بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،



دانشگاه خوارزمی،

تهران، ايران.



شناسایی کانیهای مسیر حفاری چاه نفت با استفاده از طیفسنجی فروشکست القائی لیزری

محمد مهدی فانی، پرویز پروین*، علی بوالی، ستاره ابراهیم نسب، زهرا زارع، علیرضا آکنده

دانشکده فیزیک و مهندسی انرژی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

*parvin@aut.ac.ir

چکیده – طیفسـنجی LIBS یک تحلیل شـیمیایی سـریع، آسـان و بدون نیاز به آمادهسـازی نمونه در اختیار میگذارد. در این پژوهش نشان داده ایم که با استفاده از لیزر پالسی و طیفسنجی فروشکست القایی لیزری میتوان خصوصیات فیزیکی سنگ مخزن مانند جنس سـنگهای موجود در مسـیر حفاری و میزان تخلخل آنها را تشـخیص داد. با اسـتفاده از این روش بخشـی از سـاختار شیمیایی سنگ مخزن کربناته آسماری اهواز بررسی و با روشهای فعلی شناسایی کانیهای مخازن نفتی مقایسه شده است.

كليد واژه - تابش يوني، حفاري و اكتشاف چاه نفت ، طيف سنجي فروشكست القائي ليزري، ليزر

Identification of mineral oil wells using laser spectrometry

Mohammad Mahdi Faani, Parviz Parvin*, Ali Bavali, Setareh Ebrahimnasab, Zahra Zare, Alireza Akande

Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. Tel: 02164545233

*parvin@aut.ac.ir

Abstract_ The LIBS spectroscopy provides a quick, easy, and most importantly chemical analysis without the need for sample preparation. In this research, we have shown that using laser pulses and laser induced breakdown spectroscopy (LIBS), the physical properties of the oil reservoir rock, such as the rocks in the drilling path and their porosity, are evaluated. Using this method, a part of the chemical structure of the Asmari carbonate reservoir of Ahwaz was investigated and compared with the current methods for identifying mineral reservoirs.

Keywords: Ion radiation, Laser, Laser induced breakdown spectrometry, Oil well drilling and exploration

مقدمه

طیفسنجی فروشکست القایی لیزری یکی از انواع روشهای طیفسنجی است که بیشتر برای شناسایی عناصر سازنده یک ماده و مقدار آنها استفاده میشود. این روش مبتنی بر بررسی مستقیم نمونه بدون نیاز به آمادهسازی (یا با کمترین آمادهسازی) جهت یافتن سریع عناصر سازنده آن نمونه، می باشد. با توجه به خصوصیات منحصربهفرد لیزر، کاربرد این وسیله بهویژه در دهه اخیر در حوزههای مختلف، بخصوص در صنعت نفت پیشرفت فراوانی داشته است زیرا می توان به سرعت و دقت بالایی در اندازه گیری و بررسی دست یافت.

مواد و روشها

در سالهای اخیر پیشرفتهای زیادی در استفاده از LIBS جهت بررسی مواد از راه دور در ایستگاههای هستهای، تحلیل زمینشناسی در اکتشافات فضایی، باستانشناسی و ... حاصلشده است. امروزه در زمینه تحلیل سریع و کامل شیمیایی در مقیاس اتمی، LIBS یک روش محبوب و موثر به حساب می آید.

LIBS بر پایه تحلیل خطوط طیفی تابش شده از پلاسمای القایی لیزری استوار است. اتمها هنگامی که به حالت انرژی پایین تر بازمی گردند، به صورت خودبه خود تابش می کنند که شدت تابش به تمر کز اتمهای موجود در نمونه بستگی دارد [۱, ۲]. در شکل ۱ اصول کلی IBS ترسیم شده است. در این شکل یک لیزر پالسی به منظور ایجاد میکروپلاسما بر روی نمونه متمر کز شده است.

پلاسمای تشکیلشده بهوسیله پالس لیزر، نوری را گسیل میکند که این نور شامل خطوطی گسسته است. این خطوط گسسته عناصر ترکیبی ماده را توصیف میکنند و سه ویژگی اساسی دارند: طول موج، شدت و شکل. این

ویژگیها هم به ساختار اتمهای تابش کننده وابسته هستند و هم به عوامل محیطی. هر اتمی سطوح انرژی متفاوتی دارد که طول موج این خطوط را تعیین میکند. علاوه بر شناسایی عناصر موجود در نمونه، با توجه به شدتهای بهدستآمده برای طول موجها، میتوان نسبت عناصر نمونه را نیز تخمین زد. لیزر آزمایش، یک سیستم تشدیدگر-تقویت کننده نئودیمیوم یاگ پالسی در طول موج ۱۰۶۴ نانومتر با نرخ تکرار ۵ بار در ثانیه، عرض پالس ۱۰ نانوثانیه و انرژی ۱۵۰ میلی ژول در هر پالس است. از طیف سنج توری پراش Avantes مدل ۲۰۴۸ با تفکیک طول موجی ۲/۴ نانومتر برای آشکارسازی طیفهای LIBS استفاده شده



هر چاه نفت یا گاز، از سه قسمت اصلی به نام سنگ مادر ، سنگ مخزن و پوشسنگ تشکیل میشود[۴]. در شکل ۲ شمای ساده یک مخزن نفتی قابل مشاهده است.



شکل ۲ شمای کلی یک مخزن نفت

مواد مورد آزمایش یکی از کمیاب ترین سنگهای مخزن نفت شامل مغزه برداشت شده از مخزن آسماری اهواز بعلاوه چند نمونه سنگ معدنی غیرنفتی است. مغزه استخراج شده یک سنگ کربناته خالی از نفت به قطر m ۹ و ارتفاع cm ۴۵ است. اغلب مخازن نفتی ایران سنگ کربناته هستند. نفت خام موجود در نمونه مورد آزمایش، کاملا تخلیه شده و

بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، ۱۵–۱۶ بهمن ۱۳۹۸

بهطور کامل خشک شده است. در شکل۳ نمونه خشک جداشده قابل مشاهده است.



شکل ۳ مغزه کامل جداشده از مخزن نفت آسماری اهواز.

سنگ دیگری که مورد آزمایش قرار گرفت، پوشسنگ نمکی بود که تصویر آن در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴ یک نمونه پوشسنگ نمکی.

بحث

اولین آزمایش مربوط به نمونه سنگ مخزنشکل ۳ بوده است. این سنگ ساختاری غالب، متشکل از کلسیم، کربن و اکسیژن دارد. در ادامه طیف LIBS این نمونه بررسی خواهد شد. سنگ کربناته یک نوع سنگ بر پایه کلسیم است و در نتیجه تعداد خطوط نشانگر کلسیم در طیف LIBS این سنگ بسیار بیشتر از عناصر دیگر است .

پس از پردازش طیفهای LIBS این نمونه، خطوط شناسایی شده مربوط به ماده طبق شکل ۵ تعیین شدند. فرمول شیمیایی غالب سنگهای کربناته CaCO3 است و معمولاً در کنار آن مقداری ناخالصی های دیگر به صورت رسوبی نفوذ کردهاند. بنابراین انتظار می رود که خطوط مربوط به کلسیم، کربن و اکسیژن در این طیف، غالب باشند.



شکل ۵ طیف LIBS و عناصر شناساییشده مربوط به سنگ کربناته آسماری اهواز.

تحليل ناحيه فرابنفش

شکل ۶ ناحیه فرابنفش طیف را نشان میدهد. همان طور که انتظار میرود، خطوط کلسیم و کلر با بیشترین احتمال گذار ظاهرشدهاند. در این ناحیه دو خط ۳۳ ۹۳/۲ و ۳۹۷/۳nm از شدت بیشتری برخوردار هستند بنابراین جزو خطوط مهم در شناسایی سنگ مخزن کربناته به شمار میآیند.



تحليل ناحيه مريى

ناحیه مریی در شکل ۷ و شکل ۸ بیانگر خطوط بیشتری از کربن در این ناحیه هستند. در این ناحیه خطوط مربوط به اکسیژن نیز ظاهر شدند.



بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، ۱۵–۱۶ بهمن ۱۳۹۸

مراجع

- X. Hou and B. T. Jones, "Field instrumentation in atomic spectroscopy," Microchemical Journal, vol. 66, no. 1-3, pp. 115-145, 2000.
- Y.-I. Lee, K. Song, and J. Sneddon, Laserinduced breakdown spectrometry. Nova Publishers, 2000.
- R. S. Harmon, F. C. De Lucia, A. W. Miziolek, K. L. McNesby, R. A. Walters, and P. D. French, "Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS)–an emerging fieldportable sensor technology for real-time, in-situ geochemical and environmental analysis," Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, vol. 5, no. 1, pp. 21-28, 2005.
- 4. http://oilexploration.ir./





تحليل ناحيه فروسرخ

در این ناحیه خطوط شاخصی وجود ندارد و تنها خطوطی مربوط به کلسیم و کربن قابل مشاهده است. این ناحیه از طیف سنگ کربناته در شکل ۹ قابل مشاهده است.



نتيجهگيري

در این پژوهش روشی سریع، کمهزینه، بی خطر و آسان بر اساس طیفسنجی فروشکست القایی لیزری، برای چاه پیمایی در مرحله ی اکتشاف نفت ارائه شده است. با به کارگیری لیزر نئودیمیوم یاگ پالسی در طول موج ۱۰۶۴ نانومتر با نرخ تکرار ۵ بار در ثانیه، عرض پالس ۱۰ نانوثانیه و انرژی ۱۵۰ میلیژول در هر پالس و روش طیفسنجی فروشکست القایی لیزری میتوان خصوصیات فیزیکی سنگ مخزن مانند جنس سنگهای موجود در مسیر حفاری و میزان تخلخل آنها را تشخیص داد. با کمک این روش بخشی از ساختار شیمیایی سنگ مخزن کربناته آسماری اهواز بررسی و با روشهای متعارف شناسایی کانیهای

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