

بررسی تحولات ماگمایی در سنگهای آتشفشانی بازی کواترنری محور قروه- تکاب

نوشته: سارا ملکوتیان*، شهروز حق نظر**، منصور قربانی*** و محمد هاشم امامی****

* دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، ** دانشگاه آزاد اسلامی - واحد لاهیجان، ایران

*** دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، **** سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

Magmatic Evolution in Quaternary Basaltic Rocks in Ghorveh – Takab Axis

By: S. Malecootyán*, Sh. Hagh-Nazar**, M. Ghorbani*** & M. H Emami****

* Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran, ** Islamic Azad University, Lahijan, Iran

** Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, **** Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۰۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۰۳/۰۸

چکیده

در این مقاله شواهد سنگ‌نگاری، ژئوشیمیایی و ایزوتوپی آلایش پوسته‌ای در سنگهای آتشفشانی بازی کواترنری محور قروه - تکاب ارائه می‌شود. این سنگها ترکیبی بین الیوین بازالت تا بازالت داشته و در نمودارهای ژئوشیمیایی در محدوده سری قلیایی قرار می‌گیرند. شواهدی چون حضور بیگانه سنگهای گنیسی، بیگانه بلورهای کوارتز با حاشیه واکنشی و وجود فنوبلاستهای بیوتیت در سنگهای بازی در منطقه مورد مطالعه، همچنین بالا بودن میزان پتاسیم و نسبت بالای K_2O/P_2O_5 ، غنی شدگی نسبی LREE به HREE، نسبت بالای $^{87}Sr/^{86}Sr$ و نسبت پایین $^{143}Nd/^{144}Nd$ در این سنگها، همگی حکایت از آلایش یافتن ماگمای بازالتی با سنگهای پوسته قاره‌ای دارد.

کلید واژه‌ها: ایزوتوپ استرانسیم، ایزوتوپ نئودیمیم، آلایش پوسته‌ای

Abstract

Petrological, geochemical and isotropic evidence of crustal contamination of the Quaternary basic rocks of Ghorveh-Takab axis is presented in this paper. These rocks are olivine basalt and basalt and they are plotted in the field of alkaline suites in geochemical diagrams.

Some evidence, such as the presence of gneissic xenoliths, quartz xenocrysts with reaction rims and biotite phenoblasts in the basic rocks of the study area and high amount of potassium and high values of K_2O/P_2O_5 ratios, high concentration of LREE in comparison with HREE, high values of $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios and low values of $^{143}Nd/^{144}Nd$ ratios all indicate the crustal contamination of basic magma during its ascent.

Keywords: Sr isotope, Nd isotope, Crustal contamination

۱- مقدمه

طهمورث و ندری (در ورقه ۰۰۰، ۱:۱۰۰ بیجار) و قره‌طوره (واقع در ورقه ۰۰۰، ۱:۱۰۰ تکاب) رخمون دارند.

منطقه مورد مطالعه در محور قروه- تکاب بین طولهای جغرافیایی خاوری 47° تا 48° و عرض جغرافیایی شمالی $35^{\circ} 15'$ تا $36^{\circ} 27'$ در شمال باختری کشور و در استانهای کردستان و آذربایجان غربی واقع شده و جزو زون زمین ساختی سندج - سیرجان به‌شمار می‌آید. در این محور چندین آتشفشان به سن پلیو-کواترنری وجود دارد به گونه‌ای که فورانهای بازی آنها در مناطق قزل‌جه کند، مهدی‌خان و ایلانلو (واقع در ورقه ۰۰۰، ۱:۱۰۰ قروه)، احمدآباد،

۲- سنگ‌نگاری

مطالعات میکروسکوپی سنگهای آتشفشانی بازی محور قروه - تکاب نشان می‌دهد که این سنگها الیوین بازالت و بازالت است. نتایج بررسیهای



سنگ‌نگاری این سنگها به شرح زیر است:

الیون بازالتا

بافت این سنگها پورفیری با خمیره میکروولیتی- شیشه‌ای، پورفیری با خمیره میکروولیتی- شیشه جریان، پورفیری حفره‌ای و گاهی اینترسرتال است. در این سنگها، درشت بلورهایی که ۱۰ تا ۱۵ درصد حجم سنگ را تشکیل می‌دهند، شامل بلورهای درشت الیون می‌باشند که اغلب سالم هستند ولی به ندرت در برخی نمونه‌ها، دگرسانی سرپانتینی و یا ایدنگزیتی را نشان می‌دهند (شکل‌های ۱ و ۲).

با اندازه‌گیری زاویه (2V) توسط صفحه یونیورسال، ترکیب شیمیایی دقیق درشت بلورهای الیون در این سنگهای آتشفشانی مشخص شد. براساس این اندازه‌گیریها اندازه زاویه 2V درشت بلورهای الیون در سنگها ۹۰ درجه و از نوع کریزولیت است. میزان فورسزیت این نمونه‌ها ۸۲٪-۸۰٪ FeO است (شکل ۳).

در این سنگها، پیروکسن به صورت درشت بلورهای کوچک و بیشتر در خمیره سنگ حضور دارند. خمیره در این سنگها از پیروکسن، میکروولیت‌های پلاژیوکلاز، کانیه‌ای کدر (تیتانومگنتیت) و شیشه تشکیل شده است. وجود فقط درشت بلورهای الیون در این سنگها حاکی از تفریق بلورین جزئی ماگمای سنگها است. بنابراین ترکیب شیمیایی این سنگها باید به ترکیب شیمیایی اولیه ماگمای تشکیل دهنده آنها نزدیک باشد.

بازالتا

این سنگها دارای بافت پورفیری با خمیره میکروولیتی و بافت پورفیری با خمیره میکروولیتی- شیشه‌ای هستند.

در این سنگها، درشت بلورها شامل بلورهای پیروکسن، پلاژیوکلاز و فئوبلاستهای بیوتیت است.

درشت بلورهای پیروکسن، اغلب شکل دار تا نیمه شکل دار به رنگ خاکستری تا سبز روشن و دارای سطوح رخ عمود بر هم واضح است (شکل ۴).

با محاسبه اندازه زاویه بین محورهای نوری (2V) و اندازه زاویه بین ضریب شکست n و جهت محور بلورشناسی C در درشت بلورهای پیروکسن مشخص شد که نوع این کانیه «اوژیت» است (شکل ۵).

درشت بلورهای پلاژیوکلاز دارای دو قلوبی آلپیت هستند. بیشینه زاویه خاموشی متقارن در دوقلوها آلپیت آنها ۳۵° محاسبه شده و بر این اساس نوع آنها «لابرادوریت» است.

بلورهای ورقه‌ای شکل بیوتیت به رنگ قهوه‌ای هستند (شکل ۱۰).

خمیره در این سنگها از پیروکسن، شیشه و کانیه‌ای کدر تشکیل شده است. سنگهای آتشفشانی بازی محور قروه- تکاب در نمودار مجموع قلیایها (Na_2O+K_2O) در برابر SiO_2 (Cox et al., 1979) در محدوده مؤزه آریت، هاواتیت، بازالت، بازالت آندزیتی قرار می‌گیرند. همچنین در این نمودار، نمونه‌ها در محدوده سری قلیایی قرار می‌گیرند (شکل ۶).

۱-۲- شواهد سنگ‌نگاری تأثیر آلاینش پوسته‌ای در روند تحولات ماگمایی سنگهای منطقه

ماگمای تشکیل دهنده سنگهای بازی منطقه در حین بالا آمدن به طرف سطح زمین با پوسته قاره‌ای ستر و قدیمی آلاینش یافته که از شواهد مهم سنگ‌نگاری این آلودگی می‌توان به حضور بیگانه سنگهای نامتعارف (قطعات گنیسی) اشاره کرد که به صورت هسته‌های سفید رنگی در بمبهای آتشفشانی و گدازه‌های بازالتی آتشفشانهای منطقه دیده می‌شوند، وجود این بیگانه سنگها، پدیده هضم قطعات گنیسی توسط ماگمای بازالتی را نشان می‌دهد، زیرا این گنیسها متعلق به پی سنگ دگرگون شده منطقه هستند (شکل ۷).

وجود بیگانه بلورهای کوارتز با حاشیه واکنشی در الیون بازالت و بازالت‌های محور قروه- تکاب از دیگر شواهد سنگ‌نگاری آلاینش پوسته‌ای در این سنگها به شمار می‌آید.

حضور کوارتز در الیون بازالتها، هضم سنگهای اسیدی را در ماگمای تشکیل دهنده آنها تداعی می‌کند (شکل ۸).

همچنین بر اثر هضم سنگهای فلسیک (گنیسی) توسط ماگمای بازالتی، بلورهای پیروکسن سریع رشد یافته و تجمعاتی از بلورهای سوزنی شکل پیروکسن در این سنگها به وجود آمده است (شکل ۹).

همچنین وجود فئوبلاستهای بیوتیت در بازالت‌های منطقه مورد مطالعه، نشان‌دهنده غنی بودن این سنگها از پتاسیم است و می‌توان گفت که بالا بودن درجه قلیایی‌نگی این بازالتها به علت آلاینش ماگمای بازی با پوسته اسیدی است (شکل ۱۰).

۳- ژئوشیمی

۱-۳- تجزیه ژئوشیمیایی

به منظور بررسی روند تکامل ماگما و پی بردن به ویژگیهای شیمیایی ماگمای مادر سنگهای آتشفشانی منطقه مورد مطالعه، تجزیه کمی شیمیایی (XRF) عناصر اصلی و فرعی تعداد ۲۵ نمونه از سنگهای منطقه توسط آزمایشگاه کانساران بینالود و تجزیه عناصر جزئی (Trace) و حاکی کمیاب (REE)، تعداد ۵ نمونه به روش ICP-MS توسط آزمایشگاه

شکل ۱۲ نمودار همبستگی ایزوتوپی $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ در مقابل $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ است. در این نمودار، یک نمونه از بازالتها (نمونه GT-1) در محدوده پسته قاره‌ای قرار می‌گیرد که این محدوده به وسیله نسبت بالای Rb/Sr و در نتیجه $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ بالا مشخص می‌شود.

با توجه به اینکه نسبت $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ گشته در محدوده‌ای بین $0.705 - 0.702$ است، بنابراین سنگهای حاصل از ذوب گشته باید نسبتهایی از $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ در این حد داشته باشند، اما اگر ماگمای مشتق شده از گشته، سنگهای پسته قاره‌ای را هضم کند و یا به وسیله آنها آلاش یابد، نسبت $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ در این سنگهای آلاش یافته، بالاتر از گشته و نزدیک به مقادیر یافت شده در سنگهای پسته‌ای می‌شود. بنابراین، قرار گرفتن این بازالت در محدوده پسته قاره‌ای به دلیل آلاش ماگمای تشکیل دهنده آن با پسته قاره‌ای است (Nelson, 2003).

همچنین در نمودار همبستگی ایزوتوپی Sr-Nd برای بازالتها، یک نمونه از بازالتهای بررسی شده دارای نسبت $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ بالا و نسبت $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ پایین می‌باشد که به طور مشخص از یک منبع غنی شده (آلاش ماگمای بازالتی با پسته قاره‌ای) حکایت دارد و دیگر نمونه‌های دارای ترکیب ایزوتوپی Sr و Nd معادل Bulk Earth = زمین سیلیکاتی کل است (شکل ۱۳).

مطالعات (Best (2001 نشان داده است که ماگماهایی که در پسته قاره‌ای ستر به تکامل رسیده‌اند، به طور معمول دارای نسبتهای عناصر Sr و Nd پرتوزا متأثر از آلودگی پسته قاره‌ای غنی از ^{87}Sr می‌باشند. ولی ذکر این نکته ضروری است که بالا نبودن نسبت $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ به تنهایی نمی‌تواند به عنوان شاهدهی مبنی بر عدم آلاش محسوب شود.

آنچه که در منطقه مورد مطالعه مسلم است، این است که در تمام منطقه مورد مطالعه آلاش پسته‌ای رخ داده و ماگمای بازالتی قلیایی در مقیاس وسیع با پسته اسیدی قاره‌ای آلاش یافته است. این آلاش را به آسانی می‌توان با حضور قله‌های گنیسی در بمبهای آتشفشانی و یا حضور بیگانه بلورهای کوارتز در الیوین بازالتها نشان داد ولی در برخی مناطق که هضم تا کامل شدن پیش‌رفته و تمام بیگانه بلورها در ماگما انحلال یافته‌اند، فقط شواهد شیمیایی و ایزوتوپی می‌توانند هضم / آلاش را نشان دهند.

بنابراین بالا نبودن نسبت $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ در نمونه‌های دیگر به تنهایی نشان‌دهنده عدم آلاش پسته‌ای سنگهای بازالتی در طول محور قروه - تکاب نیست.

۴- نتیجه‌گیری

بازالت‌های جوان محور قروه - تکاب که در یک محیط زمین‌ساختی درون صفحه‌ای قاره‌ای رخ‌نمون یافته‌اند، از درجات پایین ذوب بخشی گشته

OGS (Ontario Geological Survey) کانادا انجام شد.

همچنین ۵ نمونه از بازالت‌های منطقه پس از مطالعات سنگ‌نگاری و ژئوشیمیایی برای مطالعات ایزوتوپی به کانادا فرستاده شد و در آزمایشگاه ایزوتوپی دانشگاه Carleton اوتاوا مورد تجزیه قرار گرفتند و نسبتهای ایزوتوپی و آنها محاسبه شد.

۳-۲- ژئوشیمی عناصر اصلی و فرعی

بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی (XRF)، درصد سیلیس بازالت‌های مورد مطالعه بین $47/68$ تا $53/98$ درصد است. مجموع قلیائیه (Na₂O+K₂O) در این سنگها بالا و بین $4/41\%$ تا $8/86\%$ است. بر اساس نسبت $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}_5$ ، سنگهای بازالتی منطقه را می‌توان به دو گروه، یکی غنی از پتاسیم که در آنها $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}_5 > 1$ و دیگری گروه متوسط که در آنها $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}_5 < 1$ است تقسیم کرد. بالا بودن میزان پتاسیم در این سنگها نشان دهنده آلاش پسته‌ای آنهاست.

در نمودار شکل ۱۱، که در آن میانگین غلظت عناصر نادر خاکی کیماب (REE) نمونه‌های مورد مطالعه به وسیله تقسیم غلظت هر عنصر به غلظت یافت شده در کندریت، بهنجار شده‌اند مشخص است که سنگهای بازالتی مورد مطالعه از درجه پایین ذوب بخشی سنگهای گشته‌ای حاصل شده‌اند، زیرا از REE سبک غنی و از REE سنگین تهی شده‌اند.

غنی شدگی نسبی LREE به HREE و همچنین بی هنجاریهای مثبت و مشخصی که این بازالتها از عناصری مانند Ba، Rb، Th، U، K نشان می‌دهند، می‌تواند بیانگر تأثیر و آغشتگی پسته با ماگمای اولیه آنها باشد.

همچنین بر اساس پروژه مطالعاتی آتشفشانی بازالتی (۱۹۸۱)، می‌دانیم که اغلب ماگماهای مشتق شده از گشته، دارای نسبت $\text{K}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5 < 2$ هستند اما آلاش پسته‌ای می‌تواند باعث افزایش این نسبت شود (Carlson & Hart, 1988). مطالعات نشان می‌دهد که نسبت $\text{K}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ در بازالت‌های محور قروه - تکاب بیشتر از ۲ و بسیار متغیر است و حداکثر به $4/31$ می‌رسد که بالا بودن و متغیر بودن این نسبت می‌تواند به علت آلاش پسته‌ای باشد (جدول ۱).

۳-۳- شواهد ایزوتوپی آلاش پسته‌ای بر اساس نسبت ایزوتوپی

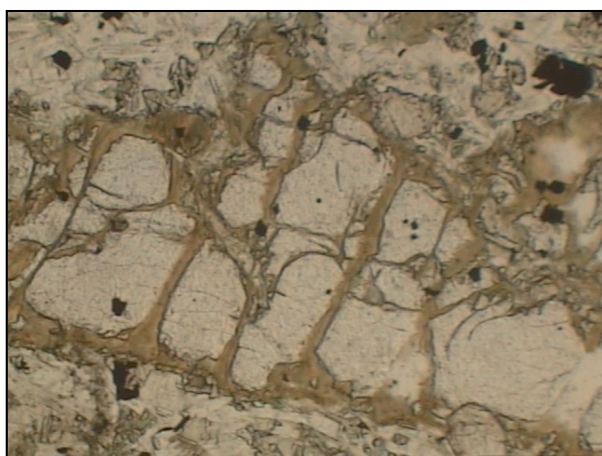
پرتوزا $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ و $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

با توجه به نقش مهم ایزوتوپیهای پرتوزا و نمودارهای همبستگی ایزوتوپی برای تشخیص فرایندهای مختلف سنگ‌شناختی مانند آلاش ماگمایی، نسبت عناصر پرتوزا $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ و $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ، ۵ نمونه از بازالت‌های جوان محور قروه - تکاب در دانشگاه کارلتون کانادا محاسبه شد (جدول ۲).

در حین صعود به طرف سطح زمین در برخی مناطق با پوسته قاره‌ای قدیمی و سبتر نیز آرایش یافته و دچار آلودگی پوسته‌ای شده است. این آغشتگی را به آسانی می‌توان با حضور قلوه‌های گنیسی و بیگانه بلورهای کوارتز در الیوین بازالتها و شواهد متعدد ژئوشیمیایی و ایزوتوپی از جمله بالا بودن نسبت $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ نشان داد.

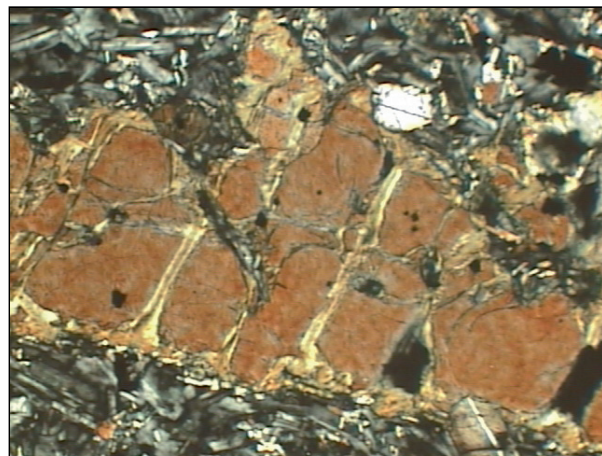
بالایی حاصل شدند. تبلور بخشی جزئی ماگمای تولید شده در ژرفاهای زمین باعث جدا شدن تدریجی الیوین، کلینوپیروکسن، پلاژیوکلاز کلسیک و تیتانومگنتیت از ماگمای باقیمانده و اسیدی‌تر شدن این ماگما شده است. ماگمای حاصل توسط فعالیتهای زمین‌ساختی کششی و گسلهای محلی به سطح راه پیدا کرده و منجر به فوران بازالت در منطقه شده است. این ماگما

بدون آنالیزر

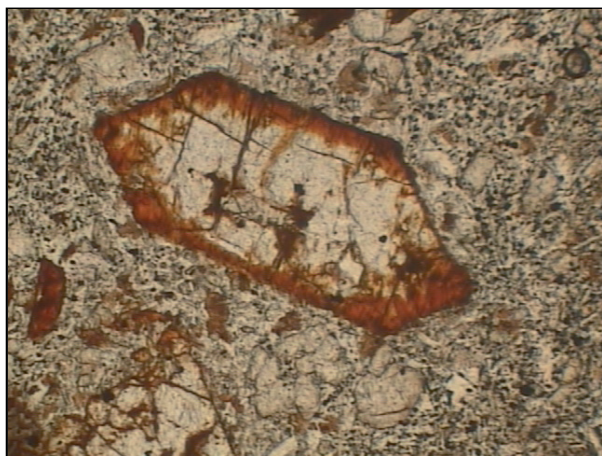


0.3 mm

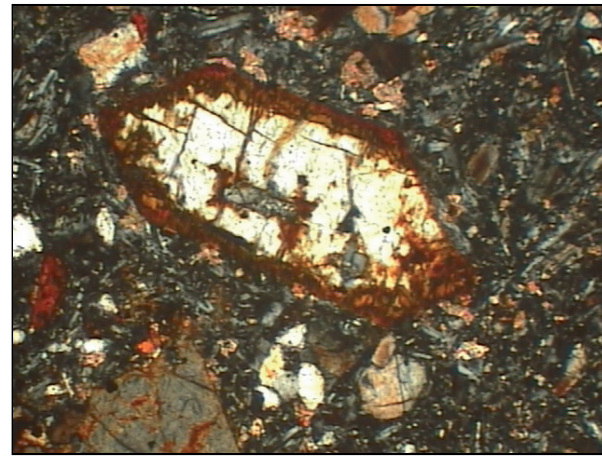
با آنالیزر



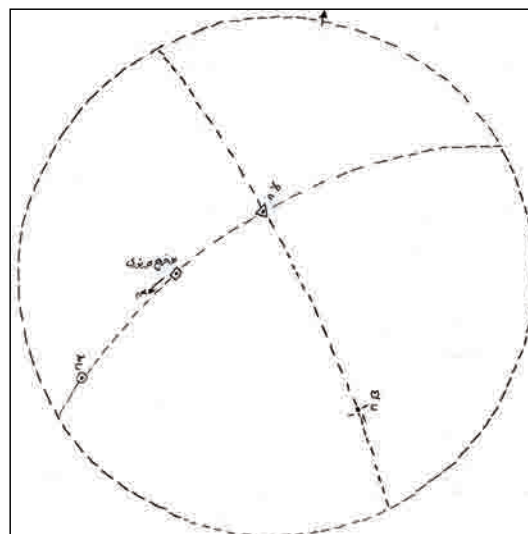
شکل ۱- درشت بلورهای الیوین که در امتداد درزه‌ها و شکستگیها به سرپانتین تجزیه شده است.



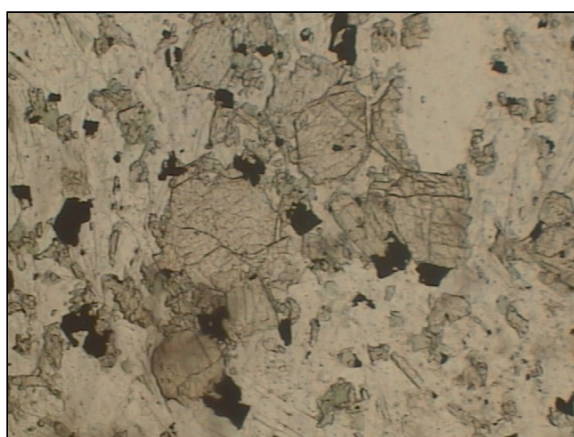
0.3 mm



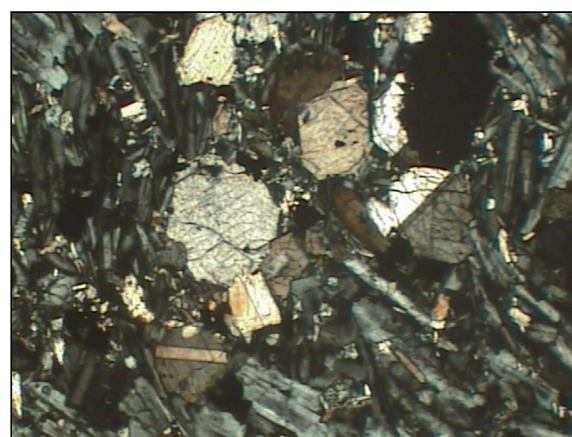
شکل ۲- بلور الیوین ایدنگزیتی شده



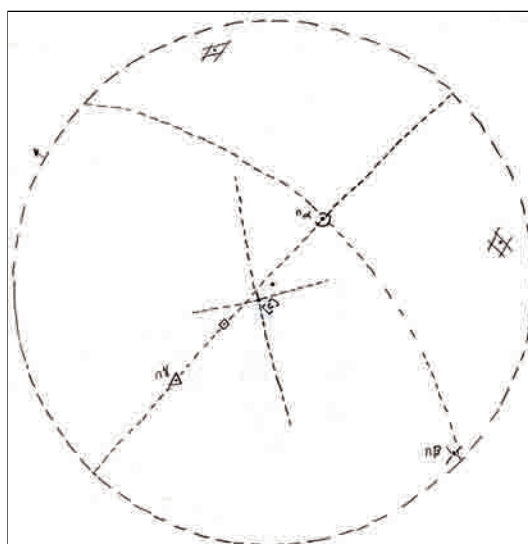
شکل ۳- تصویر استریوگرافیک اندیکاتریکس یک نمونه از بلورهای البوین سنگهای آتشفشانی محور قروه- تکاب، اندازه بین محورهای نوری $(\theta = 90^\circ)$ محاسبه شده است. میزان $Fo = 82\%$ و نوع کانی «کریزولیت» است.



0.3 mm

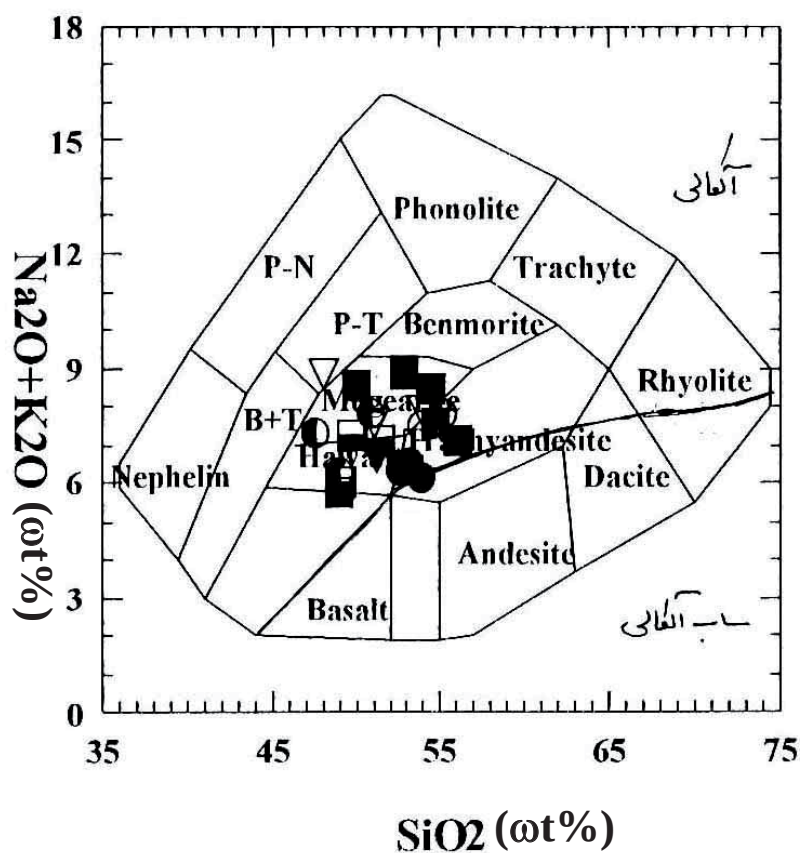


شکل ۴- درشت بلورهای پیروکسن در بازالتهای منطقه



شکل ۵- تصویر استریوگرافیک اندیکاتریکس یک نمونه از بلورهای پیروکسن سنگهای آتشفشانی محور قروه- تکاب. در این نمونه اندازه زاویه بین محورهای نوری $\theta = 56^\circ$ و اندازه زاویه بین ضریب شکست n_y و جهت محور بلورشناسی C ($\theta/C = 45^\circ$) محاسبه شده است. نوع این پیروکسن «اوژیت» است.

- AHMAD ABAD
- GHEZELCHE KAND
- GARE TOOREH
- ILANLOO
- ◐ MEHDI KHAN
- ◆ KUH SIAH
- ▽ NADRI
- ▼ TAHMOORES



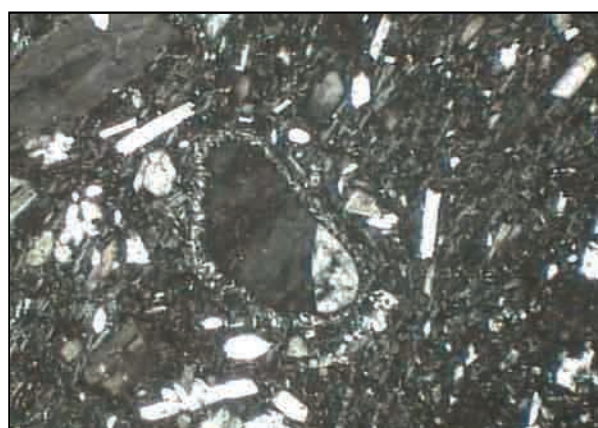
شکل ۶- نمودار نامگذاری سنگهای آتشفشانی و تفکیک سری نیمه قلیایی از سری قلیایی (Cox et al., 1979)



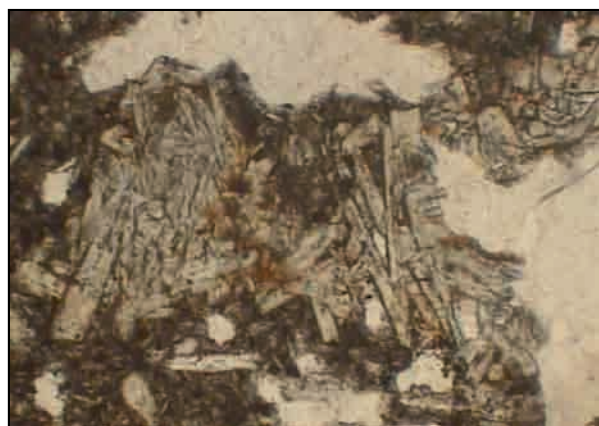
شکل ۷- میانبرهای سفید رنگ گنیس که در اطراف توسط بازالت احاطه شده‌اند



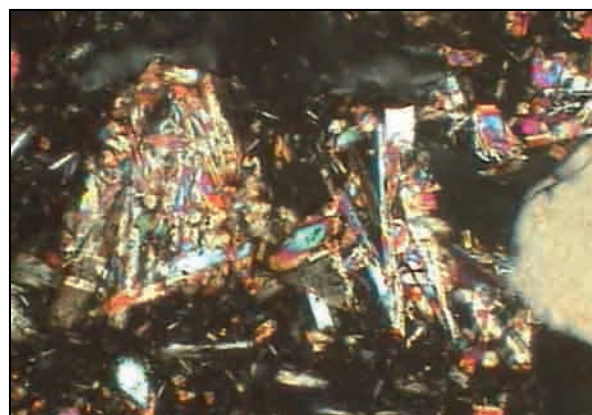
0.3 mm



شکل ۸- بلور کوارتز با حاشیه واکنشی در الیون بازالتی منطقه



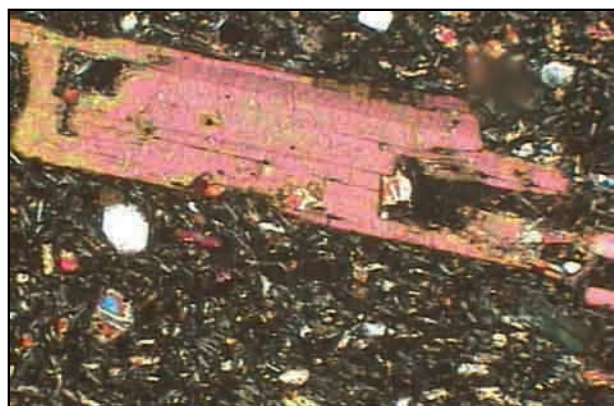
0.3 mm



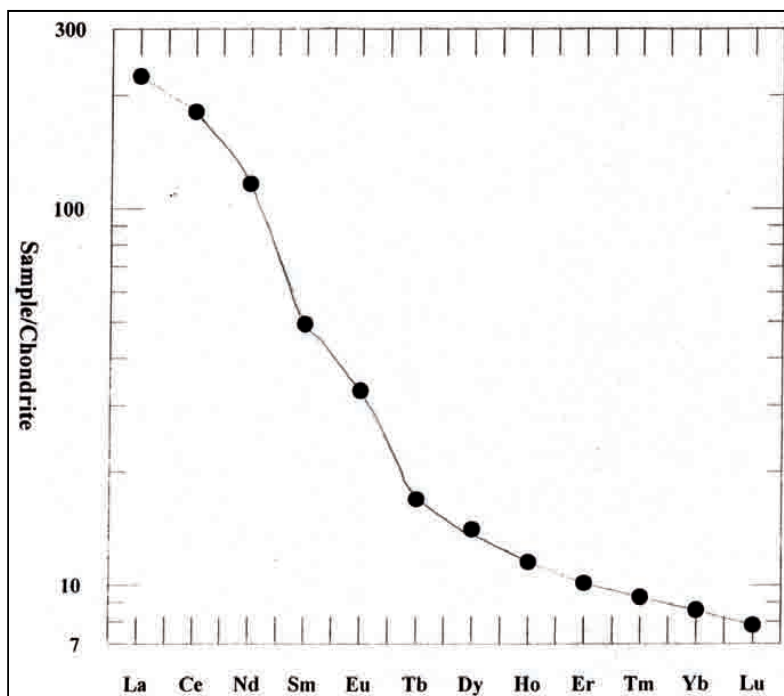
شکل ۹- تجمع پیروکسن سوزنی شکل در سنگهای منطقه



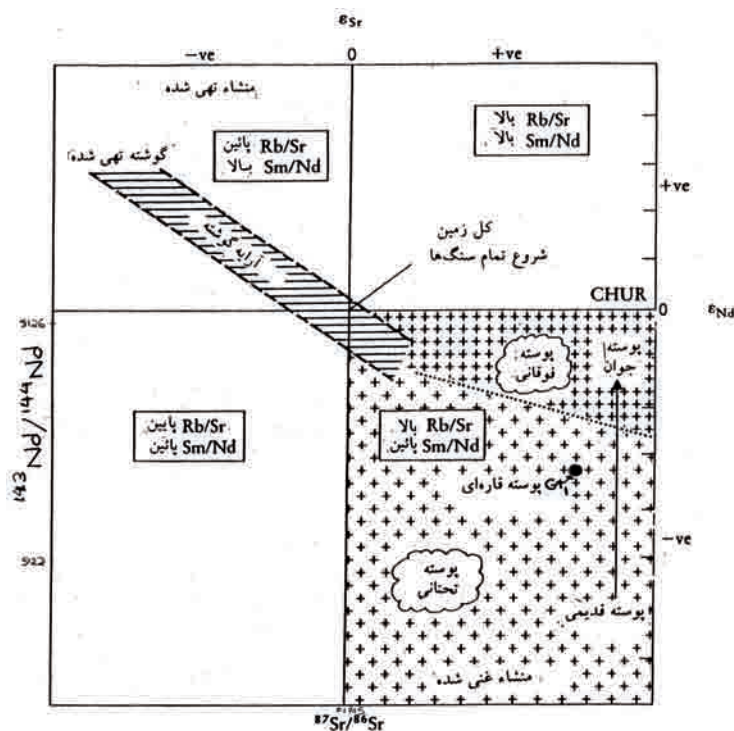
0.3 mm



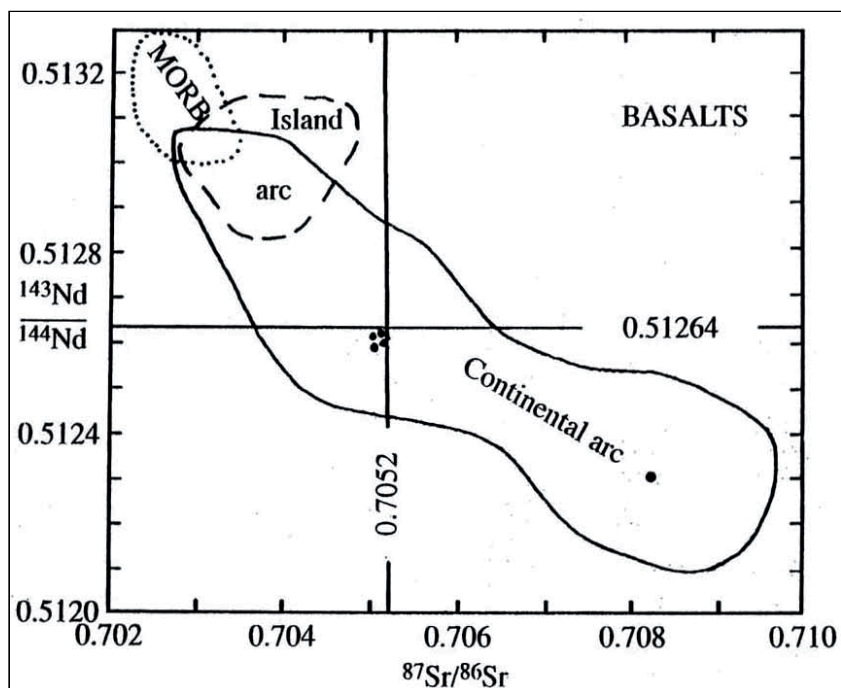
شکل ۱۰- فنوبلاست بیوتیت در خمیره‌ای از میکرولیت‌های پلاژیوکلاز و ریزبلورهای پیروکسن



شکل ۱۱- این نمودار بر اساس میانگین غلظت‌های REE نمونه‌های مورد مطالعه نسبت به کندریت رسم شده است که نمونه‌های مورد مطالعه غنی از LREE و تهی از HREE می‌باشد که این مسئله بیانگر پایین بودن آهنگ ذوب بخشی می‌باشد.



شکل ۱۲- نمودار همبستگی $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ در مقابل $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Depaolo & Wasserburg, 1979)



شکل ۱۳- نمودار همبستگی $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ در برابر $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ برای بازالتها (Tatsumi & Eggins 1995)

جدول ۱- نسبت K_2O/P_2O_5 در سنگهای بازی منطقه مورد مطالعه

Sample	K_2O/P_2O_5
AH-1	2.27
AH-2	2.61
F-1	3.9
F-6	4.17
F-7	4.15
F-8	4.2
GH-10	2.49
GH-11	2.72
GH-12	2.5
GH-14	2.87
GH-5	2
GT-1	4.31
GT-2	3.9
GT-3	3.85
GT-5	4.04
MS-2	2.3
MS-4	2.09
N-4	2.39
N-6	2.13
T-4	2.2
IL1	3.21
IL6	2.96
T-1	3.54
T-3	4.21
T-5	2.39

جدول ۲- نتایج تجزیه ایزوتوپی بازالت‌های کوآترنری محوره قروه- تکاب

	A	B	C	D	E	F
1	DATE	Sept. 20/05				
2		قوه‌دره	ایلانلو	فریم‌لند	مهرخان	ضهره‌رث
3	Sample Name	GT.1	IL.2	GH.14	N.6	T.4
4	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (meas)	0.512346	0.512665	0.512641	0.512662	0.512660
5	2-sigma	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6						
7	Nd (ppm)	16.15	39.42	47.57	31.26	28.26
8	Total Sm	4.13	6.53	8.45	5.91	5.52
9	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	0.1546	0.1001	0.1074	0.1143	0.1181
10						
11	Eps Nd (CHUR)T	-5.70	0.54	0.07	0.47	0.44
12	Tdm (0.214, 0.513115)	1967	602	678	693	724
13						
14	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	0.70836	0.70509	0.70487	0.70499	0.70475
15	2-sigma	0.00001	0.0	0.00002	0.000010	0.0

جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی (XRF) عناصر اصلی و جزئی ۲۵ نمونه از سنگهای بازی منطقه مورد مطالعه

Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
AH-1	53.93	12.14	7.96	9.20	4.53	5.44	2.97	1.650	0.115	1.304
AH-2	53.20	13.02	7.34	8.41	4.78	4.70	3.03	1.515	0.107	1.160
F-1	53.60	14.29	9.00	7.64	3.09	6.28	1.42	1.132	0.122	0.364
F-6	53.98	14.38	9.01	7.70	3.01	5.90	1.40	1.063	0.130	0.335
F-7	53.34	15.11	8.91	8.09	3.19	5.58	1.48	1.052	0.131	0.356
F-8	53.00	13.97	8.98	7.39	3.04	6.60	1.49	1.094	0.130	0.352
GH-10	53.50	13.39	6.63	8.87	5.08	4.24	3.36	1.391	0.092	1.348
GH-11	50.04	13.54	7.46	10.30	5.32	5.28	3.21	1.413	0.104	1.178
GH-12	52.87	14.13	6.99	9.06	5.44	4.34	3.41	1.446	0.098	1.359
GH-14	53.90	12.81	7.47	8.23	4.59	5.35	2.54	1.390	0.109	0.885
GH-5	53.84	11.45	7.36	9.96	4.64	4.83	2.91	1.520	0.103	1.451
GT-1	53.97	13.15	8.23	7.03	2.67	6.29	3.49	1.456	0.125	0.808
GT-2	53.21	13.62	8.63	7.49	3.32	6.44	3.20	1.500	0.129	0.809
GT-3	52.98	13.82	8.58	7.33	3.12	6.54	3.23	1.502	0.130	0.838
GT-5	52.71	13.38	8.60	7.11	3.12	7.15	3.20	1.497	0.130	0.791
IL-1	49.84	13.07	8.26	10.01	3.72	6.15	3.49	1.572	0.114	1.086
IL-6	51.52	11.94	8.80	10.03	4.31	7.38	2.79	1.607	0.121	0.941
MS-2	53.78	13.02	7.50	8.78	4.70	4.59	3.16	1.591	0.106	1.373
MS-4	51.04	12.80	7.88	10.71	4.46	4.25	3.09	1.640	0.118	1.477
N-4	49.08	13.13	9.08	11.03	4.10	5.36	2.16	1.710	0.126	0.903
N-6	50.96	14.11	9.12	9.01	5.38	5.25	2.41	1.786	0.123	1.127
T-1	53.02	14.17	8.64	8.62	3.63	4.18	2.68	1.634	0.123	0.755
T-3	52.57	14.36	9.06	8.01	3.06	6.47	1.39	1.110	0.135	0.330
T-4	51.25	15.04	8.69	9.03	4.08	4.12	2.57	1.714	0.128	0.779
T-5	52.51	15.20	8.16	8.64	4.55	3.79	1.93	1.637	0.117	0.805

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی (XRF) عناصر اصلی و جزئی ۲۵ نمونه از سنگهای بازی منطقه مورد مطالعه

Sample	L.O.I %	CI ppm	S ppm	Ba ppm	Ce ppm	Ga ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm
AH-1	0.13	628	392	1682	290	15	24	24	143	60
AH-2	0.34	601	491	1722	355	19	25	21	147	72
F-1	2.44	48	15	393	81	22	20	27	182	46
F-6	2.46	13	14	374	105	14	19	33	198	59
F-7	2.25	57	12	349	145	16	24	34	198	48
F-8	2.44	50	10	375	102	27	28	28	187	51
GH-10	0.60	570	1820	1288	304	15	24	21	106	82
GH-11	1.74	528	1493	1164	346	16	16	18	95	77
GH-12	0.60	568	1751	1422	221	13	25	12	94	81
GH-14	0.33	402	63	1014	175	18	24	26	215	63
GH-5	0.44	630	1844	1324	314	20	21	16	109	80
GT-1	2.38	108	14	732	146	15	20	27	228	50
GT-2	1.17	109	16	662	139	14	15	27	259	45
GT-3	1.59	79	12	707	165	19	14	21	251	76
GT-5	1.67	55	20	647	122	21	25	24	246	57
IL-1	2.25	588	805	1169	247	16	27	27	224	98
IL-6	0.18	574	675	1125	344	15	29	31	271	100
MS-2	0.96	537	256	1605	275	18	20	22	144	63
MS-4	2.04	556	3929	1496	359	17	15	25	131	75
N-4	3.00	570	14	751	176	14	28	26	152	58
N-6	0.28	612	12	801	321	13	26	24	179	55
T-1	2.06	813	10	970	158	15	23	22	105	49
T-3	3.00	9	14	364	12	18	16	24	188	54
T-4	2.17	549	18	900	226	14	25	21	94	60
T-5	2.09	540	15	873	230	15	20	21	108	70

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی (XRF) عناصر اصلی و جزئی ۲۵ نمونه از سنگهای بازی منطقه مورد مطالعه

Sample	Nb ppm	Ni ppm	Pb ppm	Rb ppm	Sr ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zr ppm	Zn ppm
AH-1	29	147	17	48	1478	136	<1	16	288	94
AH-2	28	151	21	52	1483	133	<1	16	275	87
F-1	6	114	12	27	501	125	<1	13	116	74
F-6	15	125	10	25	850	130	<1	13	122	74
F-7	12	129	8	26	736	127	<1	13	119	74
F-8	8	124	23	27	474	125	<1	14	117	76
GH-10	29	137	18	48	1655	110	<1	16	274	84
GH-11	29	145	24	47	1590	108	<1	15	258	89
GH-12	32	137	23	51	1649	107	<1	16	265	82
GH-14	26	161	22	44	1071	136	<1	14	192	85
GH-5	35	169	18	43	1740	125	<1	16	282	100
GT-1	24	153	7	135	542	145	<1	22	233	68
GT-2	26	164	7	65	429	156	<1	17	235	69
GT-3	22	157	15	107	467	150	<1	21	234	75
GT-5	24	152	20	90	446	147	<1	20	230	75
IL-1	23	253	18	40	1849	143	<1	15	232	85
IL-6	27	253	18	38	1911	151	<1	15	240	92
MS-2	34	151	24	52	1395	127	<1	16	287	95
MS-4	36	143	24	50	1404	116	<1	16	247	87
N-4	32	137	7	37	1171	144	<1	15	190	108
N-6	33	168	9	41	1273	155	<1	15	211	91
T-1	29	122	17	37	1329	147	<1	15	212	83
T-3	11	129	12	25	562	126	<1	12	117	73
T-4	34	113	8	41	1245	145	<1	15	211	77
T-5	30	118	15	26	1316	144	<1	15	223	81

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی (XRF) عناصر اصلی و جزئی ۲۵ نمونه از سنگهای بازی منطقه مورد مطالعه

Sample	Mo ppm	U ppm	Th ppm
AH-1	<1	1	15
AH-2	<1	1	18
F-1	<1	1	6
F-6	<1	1	5
F-7	<1	1	2
F-8	<1	1	4
GH-10	<1	1	14
GH-11	<1	1	14
GH-12	<1	1	16
GH-14	<1	1	6
GH-5	<1	1	14
GT-1	<1	6	26
GT-2	<1	7	27
GT-3	<1	14	25
GT-5	<1	7	30
IL-1	<1	1	4
IL-6	<1	1	4
MS-2	<1	1	19
MS-4	<1	1	16
N-4	<1	1	7
N-6	<1	1	7
T-1	<1	1	11
T-3	<1	1	7
T-4	<1	1	3
T-5	<1	1	3

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر جزئی و خاکی کمیاب (REE) ۵ نمونه از سنگهای بازی مورد مطالعه روش ICP-MS

Sample	La	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
GH-14	*	*	*	3.54	1.207	4.476	0.773	5.156
GT-1	46.41	15.022	65.01	12.86	2.66	8.159	1.026	5.508
IL-2	100	25	100	15.62	3.921	9.018	1.02	5.07
N-6	100	23.195	83.53	12.59	3.237	8.384	1.011	5.27
T-4	92.55	20.524	76.54	12.05	3.212	8.275	1.062	5.631

Sample	K	Cs	Li	Ta	Ti	Y
GH-14	21085	*	18.64	*	8333	28.93
GT-1	28972	*	11.62	1.78	8729	26.66
IL-2	19342	1.212	13.14	1.99	9628	22.04
N-6	20006	1.393	13.22	2.46	10707	23.41
T-4	21334	1.206	12.5	2.43	10275	27.02

Sample	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Be	Cd	Sb	Sc	Sn
GH-14	0.773	5.156	1.094	3.34	0.475	3.19	0.484	2.56	0.11	0.21	16.9	1.72
GT-1	1.026	5.608	0.993	2.624	0.343	2.22	0.311	5.82	0.129	0.32	24.71	5.93
IL-2	1.02	5.070	0.817	1.970	0.249	1.56	0.203	2.69	0.127	0.12	18.03	1.84
N-6	1.011	5.270	0.891	2.192	0.272	1.73	0.229	2.53	0.124	0.14	17	2.04
T-4	1.062	5.631	0.974	2.466	0.313	1.94	0.264	2.54	0.119	0.13	19.91	2.02

کتابکاری

- حسینی، م.، ۱۳۷۸ - نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ قروه، سازمان زمین شناسی کشور.
- درویش زاده، ع.، ۱۳۸۳ - آتشفشانها و رخساره های آتشفشانی، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۸۷ صفحه.
- فنودی، م.، سیاره، ع. ر.، ۱۳۸۳ - نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ بیجار، سازمان زمین شناسی کشور.
- فنودی، م.، ۱۳۷۷ - نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تکاب، سازمان زمین شناسی کشور.
- قربانی، م.، ۱۳۸۲ - مبانی آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشانهای ایران، انتشارات آراین زمین، ۳۶۲ صفحه.
- معین وزیری، ح.، احمدی، ع.، ۱۳۷۱ - پتروگرافی و پترولوژی سنگهای آذرین، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۵۳۹ صفحه.
- ملکوتیان، س.، ۱۳۸۴ - پتروگرافی و پتروژنز سنگهای آتشفشانی پیلو-کواترنری محور قروه - تکاب، رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- و ثوقی عابدینی، م.، ۱۳۸۳ - مبانی تئوری و عملی کانی شناسی نوری، انتشارات آراین زمین، ۲۸۸ صفحه.

References

- Basaltic volcanism study project, 1981- Basaltic Volcanism on the Terrestrial Planets. Pergamon Press.
- Best, Myron G., 2001- Igneous Petrology, W.H. Freeman and Company, NewYork.
- Carlson, R. W., Hart, W. K., 1988. Flood basalt Volcanism in the north western United States. Continental Flood Basalts, J.D. MacDougall (ed.), Kluwer Academic Publishers, 273-310.
- Cox, K. G., Bell J. D., Pankhurst, R. J., 1979- The Interpretation of Igneous Rocks. Allen and Unwin, London. 450 P.
- DePaolo, D.J. and Wasserburg, G. J., 1979- Nd isotopes in Flood basalts from the Siberian platform and inferences about their mantle sources. Proceedings of National Academy of Science, USA, 76, 3056-3060.
- Nelson, S. A., 2003- Magmatic Differentiation.
www.tulane.edu/~sanelson/geo1212/magmadiff.htm
- Tatsumi and Eggins, 1995- continental crust formation by Complementary accumulation of formation by complementary accumulation of the enriched mantle, Boston, Blackwell Science. 211 P.