



بیست و یکمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و هفتمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۲۳ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهید بهشتی



کاربرد بیناب نمایی فروشکست القای لیزری در تجزیه و تحلیل عناصر موجود در مو

محبوبه آقابابائی نژاد^{۱،۲}، سید جبار موسوی^۱، سید محمدرضا دربانی^{۱،۳}، محمود سلطان‌الکتابی^۱، عبدالله اسلامی مجد^۳

^۱گروه پژوهشی اپتیک کوانتومی، دانشگاه اصفهان، اصفهان

^۲پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران

چکیده - عناصر موجود در موی سر ۲۵ زن اصفهانی و تهرانی به‌منظور بررسی عوامل مؤثر در سرعت رشد بالای مو و تولید موخوره و اثرات رنگ مو، با استفاده از روش بیناب‌نمایی فروشکست القای لیزری تعیین شدند. نتایج تحقیقات نشان داد که میزان نیتروژن، اکسیژن و هیدروژن در موهای رنگ‌شده بسیار بالاتر از میزان آن‌ها در موهای طبیعی است. علاوه بر این، رابطه‌ای مستقیمی بین میزان کلسیم شناسایی شده در مو و سرعت رشد مو و همچنین بین میزان سدیم و تولید موخوره مشاهده گردید.

کلید واژه- بیناب نمایی فروشکست القای لیزری، سرعت رشد مو، مو، موخوره.

Application of Laser Induced Breakdown Spectroscopy to hair elements analysis

Mahboobeh Aghababaei Nejad^{۱&۲}, Seyyed Jabbar Mousavi^۱, Seyyed Mohammad Reza Darbani^{۱&۳}, Mahmood Soltanolkotabi^۱, A. Eslami Majd^۲

^۱Quantum Optics Research Group, University of Isfahan, Isfahan

^۲Nuclear Science and Technology Research School, Atomic Energy Organization of Iran, Tehran

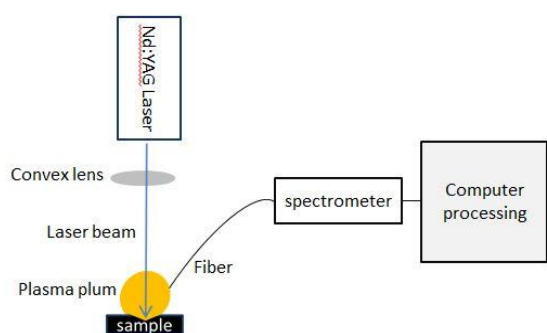
^۳Optics and Lasers Science and Technology Research Center, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan

Abstract- In this study, elements in the hair of ۲۵ Isfahanian and Tehranian women was determined by laser induced breakdown spectroscopy to investigate the reason of high velocity growth, trichoptilosis and the effect of dye colors on the hair. Results showed that Nitrogen, Hydrogen and Oxygen levels of colored hairs are more than natural hairs. In addition, direct relations between Calcium level and hair velocity growth and also Sodium level with the trichoptilosis were observed.

Keywords: Laser Induced Breakdown Spectroscopy, Hair velocity growth, Hair, Trichoptilosis.

۱- مقدمه

طرحواره چیدمان برپاشده در شکل ۱ نشان داده شده است.

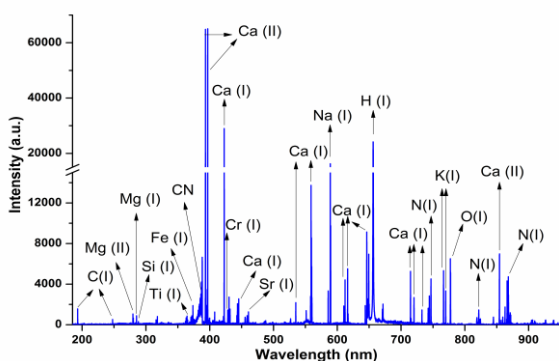


شکل ۱: طرحواره چیدمان آزمایش

میزان عناصر موجود در مو یکی از شاخصه‌های سلامت شخص بوده و می‌تواند در ارزیابی وضعیت تغذیه، محیط زندگی و... استفاده شود [۱]. روش‌های بیناب‌نمایی مادون قرمز و رامان که اغلب ساختار مولکولی ترکیبات را بررسی می‌کنند، روش‌های رایج مطالعه مو هستند [۲ و ۳]. با توجه به برخی مزایای LIBS شامل توانایی شناسایی هم‌زمان و سریع چند عنصری و همچنین عدم نیاز به آماده‌سازی نمونه، فعالیت‌هایی در زمینه استفاده از این روش برای مطالعه بافت‌های بیولوژیکی صورت گرفته است [۴-۶].

۳- بحث و تحلیل

بیناب نوعی مو به همراه عناصر موجود آن در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که از شکل دیده می‌شود، عنصر غالب در مو کلسیم بوده که با نتایج حاصل از برخی تحقیقات هم‌خوانی دارد [۷ و ۸].



شکل ۲: بیناب نوعی مو

طول‌موج‌های متناظر با عناصر شناسایی شده در جدول ۱ فهرست شده‌اند. گسیل‌های مولکولی CN در بازه طول موجی ۳۸۸٫۳۰ nm - ۳۸۵٫۰۵ nm ناشی از بازترکیب اتم‌های کربن و نیتروژن علاوه بر خطوط اتمی و یونی شناسایی شده نیز مشاهده گردید.

مو از عناصری مانند K, Mg, Ca, S, N, O, H, C, W, Sn, Sb, Pb, Hg, Na, Fe, Cu, Zn, Mg, B, Al, Mo, Au, Sr, Se, Ag, P, I تشکیل شده که برخی از آن‌ها به واسطه شرایط محیطی بر روی مو ظاهر می‌شوند [۷ و ۸]. از بین عناصر فوق Ca, Mg, Cu, Zn عناصر ضروری As, Ni و Cd, Hg عناصر مضر بوده که وجود آن‌ها دلالت بر شرایط ناسالم محیطی و یا بیماری در شخص دارد [۸].

در این مطالعه به بررسی عناصر موجود در مو با استفاده از روش LIBS پرداخته شده است. از نتایج این تحقیق جهت بررسی تأثیر رنگ مو، عوامل تأثیرگذار بر سرعت رشد مو و ایجاد موخوره استفاده شده است.

۲- مواد و چیدمان آزمایش

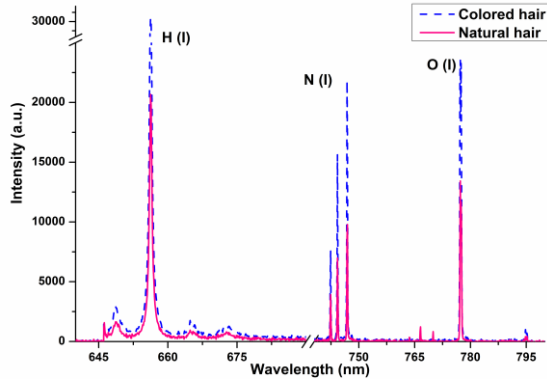
۲۵ نمونه مو از بین زنان اصفهانی و تهرانی برای انجام این پژوهش جمع‌آوری شد. نمونه‌ها به دو گروه رنگ‌شده و طبیعی تقسیم شدند. همچنین طبق دسته‌بندی دیگری ۷ نمونه موی مربوط به انتهای مو که حدود ۲۰ cm رشد کرده بودند و ۷ نمونه مربوط به بالای مو و نزدیک به ریشه مربوط به همان افراد انتخاب شدند. به‌منظور جلوگیری از تأثیر رسوبات ناشی از عرق در نتایج آزمایش، نمونه‌گیری‌ها پس از استحمام افراد صورت گرفت.

در برپایی آزمایش از طول موج اصلی لیزر Nd:YAG با انرژی خروجی ۱۰۰ mJ و پهنای تپ 7 ± 2 ns استفاده شد. بیناب‌سنج با توان تفکیک‌پذیری ۰/۰۴ nm که قابلیت بیناب‌نگاری در ناحیه طول‌موجی ۱۸۲ تا ۱۰۵۷ نانومتر را داشت، جهت آشکارسازی تابش گسیلی پلاسما استفاده شد. به‌منظور افزایش دقت، از هر نمونه ۵ بار داده‌برداری و نتیجه نهایی براساس میانگین‌گیری داده‌ها بدست آمد.

جدول ۱: خطوط اتمی و یونی شناسایی شده مو توسط روش LIBS

Element	Ca II	Ca I	Ti II	Ti I	N I
Wavelength h (nm)	۳۱۵,۸	۴۲۲,۶	۳۲۳,۴	۳۶۴,۲	۷۴۲,۳
	۸	۷	۵	۶	۶
	۳۱۷,۹	۴۳۰,۲	۳۲۳,۶	۳۶۵,۳	۷۴۴,۲
	۳	۵	۵	۴	۲
	۳۹۳,۳	۴۴۲,۵	۳۲۳,۹	۳۷۵,۲	۷۴۶,۸
	۶	۴	۰	۸	۳
	۳۹۶,۸	۴۴۳,۴	۳۳۴,۹	۳۹۸,۹	۸۲۱,۶
	۴	۹	۴	۷	۶
	۸۵۴,۲	۴۴۵,۴	۳۳۶,۰	۳۹۹,۸	۸۶۸,۰
	۰	۷	۹	۶	۲
	۵۵۸,۸	۳۶۸,۵	۴۹۸,۱	۸۷۱,۱	
	۷	۲	۷	۷	
	۶۱۰,۲	۳۷۵,۹	۴۹۹,۱	۹۰۴,۹	
	۷	۳	۰	۰	
	۶۱۲,۲		۴۹۹,۹	۹۳۹,۳	
	۲		۵	۲	
	۶۱۶,۲		۵۰۰,۷		
	۱		۲		
	۷۱۴,۸		۵۰۱,۳		
	۱		۲		
	۷۲۰,۲				
	۱				
	۷۳۲,۶				
	۱				
Element	O I	Fe I	Na I	Al I	Cl I
Wavelength h (nm)	۷۱۵,۷	۳۷۱,۹	۵۸۸,۹	۳۹۴,۴	۱۹۳,۰
	۰	۹	۹	۰	۹
	۷۷۷,۱	۳۷۳,۴	۵۸۹,۵	۳۹۶,۱	۲۴۷,۸
	۹	۸	۹	۵	۵
	۸۴۴,۶	۳۷۴,۵			۹۰۹,۴
	۷	۵			۸
	۹۲۶,۶	۴۲۱,۶			
	۰	۱			
Element	Mg II	Mg I	H	K I	Si I
Wavelength h (nm)	۲۷۹,۵	۲۸۵,۲	۴۸۶,۱	۷۶۶,۴	۲۸۸,۱
	۵	۱	۳	۸	۵
	۲۸۰,۲		۶۵۶,۲	۷۶۹,۸	
	۷		۸	۹	
Element	Cu I	Cr I	Sr II	Sr I	
Wavelength h (nm)	۳۲۴,۷	۴۲۸,۹	۴۰۷,۷	۴۶۰,۷	
	۵	۷	۷	۳	

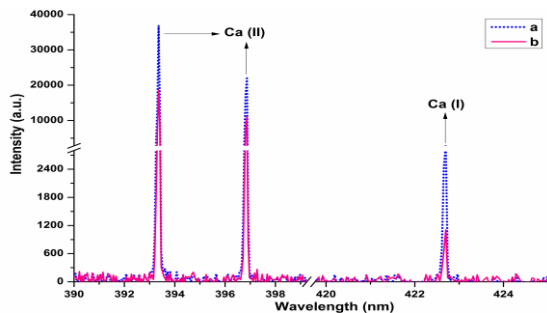
بیناب موی رنگی خیلی بیشتر از مقدار آن در موی طبیعی می‌باشد. بررسی بر روی بیناب ۲۵ نمونه دیگر نیز این نتیجه را تأیید می‌کند. دو ماده شیمیایی اصلی در رنگ مو اکسیدان (H_2O_2) و آمونیاک (NH_3) می‌باشند. با تابش لیزر بر روی نمونه و شکسته شدن پیوندهای مولکولی ترکیب‌های فوق، افزایش شدت این عناصر در بیناب موی رنگ شده مورد انتظار است.



شکل ۳: یک نمونه بیناب موی رنگ‌شده (خط نقطه چین- آبی) و یک نمونه بیناب موی طبیعی (خط پر- صورتی)

۳-۲- بررسی تأثیر میزان کلسیم بر رشد مو

جهت بررسی اثر فوق تقسیم‌بندی دیگری در نظر گرفته شد. گروه اول این تقسیم بندی مربوط به موی سر افرادی بود که موی آن‌ها در طول یک ماه رشد بیش از ۱cm داشتند و گروه دوم مربوط به موی سر افرادی که در همین مدت دارای رشد موی کمتر از ۱cm بوده‌اند. نتایج بیناب‌نگاری نشان دادند که میزان کلسیم موجود در موی سر بر سرعت رشد مو تأثیرگذار است. بر این اساس افرادی که از رشد موی خوبی برخوردار بودند، به‌طور چشم‌گیری میزان کلسیم آشکارشده در موی سر آن‌ها بیشتر از سایرین بود. شکل ۴ مقایسه‌ای از بیناب موی این دو گروه و شکل ۵ مقایسه آماری نتایج را نشان می‌دهد.



شکل ۴: *a*- بیناب موی نوعی با سرعت رشد موی زیاد، *b*- بیناب موی نوعی با سرعت رشد موی کم

۳-۱- تأثیر رنگ مو

مقایسه‌ای از یک نمونه بیناب موی رنگ‌شده و موی طبیعی در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، میزان نیتروژن، اکسیژن و هیدروژن در

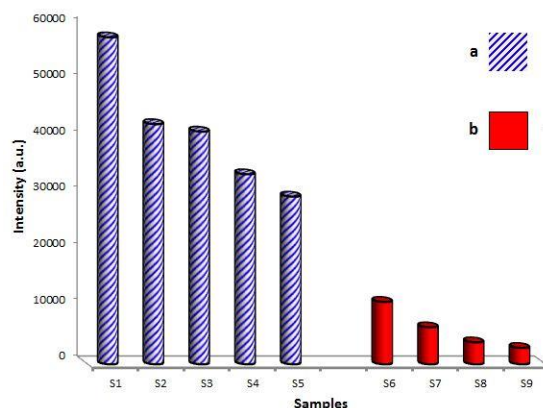
میزان نیتروژن، اکسیژن و هیدروژن در نمونه موهای رنگ شده بسیار بیشتر از موی طبیعی دیده شد. ارتباط مستقیم بین سرعت رشد مو و میزان کلسیم آشکار شده در بیناب موی افراد مشاهده گردید. همچنین با مقایسه بیناب بخش انتهایی مو و دارای موخوره و بخش بالایی آن نزدیک به ریشه، دیده شد که میزان سدیم در بخش انتهایی مو بیشتر از بخش بالایی آن است که این عامل می تواند دلیلی برای تولید موخوره در انتهای مو باشد.

سپاسگزاری

از پرسنل پژوهشکده علوم و فناوری اپتیک و لیزر که ما را در انجام این پژوهش یاری نموده اند، سپاسگزاری می شود.

مراجع

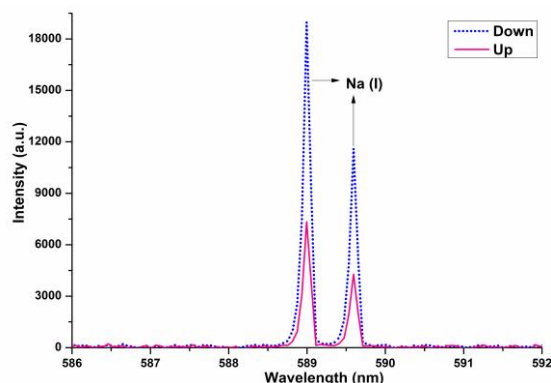
- [۱] Corsi M., Cristoforetti G., Hidalgo M., Legnaioli S., Palleschi V., Salvetti A., Tognoni E., Vallebona C., *Application of laser-induced breakdown spectroscopy technique to hair tissue mineral analysis*, **Appl. Opt.** ۴۲ (۲۰۰۳), ۶۱۳۳-۶۱۳۷.
- [۲] Panayiotou H., *Vibrational spectroscopy of keratin fibers a forensic approach*, Queensland University of technology school of physical and chemical science, ۲۰۰۴.
- [۳] Bantignies J., Carr G.L., Lutz D., Marull S., Williams G., Fuchs G., *Chemical imaging of hair by infrared microspectroscopy usings synchrotronra diation*, **J. Cosmet. Sci.** ۵۱ (۲۰۰۰), ۷۳-۹۰.
- [۴] S. J. Rehse S. J., Salimnia H., Miziolek A. W., *Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS): an overview of recent progress and future potential for biomedical applications*, **J. Med. Eng. Technol.** ۳۶ (۲۰۱۲), ۷۷-۸۹.
- [۵] Hosseinimakarem Z., Tavassoli S. H., *Analysis of human nails by laser-induced breakdown spectroscopy*, **J. Biomed. Opt.** ۱۶ (۲۰۱۱), ۰۵۷۰۰۲۱-۸.
- [۶] Singh V. K., Rai A. K., *Prospects for laser-induced breakdown spectroscopy for biomedical applications: a review*, **Lasers Med Sci.** ۲۶ (۲۰۱۱), ۶۷۳-۶۸۷.
- [۷] Caroli S., Senofonte O., Violante N., Fornarelli L., Powar A., *Assessment of reference values for elements in hair of urban normal subjects*, **Microchem. J.** ۴۶ (۱۹۹۲), ۱۷۴-۱۸۳.
- [۸] Garry F., Gordon M.D., *Sex and age related differences in trace element concentrations in hair*, **Sci. Total Environ.** ۴۲ (۱۹۸۵), ۱۳۳-۱۴۷.
- [۹] <http://www.splitender.com/۱-۸۸۸-۴۱۰-۶۶۵۵/split-ends.htm>



شکل ۵: توزیع آماری میزان کلسیم در بیناب دو گروه مویی: a- افراد دارای سرعت رشد موی زیاد (استوانه هاشوردار- آبی)، b- افراد دارای رشد موی کم (استوانه پر- قرمز)

۳-۳- بررسی تأثیر میزان سدیم بر موخوره

۷ نمونه مو به طول حدودی ۲۰cm که هر کدام از آن ها شامل دو بخش انتهایی مو و دارای موخوره و بخش بالایی مو و نزدیک به ریشه بودند، انتخاب شدند. کل نمونه ها مربوط به موی اشخاصی بودند که از سشوار و اتوی مو که از عوامل اصلی ایجاد موخوره هستند، استفاده نمی کردند. شکل ۶ مقایسه ای از بیناب نوعی نمونه انتهایی مو(دارای موخوره) و نمونه بالای مو(نزدیک به ریشه) را نشان می دهد. همان طور که از شکل مشخص است، میزان سدیم به طور چشم گیری در نمونه پایین مو(دارای موخوره) بیشتر می باشد. رسوب نمک در قسمت انتهایی مو می تواند یکی از دلایل این اثر باشد [۹].



شکل ۶: بیناب نوعی نمونه انتهایی مو و دارای موخوره(خط نقطه چین- آبی)، Up- بیناب نوعی نمونه بالایی مو و نزدیک به ریشه (خط پر- صورتی)

۴- نتیجه گیری

عناصر موجود در مو به کمک روش LIBS مشخص شدند.