

اندازه گیری مونازیت و کانیهای همراه به روش تغلیظ کانیهای

سنگین در پلاسر مروست (ایران - یزد)

نوشته: مسعود علی پور*، دکتر ایرج رسا**، دکتر محمود مهرپرتو* و علیرضا باباخانی*

The Measurement of Monazite and Associated Minerals by Heavy Mineral Concentrate Method in Marvast Placer Deposit (Yazd-Iran)

By: M. Alipour*, Dr. I. Rasa**, Dr. M. Mehrpartou* & A.R. Babakhani*

چکیده

مونازیت از کانیهای گروه فسفات است و به فسفات توریم و عناصر خاکی کمیاب معروف است. مونازیت کانی کمیابی است و به عنوان سازنده فرعی در گرانیتها، گنیسها، آپلیتها، پگماتیتها و به شکل دانه‌های مدور در ماسه‌های مشتق از تجزیه چنین سنگهایی ظاهر می‌شود. این کانی به دلیل مقادیر قابل ملاحظه‌ای از توریم و عناصر خاکی کمیاب در ترکیب خود، همواره به عنوان یک کانی ارزشمند و اقتصادی در کانسارهای پلاسری مطرح است. پلاسر مونازیت مروست، در چهار چوب اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی سنگین ناحیه‌ای در محور یزد- سبزواران شناسایی و معرفی گردید. کاوشهای بعدی در این منطقه نشان داد که رسوبهای دشت جوان (Q_2^t) و رودخانه‌ای جوان (Q_2^{all}) در بردارنده کانی مونازیت هستند. مقدار مونازیت در این پلاسر از ۵۰ تا ۵۲۵ گرم در تن تغییر می‌کند و ذخیره این کانسار پلاسری ۸۸۶۶۴۲۵ تن با عیار میانگین ۱۵۰ گرم در تن مونازیت برآورد می‌شود. تجزیه نمونه‌های کنسانتره به روشهای طیف سنجی جرمی و میکروپروب نشان می‌دهد که مونازیت مروست غنی از عناصر خاکی کمیاب سبک (Ce, La, Nd, Pr, Eu, Sm) است و مقدار REE_2O_3 آن حدود ۵۵/۴۵ درصد اندازه گیری شده است.

در این کانسار پلاسری، پیریت هماتیته شده، اپیدوت، سلسیت، سروسیت، روتیل، مگنتیت، گارنت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول و گاه زیرکن و آپاتیت همراه با مونازیت حضور دارند.

در منطقه مروست، سنگ مادر مونازیت شیلهای سیاه است که به صورت متناوب با ماسه سنگهای آهکی، آهک و گاه کنگلومرا، قرار گرفته‌اند و گرهمکهای مونازیت به صورت پراکنده در شیلها تظاهر دارند. هوازگی و فرسایش چنین سنگهایی سبب آزاد شدن دانه‌های مونازیت و تمرکز آن در رسوبهای دشت جوان و رودخانه‌ای شده است.

کلید واژه‌ها: مونازیت، پلاسر، کانی سنگین، عناصر خاکی کمیاب، مروست.

Absrtact

Monazite is a member phosphate group, and a phosphate of Th and REE. Monazite is a rare mineral and occurs as an accessory mineral in granites, gneisses, aplites, pegmatites and as rolled grains in the sands derived from decomposition of such rocks.

Due to the high content of turium and rare earth elements this mineral is the most important and economic mineral in placer deposits.

Marvast monazite placer, has been identified through the regional geochemical exploration in Yazd - Sabzevaran zone. Detailed exploration shows that younger gravel fan and recent alluvium contain monazite grains. The grade of monazite in this placer varies from 50-525 g/ton. The reserve of placer is 8866425 t. with a grade of 150 g/ton of monazite. Monazite concentrate samples analysed by mass spectrometry and microprobe techniques. The results show that Marvast monazite enriched in light rare earth elements (Ce, La, Nd, Pr, Eu, Sm) and the content of REE_2O_3 is about 55.45%.

In this placer deposit, Monazite accompanied by hematitized pyrite, epidotes, celestie, cerisite, rutile, magnetite, garnets, ilmenite, pyroxens, amphibols and sometime with zircon and apatite. Black shales are the host rock of monazite in the Marvast area, interbedded with calcareous sandstone, limestone and conglomerate. Monazite nodules, occurs sporadically in shales.



Monazite grains are released by weathering and erosion of these rocks and are concentrated in younger gravel fan and recent alluvium.

Key Words: Monazite, Placer, Heavy mineral, Rare earth element, Marvast.

مقدمه

پلاسر موناژیت مروست در جنوب - جنوب خاور استان یزد و در مرکز ایران واقع است. این کانسار پلاسوری در راستای اکتشافات ژئوشیمیایی - کانی سنگین ناحیه‌ای در محور یزد - سبزواری شناسایی شد. کارشناسان جمهوری چک این کانی را برای اولین بار به نام رابدوفان (Rabdophane) یا فسفات عناصر خاکی کمیاب آبدار معرفی کرده‌اند، ولی مطالعات تکمیلی بعدی نشان می‌دهد که این کانی بدون شک موناژیت است، اما خواص کانی‌شناسی و پیدایش آن متفاوت از موناژیت‌های نوع آذرین می‌باشد.

جایگاه عناصر خاکی کمیاب در صنعت، عیار قابل ملاحظه موناژیت در رسوبهای دشت آبرفتی و گسترش این رسوبها پی جویی و اکتشاف موناژیت را در این منطقه توجیه می‌کند.

طرح پی جویی موناژیت با برداشت ۲۰۰ نمونه کانی سنگین از رسوبهای دشت جوان و آبرفتی و در محدوده‌ای به وسعت تقریبی ۱۵۰ کیلومتر مربع، حفر دو حلقه چاهک ۵ متری در مرکز بی‌هنجاریهای مرحله ناحیه‌ای به اجرا در آمد. این کاوشها به هدف کسب اطلاع از تغییرات جانبی و عمقی عیار موناژیت در دشت آبرفتی و انتخاب مکانهای مستعد برای اکتشافات نیمه تفصیلی صورت گرفته است. بر پایه نتایج مثبت حاصل از مرحله پی جویی، دو محدوده جمعاً به وسعت تقریبی ۵ کیلومتر مربع، برای اکتشافات نیمه تفصیلی پیشنهاد شد. این دو محدوده اکتشافی به نام بی‌هنجاریهای باختری و خاوری موناژیت نامگذاری شده‌اند که بی‌هنجاری (آنومالی) باختری موضوع این بررسی است.

محدوده بی‌هنجاری باختری، منطقه‌ای به وسعت تقریبی ۲ کیلومتر مربع را دربرمی‌گیرد (شکل ۱) در این منطقه، ابتدا نقشه توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ تهیه گردید و سپس شبکه حفاری چاهکهای اکتشافی در ابعاد ۲۰×۲۰ متر پیاده شد. در محدوده این بی‌هنجاری ۴۴ حلقه چاهک به قطر ۱ متر و به روش دستی تا سنگ بستر حفر شد. عمق چاهکها از ۱ تا ۱۰ متر متغیر است. در امتداد چاهکها به ازای هر متر یک نمونه کانی سنگین برداشت شد، بر روی تمامی نمونه‌ها مراحل مختلف توزین، لاوک شویی، آماده سازی، مطالعه و جدایش انجام و در نهایت مقدار گرم در تن موناژیت در هر نمونه محاسبه شده است. از آنجا که شبکه نمونه برداری سیستماتیک بوده، با داشتن پارامترهای عیار، عمق، طول، عرض و وزن مخصوص آبرفت، به محاسبه ذخیره موناژیت به روش چهار ضلعی اقدام شده است.

زمین‌شناسی عمومی

از نظر جایگاه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه در بخش جنوب خاوری زون سندج - سیرجان و درمرز زون ایران مرکزی واقع است (شکل ۲). این منطقه شامل سنگهای رسوبی با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری است. کهن‌ترین نهشته‌های منطقه متعلق به پالئوزویک است که سنگهای پی را تشکیل داده و اغلب دگرگون شده‌اند. این سنگها که در قسمت‌های شمالی و شمال خاوری محدوده اکتشافی پرویزند دارند، توسط گسل مروست - هرات با راستای NNW-SSE از فروافتادگی کویر صاحب آباد - مروست جدا شده‌اند. پرمین دگرگون شده و نادگرگونی نیز جوان‌ترین واحدهای پالئوزویک را در این ناحیه تشکیل داده است.

بخش کهن‌تر نهشته‌های مزوزویک شامل سنگهای رسوبی دگرگون شده تریاس میانی و سنگهای کمتر دگرگون شده تریاس بالایی - ژوراسیک است ولی بخش بالایی که شامل رسوبات و سنگهای آتشفشانی کرتاسه است به طرف جنوب باختر در خارج از محدوده مورد مطالعه گسترده هستند. رسوبهای دشت جوان و رودخانه‌ای جوان که جنس سازنده‌های آنها متأثر از سنگهای اطراف و بالادست است بخشهای شمال و شمال خاوری محدوده را پوشش داده و در بردارنده کانی بارزش موناژیت می‌باشند.

روش مطالعه

در محدوده پلاسر مروست، چاهکهای اکتشافی در شبکه ۲۰۰×۲۰۰ متر برای محدوده باختری پیاده شده است. از آنجا که چاهکهای مذکور به روش دستی حفر شده‌اند، مساحتی به شعاع ۵ تا ۶ متر در اطراف محور چاهک را تمیز نموده، سپس به تدریج که چاهک در آبرفت حفر می‌شود، مواد حاصل از حفاری به صورت کپه‌های مجزا، که هر یک مربوط به عمق یک متری است را به صورتی مارپیچی در اطراف چاهک قرار داده می‌شوند، این کپه‌ها به فواصل ۰/۵ تا ۱ متر از یکدیگر ریخته می‌شوند و بر روی هر کپه، اطلاعاتی مانند شماره چاهک و عمقی که این کپه مربوط به آن است، درج می‌شود.

در این پروژه، نمونه‌های کانی سنگین از متر به متر طول چاهکها انتخاب شده‌اند. کپه‌های رسوب اطراف چاهکها که هر کدام مربوط به عمق معینی هستند از طریق مخروط سازی و ربع کردن متوالی به نمونه‌ای به وزن ۱۵ کیلوگرم کاهش داده می‌شود (شکل ۳). در استاندارد ISO ۱۹۸۸، فرمول زیر برای تعیین حداقل وزن لازم برای جزء نمونه‌های معدنی ارائه شده است:



(شکل ۷)، سپس با استفاده از میکروسکوپ دو چشمی و روشهای میکروشمیایی کانیهای موجود در هر بخش شناسایی می شود. در مرحله بعد، کانیهای موجود در هر بخش، زیر میکروسکوپ به طور کامل از یکدیگر جدا می شود، برای مثال موزانیت به همراه کانیهای پیریت هماتیته شده، هماتیت، اپیدوت، سریسیت، ایلمنیت، آمفیبول، قطعات شیل، شیل اسلیتی و ماسه سنگ و گناه گارنت و پیروکسن در بخش AV تمرکز می یابد، جهت عیار سنجی، این کانیها در زیر میکروسکوپ از یکدیگر جدا شده و سپس با ترازوی حساس و دقیق توزین می شوند، بدین ترتیب مقدار گرم در کانی (X) در بخش مطالعه (C بر حسب گرم) به دست می آید، سپس با استفاده از فرمول زیر مقدار گرم هر تن موزانیت و کانیهای همراه در پلاس مروسست محاسبه می شود:

$$\text{گرم در تن هر کانی سنگین} = \frac{X.B.1000}{A.C}$$

که در آن:

$$A = \text{وزن اولیه نمونه (بر حسب کیلوگرم)}$$

$$B = \text{وزن نمونه پس از لاک شویی (بر حسب گرم)}$$

$$C = \text{وزن مطالعه (بر حسب گرم)}$$

$$X = \text{مقدار کانی سنگین در وزن مطالعه (بر حسب گرم)}$$

نتایج به دست آمده از مطالعه نمونه های کانی سنگین نشان می دهد که کانیهای پیریت هماتیته، قطعات شیل، شیل اسلیتی، ماسه سنگ، آهک و دولومیت، سریسیت، هماتیت، اپیدوت، کوارتز، کلسیت، سلسیت، روتیل، آمفیبول، ایلمنیت، مگنتیت و گناه زیرکن، آپاتیت، پیروکسن، شیلیت، گارنت، فلوگوپیت و کلریت به همراه موزانیت در پلاس مروسست حضور دارند، ولی در این بین کانیهای موزانیت، پیریت هماتیته شده، سلسیت و قطعات شیل، شیل اسلیتی و ماسه سنگ از درصد قابل ملاحظه ای برخوردار بوده و موزانیت تنها کانی ارزشمند و اقتصادی این پلاس است (شکل ۸). لازم به یادآوری است برای شناسایی دقیق موزانیت و کانیهای همراه از روشهای کمکی پیشرفته ای مانند ریز کاواکترونی (Electron microporobe)، پراش سنجی پرتو ایکس (XRD)، طیف سنجی جرمی پلاسمای جفتی القایی - ساییدگی لیزری (LA-ICPMS) و برشهای نازک استفاده شده است که نتایج این مطالعات در قالب مقالات دیگری ارائه گردیده است.

در پلاس باختری مقدار موزانیت از ۳۰ تا ۵۲۵ گرم در تن تغییر می کند و عیار میانگین آن حدود ۱۵۰ گرم در تن است. مراحل آماده سازی نمونه های کانی سنگین برای عیار سنجی موزانیت و کانیهای سنگین همراه پلاس مروسست در نمودار شکل ۹ ارائه شده است.

$$\Delta m = 0/06d(t)$$

که در آن:

$$\Delta m = \text{وزن جزء نمونه (بر حسب کیلوگرم)}$$

$$d(t) = \text{قطر فوقانی ذرات (بر حسب میلی متر)}$$

در پلاس مروسست، ذرات عموماً دارای قطر کمتر از ۱۰ سانتی متر می باشند، قطر بالای ذرات خیلی به ندرت به ۲۵ سانتی متر (۲۵۰ میلی متر) می رسد. بنابراین در پروژه مروسست حداقل وزن لازم برای نمونه ها بر اساس فرمول پیشنهادی ISO، حدود ۱۵ کیلوگرم بر آورده می شود. از آنجا که کپه های رسوب از طریق مخروط سازی و ربع کردن متوالی کاهش وزن داده شده اند، لذا در این پروژه وزن نمونه های برداشت شده از چاهکها (A بر حسب کیلوگرم) از ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم متغیر بوده است. برای هر نمونه، شماره ای درج می شود که بیانگر منطقه پروژه شماره چاهک و عمق برداشت است. افزون بر این، مشخصاتی همچون وزن اولیه نمونه بر حسب کیلوگرم، رنگ، دانه بندی و جنس ذرات رسوب نیز در دفترچه های ویژه ای برای هر نمونه ثبت می شود.

تعیین عیار موزانیت و کانیهای سنگین همراه

در بخش تعیین عیار موزانیت و کانیهای همراه، نخستین مرحله، تغلیظ نمونه های کانی سنگین است، نمونه ها نخست توسط الک ۲ میلی متری ویژه ای در داخل آب سرند شده، و جزء زیر ۲ میلی متر گل شویی می شود. هدف از گل شویی جدا سازی رس، سیلت و ذرات معلق است. سپس نمونه به ظروف ویژه ای منتقل شده و بر پایه خاصیت اختلاف وزن مخصوص کانیها و غوطه ور شدن ذرات در آب و انجام حرکت دورانی و اصل قانون نیروی گریز از مرکز، ذرات سبک جداسازی می شود، و این عمل آنقدر ادامه می یابد تا به حجم دلخواه و معینی از نمونه تغلیظ شده برسیم. برای پرهیز از هر گونه خطا، این فرایند بسته به هدف مطالعه، باید توسط شخص ماهر و با دقت تمام صورت گیرد تا دانه های موزانیت در بخش تغلیظ شده باقی بمانند (شکل های ۴ و ۵). در این مرحله، قسمت تغلیظ یافت نمونه خشک شده و با ترازوی دقیق توزین می شود (B بر حسب گرم)، نمونه B با استفاده از دستگاه تقسیم کن به دو جزء نمونه تقسیم می شود. یکی از این جزء نمونه ها وزن شده (C بر حسب گرم) و برای تجزیه و اندازه گیریهای لازم به کار می رود، جزء نمونه دیگر به عنوان جزء نمونه کنترل برای مراجعات احتمالی بعدی در انبار نگهداری می شود.

در این مرحله، بخش C نمونه ها با مایع سنگین (بروموفرم) مورد جدایش قرار گرفته (شکل ۶)، و سپس جدایش با آهنرباهای دستی با بارهای مغناطیسی معین انجام می شود، در پایان این مرحله نمونه ها به سه بخش کانیهای دارای خاصیت مغناطیسی شدید (AA)، دارای خاصیت مغناطیسی متوسط (AV) و فاقد خاصیت مغناطیسی (NM) تقسیم بندی می شود

طبقه بندی رسوبات در پلاسروست

در پلاسروست برای اطلاع از اندازه رسوبهایی که کانی موناژیت در آن قرار می گیرد، طبقه بندی رسوبات انجام شده است. در محدوده پلاسروست، مطالعه طبقه بندی رسوبات به ترتیب در چاهک شماره ۴ انجام یافته است. در هر کدام از این چاهکها رسوبهای مربوط به عمقهای مختلف با استفاده از سرندهای ۸۰، ۱۸، ۴۰ مش به چهار بخش تقسیم شده است. برای مثال، نمونه مربوط به متر اول چاهک شماره (۱) با استفاده از این سرندها به اندازه های A, B, C, D بخش شده است، و همین فرآیند برای رسوبات مترهای بعدی چاهکها نیز تکرار شده است. در مرحله بعد هر یک از این بخشها به طور جداگانه در آزمایشگاه امدل استرالیا برای عناصر خاکی کمیاب تجزیه شده است.

اندازه $18\text{mesh}; 18\text{mesh} < D < 40\text{mesh}; 40\text{mesh} < C$ اندازه $80\text{mesh}; 80\text{mesh} < B < 180\text{mesh}$ اندازه A

نتایج اندازه گیریها نشان می دهد که اندازه های B و C به ترتیب بیشترین مقدار عناصر خاکی کمیاب را دارا هستند. به عبارتی بیشتر دانه های موناژیت در دامنه ۴۰ تا ۱۸ مش و بخشی نیز در دامنه ۸۰ تا ۴۰ مش رسوبات تمرکز دارند (شکل ۱۰).

مطالعات نمونه های کانی سنگین و کانه آرای نیز نشان می دهد که دانه های موناژیت در پلاسروست در دامنه ۶۰+ مش و ۱۴- مش قرار دارند.

اندازه گیری عناصر خاکی کمیاب

برای اندازه گیری مقدار عناصر خاکی کمیاب در پلاسروست، ابتدا دانه های موناژیت هر کدام از نمونه های کانی سنگین به روشی که در بند پیش به آنها اشاره گردید، جدا شده، سپس کنسانتره هر نمونه در آزمایشگاه امدل استرالیا به روش طیف سنجی جرمی (ICP-MS) برای عناصر گروه لاتانیدها، تجزیه شده است.

نتایج اندازه گیریها نشان می دهد که موناژیت مروسست غنی از عناصر زیر گروه سریم است.

مقدار میانگین هر یک از عناصر خاکی کمیاب در نمونه های کنسانتره موناژیت محدوده باختری در شکل ۱۱ آورده شده است. به طوری که از چارتهای ستونی پیداست، موناژیت مروسست غنی از عناصر خاکی کمیاب سبک (سریم، لانتان، نئودیمیم، پرازیدیمیم، ساماریم، گادولینیم و یوربیم) است.

تخمین و ارزیابی ذخیره

برای محاسبه میزان ذخیره در کانسار پلاسروست موناژیت مروسست، از روش چند ضلعی استفاده شده است. در این روش، برون یابی تا $1/4$ فاصله بین

چاهکها و درون یابی تا $1/4$ فاصله بین چاهکها صورت می گیرد. بنابراین ابعاد شبکه برداشته و ناهمسانگردی آن تعیین کننده است نه ساختار کانسار و داده ها. برای رسم چند ضلعی، ابتدا چاهکها به هم متصل می شوند و سپس عمود منصفهای این خطوط رسم می شوند با رسم این عمود منصفها حول هر چاهک یک چند ضلعی تشکیل می شود. این چند ضلعی در محدوده باختری به دلیل شبکه منظم 200×200 متر مربعی خواهند بود.

می توان هر یک از این چند ضلعیها را منشوری از ماده معدنی در نظر گرفت. در این صورت میزان ذخیره از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$W = S_1 t_1 \Delta_1 + S_2 t_2 \Delta_2 + \dots + S_n t_n \Delta_n$$

که در آن S_1, S_2, \dots, S_n مساحت مقاطع چند ضلعیهای حاصل به روش فوق و t_1, t_2, \dots, t_n ضخامت آبرفت در هر یک از چاهکها و بالاخره $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ وزن مخصوص رسوب در هر یک از چاهکها است.

میزان ذخیره محدوده باختری با در نظر گرفتن پارامترهای فوق 8866425 تن با عیار میانگین 150 گرم در تن موناژیت محاسبه شده است. مراحل مختلف برآورد ذخیره در پلاسروست منطقه باختری در جدول ۱ گنجانده شده است.

سنگ مادر موناژیت

در منطقه مروسست، سنگ منشأ موناژیت شیلهای سیاه است که به صورت متناوب با ماسه سنگهای آهکی، آهک و گاه کنگلومرا قرار گرفته اند، و گرهکهای موناژیت به صورت پراکنده در شیلها تظاهر دارند (شکل ۱۲). این توالی رسوبی به نظر می آید که در محیط کم عمق قاره ای و توریدیتی از زون سنندج - سیرجان تشکیل شده و دارای سن تریاس بالایی است. این احتمال وجود دارد که پدیده دیاژنز رسوبات در شکل گیری گرهکهای موناژیت در شیلها دخیل بوده است. شواهد بافتی نیز حاکی است که تشکیل کانی موناژیت پیش از دگرگونی و دگر شکلی رسوبات رخ داده است. تجزیه نمونه های سنگ نشان می دهد که عیار موناژیت و عناصر خاکی کمیاب در سنگ منشأ کمتر از عیار اقتصادی بوده و ادامه عملیات اکتشافی در محیط سنگی توصیه نمی شود. نمودار خطی شکل ۱۳ مقادیر عناصر خاکی کمیاب را در واحدهای سنگی مختلف منطقه نشان می دهد.

نتیجه گیری

موناژیت مروسست، نخستین کانسار پلاسروست موناژیت و عناصر خاکی کمیاب ایران است. اکتشافات کانی سنگین سبب شناسایی آن در رسوبهای دشت جوان و رودخانه ای مروسست شده است. در پلاسروست تعیین عیار موناژیت و کانیهای همراه به روش برداشت و مطالعه نمونه های کانی سنگین بوده است.

پلاسری موناژیت و عناصر خاکی کمیاب مطرح است، برای بررسیهای اکتشافی و مطالعات فنی - اقتصادی در مقیاس تفصیلی نیز پیشنهاد می گردد.

قدردانی

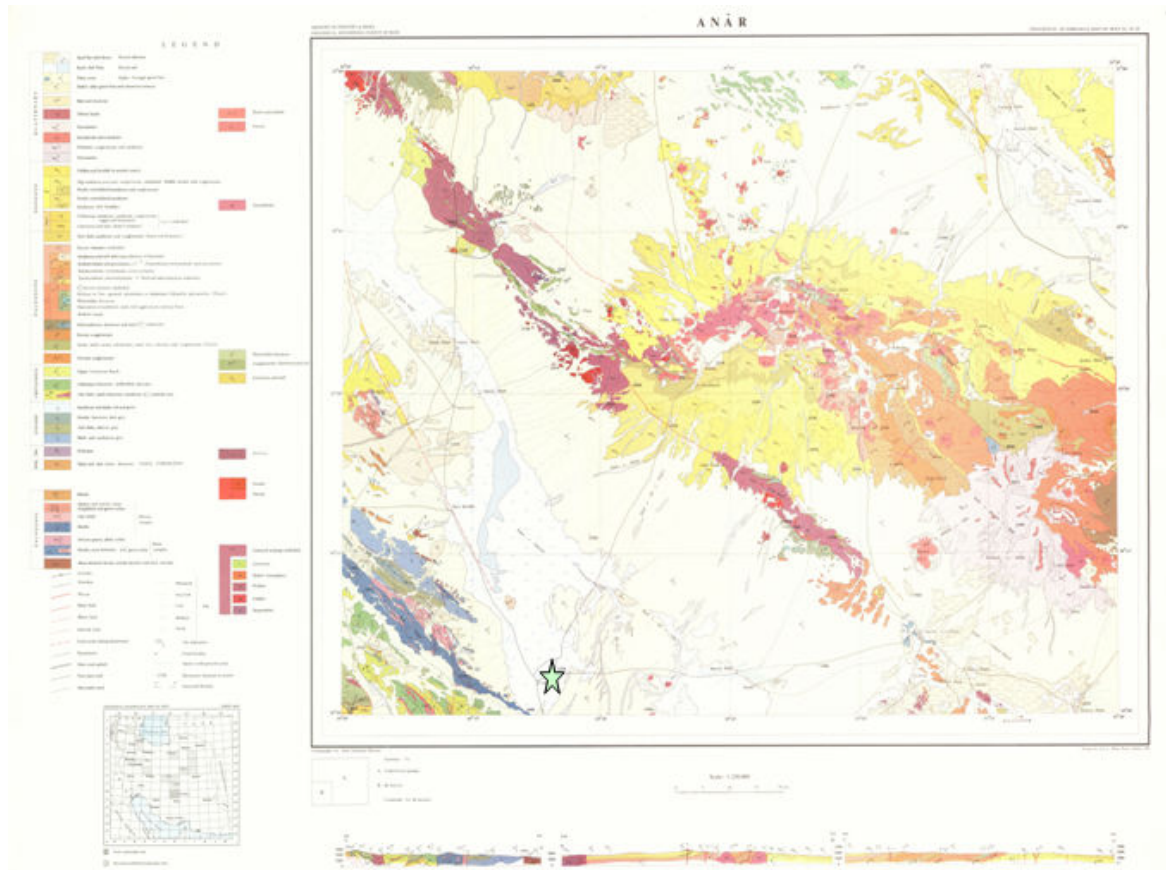
مؤلفان مقاله لازم می دانند که مراتب تشکر خود را از اعضای هیئت علمی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی به خاطر راهنماییهایشان در طول این مطالعه اعلام دارد. همچنین ضروری است که از مسئولان محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور بویژه آقایان مهندس کره ای، دکتر مهرپر تو، مهندس بابا خانی و مهندس برنا که تسهیلات صحرائی و آزمایشگاهی لازم برای این تحقیق را فراهم آورده اند، قدردانی به عمل آید. از آقای دکتر ج. اوانز، محقق مرکز تحقیقات ایزوتوپی سازمان زمین شناسی بریتانیا و همچنین پروفیسور ف. فورسیش، عضو هیئت علمی دانشگاه ورسبورگ به خاطر راهنمایی و نظرات ارزنده و سودمندشان تشکر می نمایم.

میانگین عیار موناژیت در محدوده باختری ۱۵۰ گرم در تن تعیین شده است. تجزیه کنسانتره های موناژیت برای عناصر خاکی کمیاب و به روش ICP-MS نشان می دهد که موناژیت مروست غنی از عناصر خاکی کمیاب سبک است. مطالعات طبقه بندی رسوبات نشان می دهد که بیشتر دانه های موناژیت در دامنه ۴۰ تا ۱۸ مش و مقدار کمتری نیز در دامنه ۸۰ تا ۴۰ مش رسوبها قرار دارند. میزان ذخیره پلاسر مروست به روش چهار ضلعی ۸۸۶۶۴۲۵ تن با میانگین عیار ۱۵۰ گرم در تن موناژیت بر آورده شده است. سنگ مادر موناژیت در منطقه مروست شیل های سیاه است و به نظر می آید که پدیده دیاژنز در شکل گیری گرهک های موناژیت در شیل های سیاه مؤثر بوده است. شیل های سیاه مروست به دلیل عیار پایین موناژیت و عناصر خاکی کمیاب فاقد ارزش اقتصادی هستند.

هر چند عیار موناژیت در پلاسر مروست در قیاس با کانسارهای مشابه در دنیا پایین است اما از آنجا که موناژیت مروست به عنوان نخستین کانسار



شکل ۱- محدوده آبرفت موناژیت دار منطقه باختری مروست (نگاه به باختر)



شکل ۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ انار



شکل ۴- تغلیظ نمونه‌های کانی سنگین به روش لاوک بزرگ.



شکل ۳- شیوه حفر چاهک دستی و برداشت نمونه معرف به روش مخروط سازی و ریع کردن.



شکل ۵- تغلیظ نمونه‌های کانی سنگین به روش لاوک کوچک.



شکل ۶- جدایش بخشهای سبک و سنگین نمونه‌های کانی سنگین با استفاده

از مایع سنگین.



شکل ۷- جدایش بخش سنگین نمونه‌های کانی سنگین با استفاده از

آهنرباهای ویژه.

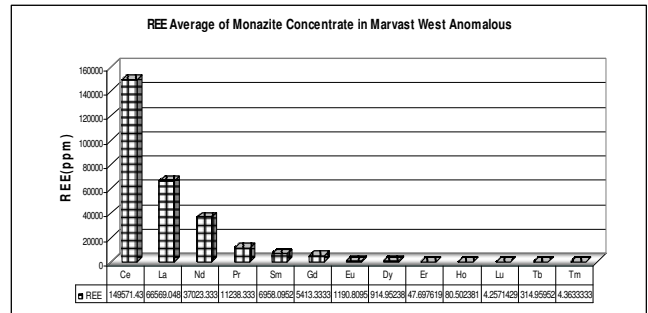
دانه های موناژیت درپلاسر مروست



شکل ۸- گرهکهای موناژیت از پلاسر مروست- یزد.

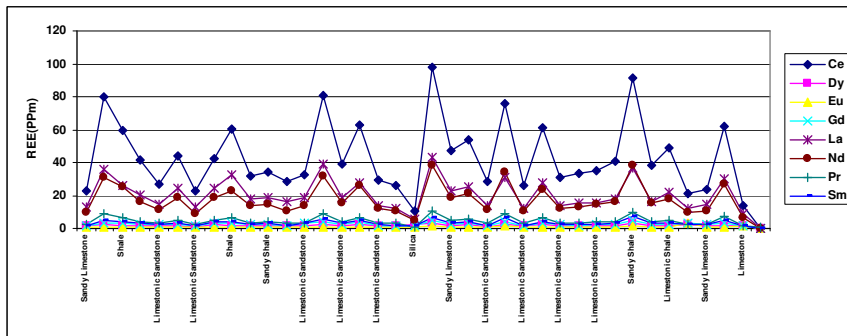
جدول ۱- مراحل محاسبه ذخیره به روش چند ضلعی در پلاسر موناژیت

شماره جاهك	شماره بلك	مساحت بلك (m ²)	ضخامت متوسط بلك (m)	وزن مخصوص (g/cm ³)	عیار متوسط بلك (PPm)	ذخیره (تن)
1	A1	22500	1.5	1.52	130.37	51300
2	B1	30000	1.5	1.43	147.23	64350
3	C1	30000	3	1.43	128.45	128700
4	D1	30000	5	1.66	225.48	249000
5	E1	22500	3.5	1.57	141.84	123637.5
6	A2	30000	2.5	1.57	162.42	117750
7	B2	40000	2.5	1.69	204.27	169000
8	C2	40000	6	1.69	163.18	405600
9	D2	40000	8	1.72	141.45	550400
10	E2	30000	2	1.52	119.56	91200
11	A3	30000	1	1.51	74.48	45300
12	B3	40000	3	1.36	50.10	163200
13	C3	40000	8.5	1.5	147.10	510000
14	D3	40000	5.5	1.66	266.05	365200
15	E3	30000	3.5	1.65	117.10	173250
16	A4	30000	0	0	0.00	0
17	B4	40000	2.5	1.64	22.69	164000
18	C4	40000	7	1.48	96.79	414400
19	D4	40000	5	1.63	148.78	326000
20	E4	30000	3	1.54	142.39	138600
21	A5	30000	0	0	0.00	0
22	B5	40000	0	0	0.00	0
23	C5	40000	5	1.45	132.16	290000
24	D5	40000	3	1.59	217.93	190800
25	E5	30000	4	1.62	167.74	194400
26	A6	30000	0	0	0.00	0
27	B6	40000	2.5	1.6	100.24	160000
28	C6	40000	2	1.62	165.89	129600
29	D6	40000	4	1.61	157.18	257600
30	E6	30000	3	1.62	189.70	145800
31	A7	30000	0	0	0.00	0
32	B7	40000	0	0	0.00	0
33	C7	40000	3.5	1.62	137.67	226800
34	D7	40000	4	1.63	207.16	260800
35	E7	22500	8	1.69	164.84	304200
36	F8	22500	4	1.68	161.69	151200
37	A8	40000	5	1.66	94.51	332000
38	B8	40000	1	1.7	141.18	68000
39	C8	40000	3.5	1.6	107.87	224000
40	D8	30000	3.5	1.61	69.35	169050
41	F9	30000	3	1.7	148.23	153000
42	A9	40000	2.5	1.61	181.33	161000
43	B9	40000	1.5	1.61	154.79	96600
44	C9	40000	1	1.48	45.91	59200
45	D9	30000	5	1.64	203.04	246000
46	F10	22500	1.5	1.67	379.11	56362.5
47	A10	30000	1.5	1.55	144.03	69750
48	B10	30000	5.5	1.68	109.06	277200
49	C10	30000	4.5	1.66	71.41	224100
50	D10	22500	4.5	1.66	129.83	168075
جمع					150	8,866,425



شکل ۱۲- سنگهای شیلی موناژیت دار، ماسه سنگ و سنگهای آهکی در بالادست آبرفت باختری مروست (نگاه به جنوب).

شکل ۱۱- نمودار مستطیلی مقدار میانگین عناصر خاکی کمیاب در کنساتره موناژیت مروست.



شکل ۱۳- نمودار خطی مقادیر عناصر خاکی کمیاب در سنگهای مختلف رسوبی بالادست آبرفت موناژیت منطقه باختری مروست.

کتابنگاری

- حسنی پاک، ع.ا.، ۱۳۸۰- نمونه برداری معدنی (اکتشاف، استخراج و فرآوری)، انتشارات دانشگاه تهران (شماره ۲۱۴۰)، ۵۲۳ صفحه.
- حسنی پاک، ع.ا.، شرف الدین، م.، ۱۳۸۰- تحلیل داده های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران (شماره ۲۵۳۶) ۹۸۷ صفحه
- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۶- اکتشافات ژئوشیمیایی - کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ مروست.
- علی پور اصل، م.، ۱۳۸۲- پی جوئی موناژیت در آبرفتهای جنوب مروست، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- علی پور اصل، م.، ۱۳۸۲- پی جوئی و اکتشاف موناژیت در محدوده چک چک - چاه متک (شمال شرق اردکان)- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- علی پور اصل، م.، ۱۳۸۳- اکتشافات نیمه تفصیلی موناژیت در آبرفتهای جنوب مروست- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

- Kryvdik, St., Mykhayiov, V., 2001- The potential of Rare Earth mineralization of Islamic Republic Iran, Final Report, Geological Survey of Iran, 48 PP.
- Roskill Information Services Ltd. ISBN o 86214 800-6, 1998- The Economics of Rare Earths and Yttrium, 212PP.
- Kudrass, H. R., 2000- Marine Placer deposits and Sea-level Changes, Handbook of Marine Mineral Deposits, PP.3-12.
- Rajamanin, V., Ckam, G., 2000- Light heavy minerals on the Indian Continental Shelf , Including Beaches , Handbook of Marinemineral Deposits ,PP.13-26.

*دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

**سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

* Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

**Geology Department, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran