تعیین منشأ زمرد بر اساس روش طیف سنجی

نرگس بارانی[۱]، هاتف زینلی اصلانی[۲]، مسعود کیانی[۳]

کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی ، دانشگاه لرستان ، nagesb27@yahoo..com[۱]

موسسه گوهرشناسی تحسین، مرکز رشد واحد های فناور ، دانشگاه خوارزمی تهران ، hatefzeini@gmail.com[۲]

موسسه گوهرشناسی تحسین، مرکز رشد واحد های فناور ، دانشگاه خوارزمی تهران ، kianigemology@gmail.com[۳]

چکیده :زمردها بر اساس طیف سنجی و اینکلوژن از نظر ژنز به دو دسته هیدروترمال/دگرگونی یا میزبان شیست تقسیم می شوند. زمردهای نوع هیدروترمال/دگرگونی از جمله زمردهای کلمبیا دارای میانبارهای سیال می باشند اما به راحتی توسط طیف سنجی-UV NI R قابل تشخیص می باشند .براساس طیف سنجی UV-NI R زمردهای نوع شیست میزبان به طور کلی محتوی Fe بیشتری نسبت به زمردهای نوع هیدروترمال/دگرگونی هستند .برجسته ترین ویژگی های مشاهده شده درنمودار طیف سنجی زمردهای نوع هیدروترمال/دگرگونی جذب گسترده ۳Cr+ در محدوده ۴۳۰ و ۶nm ۰۰و بالاترین قله ۳Cr+ در ۶nm ۸۳است .بالاترین طول طیف جذبی مربوط به Fe در محدودهnm ۸۱۰ برای زمردهای میزبان شیست می باشد.

کلید واژه -زمرد، کلمبیا، آنالیز طیف سنجی، اینکلوژن

ORIGIN DETERMINATION OF EMERALD BASED UV-Vis-NIR SPECTROSCOPYThe Paper Title in English

1Narges barani, nargesb27@yahoo.com

2Hatef zeinali aslani, hatefzeini@gmail.com

3Masoud Kiani, kianigeology@gmail.com

The Authors Affiliations (First complete name last name) and Emails

Abstract- In this paper we try to describe our experimental or theoretical results. This abstract should be about 200 words.

Keywords: Maximum five keywords related to the paper subjects, sorted in alphabetical order separated by comma are required.

مقدمه

در صنعت جواهرت تشخیص منشأ زمرد و سایر سنگهای رنگی گوهری با استفاده از آزمایشگاه های گوهر شناسی رشد چشم گیری داشته است. ولی تعیین منشا زمردها همیشه چالش بر انگیز بوده است. در این آزمایشگاه‌ها تعیین منشأ زمرد با روش های مطالعه اینکلوژن ها، آنالیز طیف سنجی، بررسی عناصر کم یاب توسط لیزر (LA-ICP-MS) انجام پذیر می باشد.با روش های انکلوژن و طیف سنجی اغلب می توان زمردهای کلمبیایی را از دیگر منابع شناسایی کرد. برای زمردهای غیر کلمبیایی علاوه بر اطلاعات مربوط به اجزای سنگ تجزیه و تحلیل عناصر کمیاب توسط (LA-ICP-MS) مورد نیاز است. زمردهای کلمبیا دارای رنگ سبز خالص گرم‌تر و شدیدتری نسبت به زمردهای مناطق جغرافیایی دیگرهستند (شکل۱). زمردهای گرانقیمت بسیار شفاف هستند. رنگ آنها به طور مساوی توزیع می‌شود و هیچ منطقه‌بندی رنگی در چشم دیده نمی‌شود. اگر رنگ آن بیش از حد مایل به زرد یا مایل به آبی باشد، آن سنگ زمرد نیست، بلکه انواع دیگری از بریل است و ارزش آن هم طبق رنگی که دارد، کاهش می‌یابد.تعیین منشأ جغرافیایی عامل مهمی برای انتخاب زمردهای مرغوب می باشد. گسترش و تنوع در منابع زمرد تعیین منشأ را پیچیده کرده است . حقیقت این است که ظاهر زمرد بین ذخایر معدنی مختلف همپوشانی دارد.

روش کار

روش انالیز طیف سنجی uv-vis یکی از ویژگی‌هایی است که در شیمی تحلیلی برای تعیین خصوصیات کمی مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طیف سنجی مرئی-فرابنفش قسمتی از نور جذب ماده شده و قسمتی از آن از ماده عبور می‌کند. نتیجه این طیف سنجی به صورت تابعی از طول‌موج در نمایشگر نشان داده می‌شود. از آن جایی که هر ماده جذب مخصوص به خود را دارد، یک رابطه منحصر به فردی بین ماده و طیف UV-VIS وجود دارد. بنابراین از این طیف می‌توان اطلاعات کمی ماده را به دست آورد. در واقع می‌توان با اندازه‌گیری میزان جذب در یک طول موج خاص، غلظت آنالیت را تعیین کرد. نمونه ها و روش های تحلیلی زمردهای موجود در این مطالعه عمدتاً از مجموعه مرجع GIA هستند که بیش از یک دهه توسط بخش گوهرشناسی صحرایی GIA جمع آوری شده اند. سنگ های موجود در مجموعه مرجع GIA از منابع معتبر به دست آمده و تا حد امکان نزدیک به منبع استخراج به دست آمده اند.این زمرد ها عمدتا از معادن کلمبیا، زامبیا، روسیه، برزیل، افغانستان و ماداگاسکار می باشند که طی مطالعه با هم مورد مقایسه خواهند گرفت.

بحث

بر اساس شرایط تشکیل زمین شناسی وتعین منشأ زمردها در دو گروه هیدروترمال/دگرگونی و سنگ شیست میزبان/ماگمایی تقسیم می شوند(Giuliani et al., 2019). این تقسیم بندی همچنین می تواند باعث تمایزبین زمردهای کلمبیا با دیگر زمردها شود. زمردهای کلمبیا، افغانستان و چین در گروه زمردهای نوع هیدروترمال/دگرگونی و زمردهای زامبیا، روسیه، اتیوپی و برزیل در گروه زمردهای نوع سنگ شیست میزبان/ماگمایی قرار می گیرند. در بسیاری از موارد تشخیص این دو گروه از طریق خواص گوهر شناسی زمردها امکان پذیر است.

زمردهای هیدروترمال/دگرگونی اغلب دارای سیالات درگیر چند فازی منظم هستند در حالی که زمردهای شیستی/ماگمایی دارای سیالات درگیر چند فازی نامنظم و محصور شده می باشند. تفاوت در ظاهر این میانبارها به احتمال زیاد مربوط به محصور شدن اینکلوژن ها در شرایط دمایی و عمق تشکیل زمردها قبل از رسیدن به سطح زمین می باشد (Giuliani et al., 2019). تکنیک های تحلیلی پیشرفته نباید تنها بر پایه مشاهدات سیالات درگیر باشد(Giuliani et al., 2020). زمردهای نوع شیست میزبان به طور کلی محتوی Fe بیشتری نسبت به زمردهای نوع هیدروترمال/دگرگونی هستند (Vertriest and Wongrawang ;2018). این تمایز شیمیایی به راحتی با استفاده از طیف سنجی UV-NIR قابل تشخیص است. نتیجه آنالیز طیف سنجی UV-NIR چند نمونه از زمردهای هیدروترمال/دگرگونی در شکل۲ دیده می شود.

برجسته ترین ویژگی های مشاهده شده درنمودار طیف سنجی این گروه از زمردها جذب گسترده Cr^{3+} در محدوده ۴۳۰و ۶۰۰ nm و بالاترین قله Cr^{3+} در ۶۸۳ nm است. طیف ها با عدم وجود هرگونه باند جذب در نمونه های کلمبیا در نزدیک منطقه IR در درجه های بالاتر ۷۰۰ nm مشاهده مشود (طیف انتهایی در شکل۲). دیگر منابع از زمردهای نوع هیدروترمال/ دگرگونی (چین و افغانستان) که عموماً محتوی Fe بیشتری هستند معمولا باندهای جذبی در۸۱۰ nm به خاطر وجود Fe^{2+} نشان می دهد یا حتی نزدیک به محدوده طیف Fe^{3+} را نشان می دهد. بر پایه و اساس این مشاهدات و ویژگی ها می توان زمردهای کلمبیا را از زمردهای دیگر کانسارها تشخیص داد (Saeseaw et al. 2014). با این حال، همانگونه که در شکل ۲ دیده می شود بین زمردهای کلمبیایی و دیگر اعضای گروه هیدروترمال/دگرگونی در برخی نقاط هم پوشانی وجود دارد. به طور معمول زمردهای کلمبیا Fe کمتری نسبت به سایر معادن زمرد دارند. با این حال در تعداد کمی از نمونه سنگ های زمرد کلمبیا محتویات بالایی از آهن مشاهده می شود بطوری که باندهای جذبی Fe^{2+} در محدوده ۸۱۰ nm دیده می شود. از آنجا که زمردهای افغانستان محتوی Fe بیشتری نسبت به سنگ های کلمبیا هستند در محدوده غلظت های پایین تر Fe برخی سنگ ها ممکن است تنها یک جذب اندک مربوط به Fe را در باندهای ۸۱۰ nm نشان دهد ، که می تواند باعث اشتباه در طبقه بندی طیفی زمرد کلمبیایی شود. بنابر این در تفسیر طیف UV-NIR برای تفکیک زمردهای کلمبیا از سایر زمردها باید دقت زیادی بکار گرفته شود، و روش های متعدد دیگری از جمله شیمی عناصر کم یاب برای شناسایی منشأ جغرافیایی زمردها استفاده شود. زمردهای نوع میزبان شیست به دلیل محتوی Fe بالاتر از زمردهای کلمبیایی و سایر انواع زمردهای هیدروترمال/دگرگونی به راحتی از طریق طیف سنجی UV-NIR قابل تفکیک می باشند (شکل۲). در بیشتر مشاهدات واضح ترین تمایز بالاترین طول طیف جذبی مربوط به Fe در محدوده ۸۱۰ nm برای زمردهای نیزبان شیست می باشد. علاوه بر این زمردهایی با آهن بالاتر تمایل بیشتری به طیف باند بلندتر Fe^{3+} در محدوده ۳۷۲ nm را نسبت به زمرد های نوع هیدروترمال نشان می دهند. علاوه بر طیف سنجی UV-NIR برای تعیین منشأ زمردهای هیدروترمال و شیست میزبان باید از روش های دیگر از جمله شیمی عناصر کم یاب و مشاهدات و بررسی اینکلوژن های سنگ استفاده کرد.

شکل۱: تصویری از زمرد ۸۸,۴ گرمی کلمبیایی

نتیجه گیری

طیف‌سنجی می‌توانند بسیاری از چالش‌های گوهرشناسان را حل کنند. به عنوان مثال در مدت زمان بسیار کم می‌توان یک سنگ زمرد را به کمک طیف‌سنجی شناسایی و تعیین منشأ کرد. در سال‌های اخیر خرید و فروش سنگ‌های قیمتی از جمله زمرد افزایش یافته است. تعیین منشا و اصالت زمرد مهم‌ترین ویژگی‌های طیف‌سنجی این است که آنالیزها غیر مخرب هستند و آسیبی به نمونه وارد نمی‌کنند. همچنین این اندازه‌گیری‌ها با سرعت بالایی انجام می‌گیرد. همین ویژگی‌ها سبب می شود تا طیف‌سنجی به یک عضو جدانشدنی در گوهرشناسی تبدیل شود .همان طور که می‌دانید منشا (origin) زمرد ها حائز اهمیت است. طیف‌سنجی امکان تعیین منشا سنگ‌های قیمتی را فراهم می‌کند. اما برای دقت بیشتر در تعیین منشأ علاوه بر طیف سنجی UV-NIR زمردهای هیدروترمال و شیست میزبان باید از روش های دیگر از جمله شیمی عناصر کم یاب و مشاهدات و بررسی اینکلوژن های سنگ نیزاستفاده کرد.

مراجع:

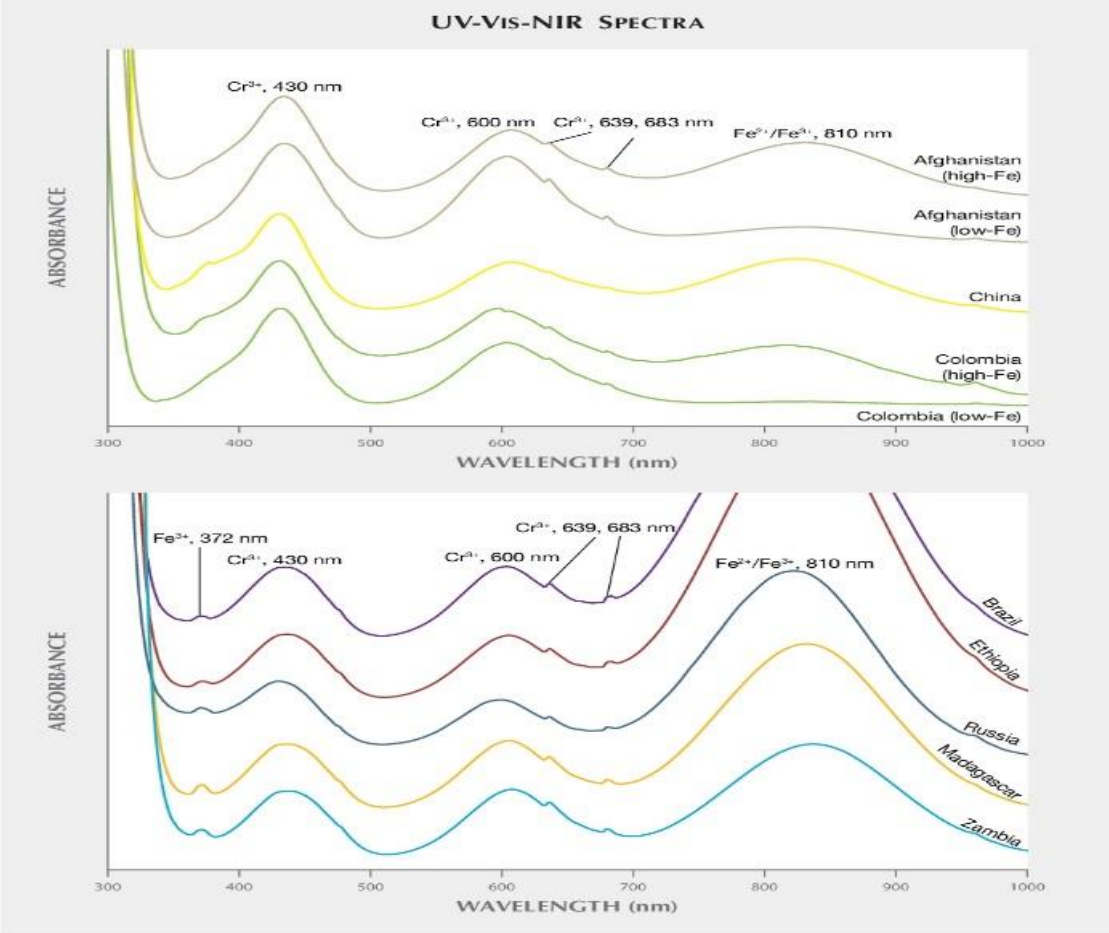
[1] Giuliani G., Chaussidon M., Schubnel H.-J., Piat D.H., RollionBard C., France-Lanord C., Giard D., de Narvaez D., Rondeau B. (2000) Oxygen isotopes and emerald trade routes since antiquity. Science, Vol. 287, No. 5453, pp. 631–633.

[2] Giuliani G., Groat L.A., Marshall D., Fallick A.E., Branquet Y. (2019) Emerald deposits: A review and enhanced classification. Minerals, Vol. 9, No. 2, p. 105, http://dx.doi.org/10.3390/ min9020105.

[3] Giuliani G., Groat L.A. (2020) Geology of corundum and emerald gem deposits: A review. G&G, Vol. 55, No. 4, pp. 464–489,

[4] Saeseaw S., Pardieu V., Sangsawong S. (2014) Three-phase inclusions in emerald and their impact on origin determination. G&G, Vol. 50, No. 2, pp. 114–132, http://dx.doi.org/10.5741/ GEMS.50.2.114

[5] Vertriest W., Wongrawang P. (2018) A gemological description of Ethiopian emeralds. InColor, No. 40, pp. 72–73.



شکل۲: تصویربالا نمودار طیف سنجی UV-NIR زمردهای نوع هیدروترمال/ دگرگونی را نشان می دهد. تصویر پایینی نمودار طیف سنجی UV-NIR زمردهای نوع سنگ شیست میزبان/ماگمایی را نشان می دهد