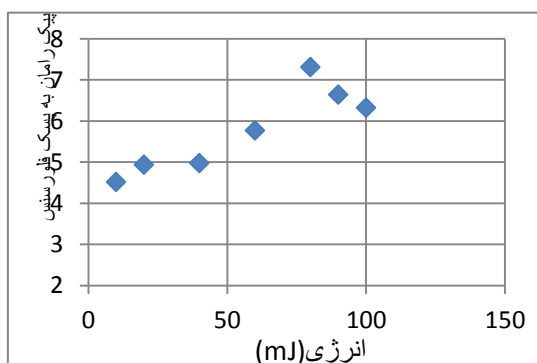
شکل ۱: چیدمان آزمایش.

است. فیبر که از نوع چند مودی و با زاویه پذیرش  $26^\circ$  درجه است نور را به سمت طیف‌نگار (مجهز به CCD مدل HR+C0717) می‌برد. سپس اطلاعات طیفی توسط نرم‌افزار مربوطه پردازش شده و بر روی کامپیوتر ذخیره می‌شود.

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 انرژی‌های مختلف.

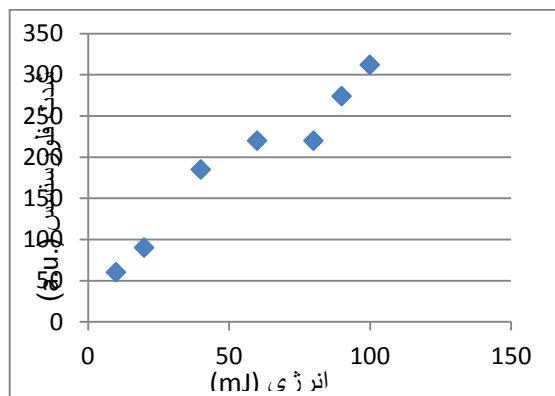
امروزه کاربرد و اهمیت تکنیک‌های مختلف طیف‌سنجی در صنعت و علوم بسیار مورد توجه قرار گرفته است و این به دلیل سرعت بالا و هزینه‌ی پایین این روش‌ها است. در این بین طیف‌سنجی رامان به دلیل غیر مخرب بودن و بدست دادن اطلاعات مولکولی مواد بسیار حائز اهمیت است.

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

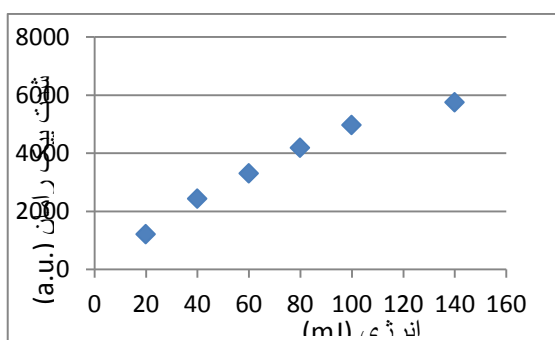
یک روش مفید برای حذف تابش فلورسانس استفاده از روش کنترل زمانی است که به دلیل فاصله زمانی بین سیگنال‌های رامان و تابش فلورسانس بسیار مفید است. اما این روش تنها در هنگام استفاده از لیزرهای پالسی و با ابزارهای دقیق و گران قیمت امکان پذیر است. در این مقاله برای کاهش تابش‌های فلورسانس در هنگام استفاده از 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  $532\text{nm}$  در انرژی‌های مختلف طیف رامان گرفته شده است و شاهد کم شدن قابل توجه تابش فلورسانس بوده‌ایم.

## ۲- آزمایش‌های تجربی

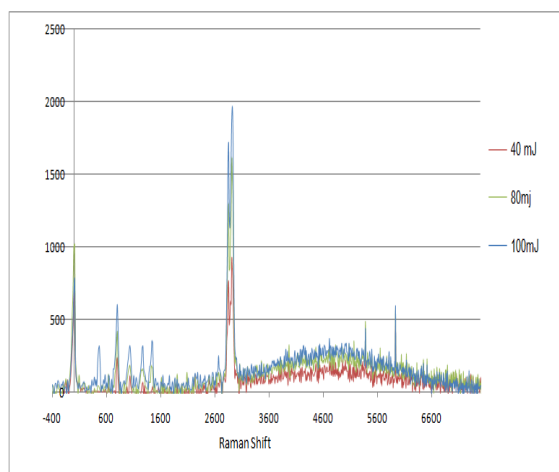
شکل (۱) چیدمان سیستم آزمایش را نشان می‌دهد. در این آزمایش از پرتوی یک لیزر پیوسته  $532\text{nm}$  استفاده شده است. دو قطعه بعدی یعنی تیغه  $\lambda/2$  و منشور گلن-تیلور برای تغییر و تنظیم انرژی استفاده شده‌اند. برای جمع‌آوری و جفت‌شدگی نور به فیبر از یک عدسی کوارتز با قطر یک اینچ و فاصله کانونی  $3/5\text{cm}$  استفاده شده



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



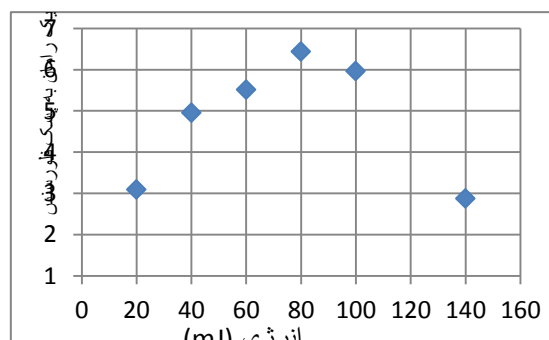
شکل ۶: نمودار تغییرات شدت پیک رامان در انرژی‌های مختلف برای نمونه‌ی کلسیت.



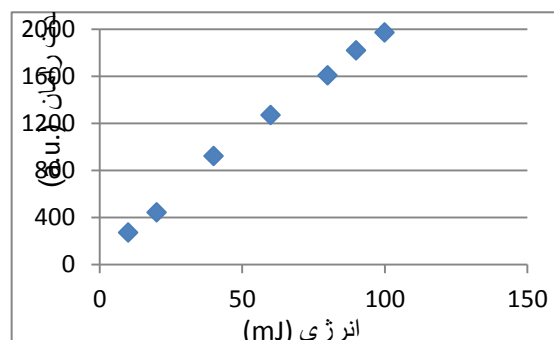
شکل ۷: طیف رامان سیکلوهگزان در سه انرژی مختلف. محور عمودی نشان دهنده‌ی جایجایی رامان میباشد. صفر متناسب با طول موج لیزر تنظیم شده است.

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

(سیکلوهگزان و کلسیت) در انرژی‌های مختلف گرفته شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که با افزایش انرژی برای هر دو نمونه شاهد افزایش سیگنال رامان (شکل ۴ و ۶) و همین‌طور افزایش تابش فلورسانس (شکل ۵) 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 ۸۰ mJ (به‌طور دقیق انرژی‌ای بین ۶۰ mJ و ۱۰۰ mJ) بدست می‌آید. تکرار این روند برای نمونه‌ی کلسیت هم همین نتایج را بدست می‌دهد (شکل ۳) 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.

#### 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 نعیمی که ما را در انجام این آزمایش یاری دادند تشکر نمائیم.

#### مراجع

- [1] C V. RAMAN, The molecular scattering of light Nobel 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.