

بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹ The 23rd Symposium of Geological Society of Iran 10-11 November, 2020

شیمی کانی، دما- فشارسنجی و ژئوکرونولوژی

دایک‌های تراکی آندزیتی قطع کننده مجموعه پی‌سنگی دوجاه (جنوب شرق شاهرود)

مژگان رضائی^۱، محمود صادقیان^۱، حبیب‌اله قاسمی^۱ و پاپادوپائلو لامبرینی^۲

۱- دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود

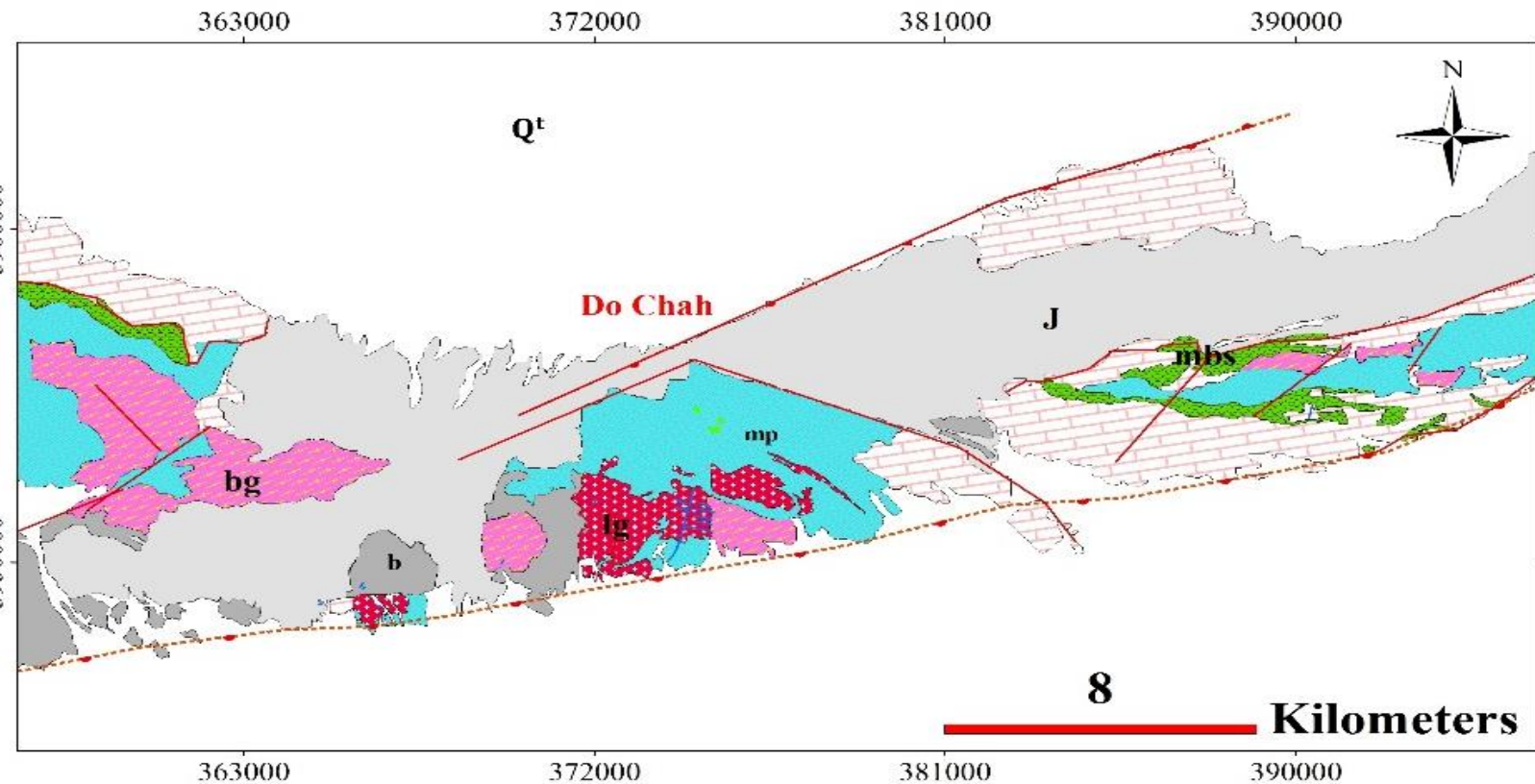
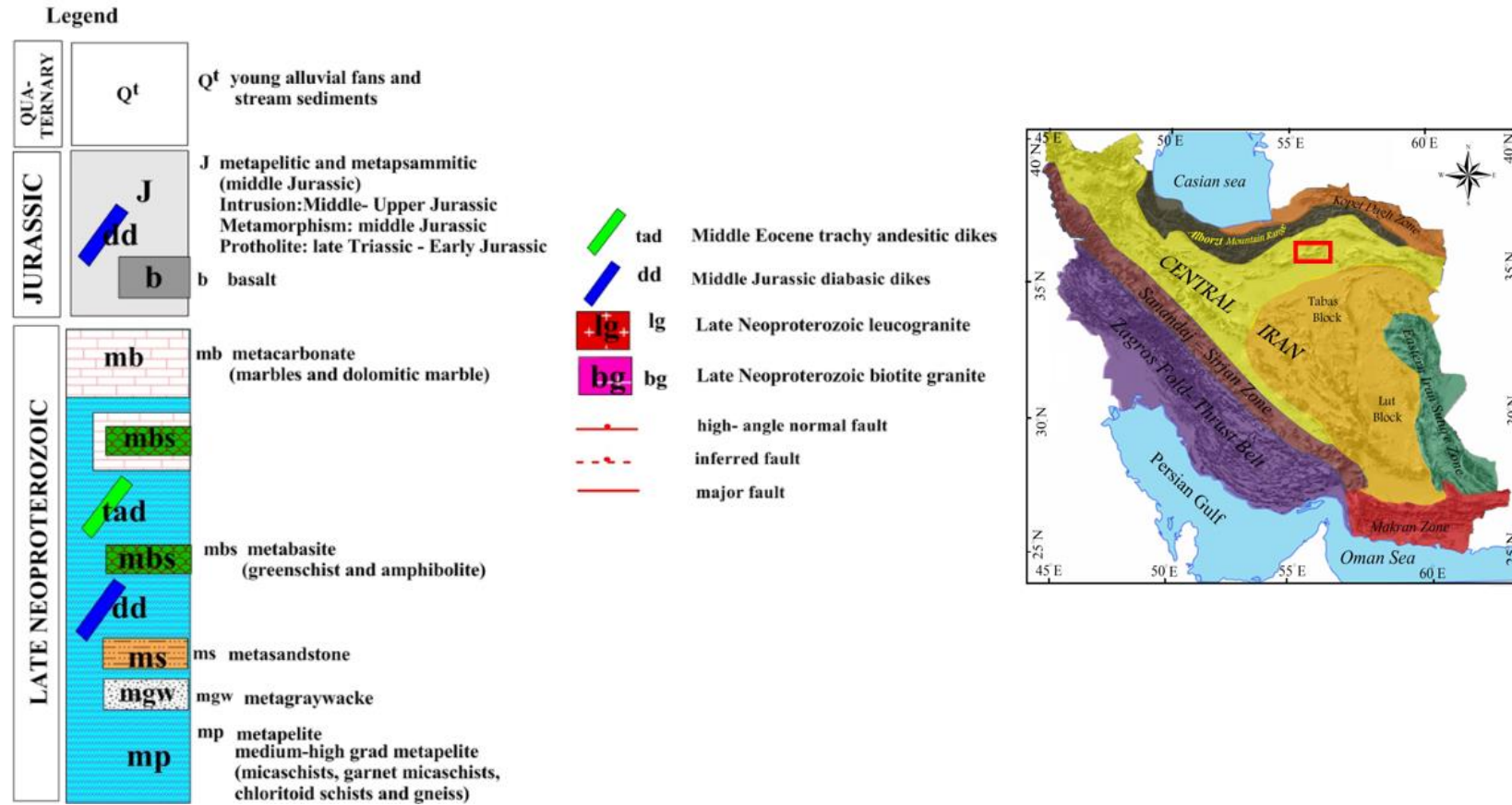
۲- گروه زمین شناسی کانی‌شناسی- پتروولوژی- اقتصادی، مدرسه زمین‌شناسی، دانشگاه آریستوتل، یونان

چکیده

مجموعه پی‌سنگی دوجاه به سن نئوپروتروزوئیک پسین، در جنوب‌شرق شاهرود و در حاشیه شمالی پهنه ساختاری ایران مرکزی واقع شده است. این مجموعه توسط چندین دایک با ترکیب تراکی‌آندزیت قطع شده است. این دایک‌ها برای اولین بار از این منطقه گزارش شده‌اند. این سنگ‌های تراکی‌آندزیتی شامل کانی-های اصلی پلاژیوکلاز از نوع آندزین و آمفیبول از نوع منیزیهوورنبلند و چرمکیت می‌باشند. برآوردهای دما- فشارسنجی مبتنی بر تجزیه شیمیایی نقطه‌ای آمفیبول‌ها و پلاژیوکلازهای همزیست در این سنگ‌های تراکی‌آندزیتی، محدوده دمایی ۶۸۳ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد و فشار ۴/۴۳ تا ۶/۳۶ کیلوبار را برای توقف تبلور نهایی آنها مشخص ساخته است. تعیین سن U-Pb انجام شده بر روی زیرک‌های استخراج شده از این سنگ‌ها، سن ۵۸±۰/۴۳/۵۱۱ معادل ائوسن‌میانی را برای آنها مشخص ساخته است.

مقدمه

در دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک، ایران مرکزی از نظر زمین‌ساختی منطقه پرتکاپویی بوده است؛ به گونه‌ای که افزون بر چند دگرشکلی بسیار آشکار، رویدادهای ماگمایی، به صورت پیدایش سنگ‌های آتشفشانی، آتشفشانی رسوبی و توده‌های آذرین نیمه ژرف در آن دیده می‌شود [۱]. این سنگ‌ها مرتبط با فرورانش ورقه اقیانوسی نئوتتیس، به زیر پوسته قاره‌ای بخش شمالی زون ساختاری ایران مرکزی می‌باشند [۲] و [۳]. مجموعه دگرگونی- آذرین دوجاه، به سن نئوپروتروزوئیک پسین شکل شماره ۱، یکی از مجموعه‌های پی‌سنگی ایران است که در حاشیه شمالی پهنه ساختاری ایران مرکزی واقع شده است. این مجموعه توسط چندین دایک‌های تراکی‌آندزیتی به سن ائوسن میانی قطع شده است. در این مقاله سعی شده است با استناد به شواهد صحرایی، مطالعات پتروگرافی و نتایج شیمی کانی‌ها و سن‌سنجی، ترکیب شیمیایی دقیق کانی‌ها، دما- فشار تشکیل و تاریخچه آنها مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۱- موقعیت مجموعه دگرگونی- آذرین دوجاه در نقشه پهنه‌های ساختاری و زمین‌شناسی ایران

مواد و روش کار

پس از مطالعات صحرایی و میکروسکوپی از چند نمونه دایک تراکی‌آندزیتی، مقطع نازک صیقلی تهیه شد و در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه آریستوتل کشور یونان (Scanning Electron Microscope Laboratory, A.U.Th (Aristotle University of Thessaloniki)) مورد تجزیه نقطه‌ای (با دستگاه مدل JEOL JSM-840A) قرار گرفت. همچنین بر روی یک نمونه از سنگ‌های تراکی‌آندزیتی، سن‌سنجی به روش U-Pb در مرکز شریمپ کشور چین واقع در شهر پکن صورت گرفت. از نتایج این کارهای آزمایشگاهی در نگارش این مقاله استفاده شده است.

بحث

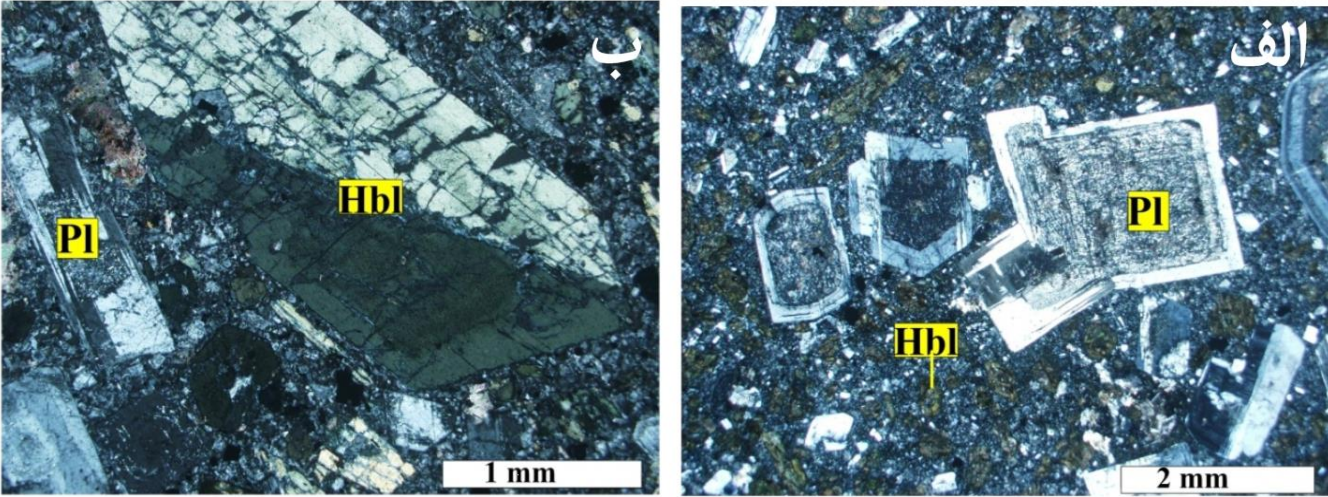
چندین دایک تراکی‌آندزیتی، واحدهای پروتروزوئیک پسین مجموعه دگرگونی - آذرین دوجاه از جمله بیوتیت‌گرانیت‌ها و متاسندستون‌ها را قطع کرده‌اند شکل شماره ۲.



شکل ۲- تصاویر صحرایی از دایک‌های تراکی‌آندزیتی ائوسن میانی قطع کننده گرانیت‌های نئوپروتروزوئیک در منطقه دوجاه.

پتروگرافی دایک‌های تراکی‌آندزیتی

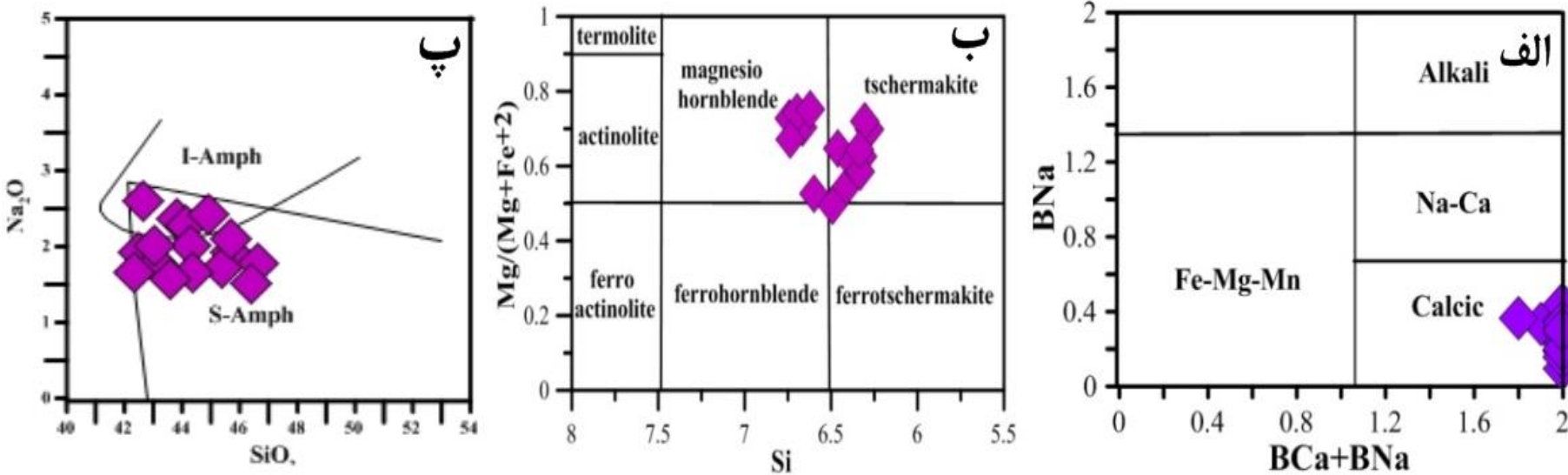
پلاژیوکلاز و آمفیبول از سازندگان اصلی دایک‌های تراکی‌آندزیتی ائوسن میانی هستند. اندازه بلورهای شکل‌دار تا نیمه شکل-دار پلاژیوکلاز، از چند دهم میلی‌متر تا ۴ میلی‌متر متغیر است. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی‌سینتتیک و کارلسیاد هستند و عمدتاً منطقه‌بندی ترکیبی از خود نشان می‌دهند. آمفیبول‌ها به صورت ریز بلور تا درشت بلور و نیمه شکل‌دار تا شکل‌دار حضور دارند. آمفیبول به همراه میکروکلیت‌های پلاژیوکلاز و کانی‌های اوپک در زمینه سنگ دیده می‌شوند. حضور درشت بلورهای پلاژیوکلاز و گاهی آمفیبول در زمینه سنگ به تجلی یافت پورفیری در این سنگ‌ها منجر شده است شکل شماره ۳- الف و ب.



الف- منطقه‌بندی در درشت‌بلور پلاژیوکلاز . ب- درشت بلور آمفیبول و پلاژیوکلاز در زمینه‌ای ریزبلور و همراه با بافت پورفیری.

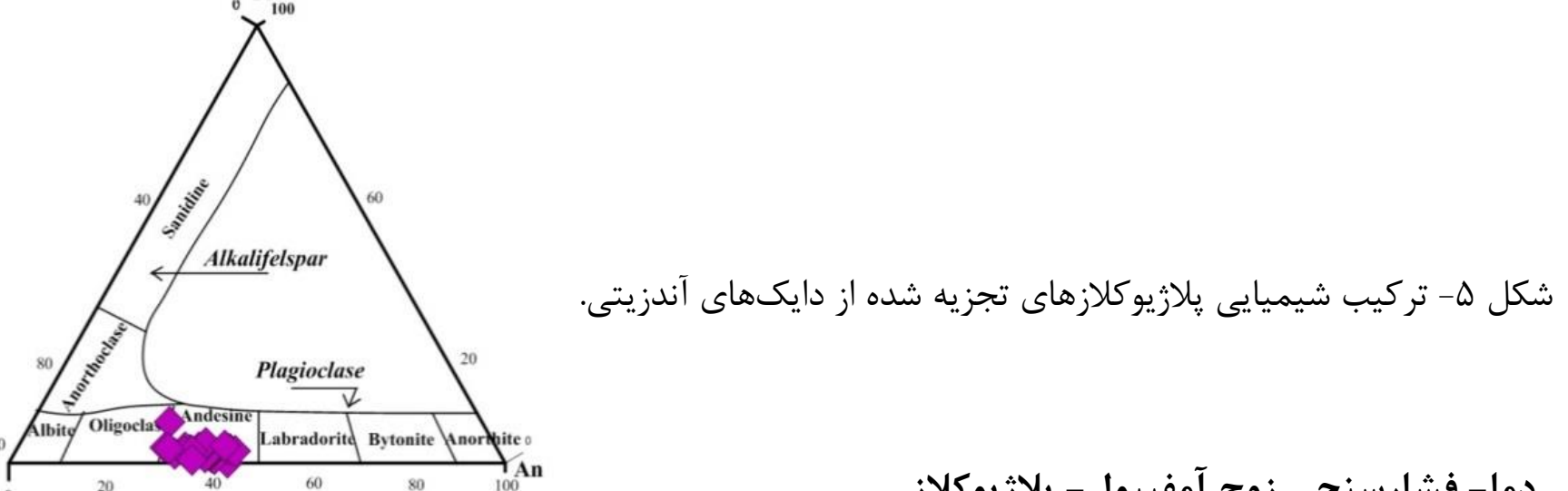
شیمی کانی آمفیبول

بر اساس شکل شماره ۴- الف و ب، آمفیبول‌های سنگ‌های تراکی‌آندزیتی مورد نظر از نوع کلسیک (با ترکیب منیزیهوورنبلند و چرمکیت) می‌باشند [۴] و بر اساس میزان کاتیون‌های اصلی موجود در آمفیبول‌ها در محدوده سنگ‌های آذرین مرتبط با محیط‌های فرورانش قرار می‌گیرند [۵] شکل شماره ۴- پ.



شکل ۴- موقعیت آمفیبول‌های متعلق به دایک‌های تراکی‌آندزیتی قطع کننده مجموعه دگرگونی دوجاه.

شیمی کانی پلاژیوکلاز
پلاژیوکلازهای تجزیه شده در نمودار مثلثی [Ab-An-Or] در محدوده آندزین قرار می‌گیرند شکل شماره ۵.



شکل ۵- ترکیب شیمیایی پلاژیوکلازهای تجزیه شده از دایک‌های آندزیتی.

دما- فشارسنجی زوج آمفیبول- پلاژیوکلاز

این نوع دما و فشار سنجی بر اساس توزیع یون‌های K، Si، Al، Ca، Na بین زوج کانی‌های پلاژیوکلاز و آمفیبول دارای تعادل کانی‌شناسی و ترمودینامیک، انجام می‌شود [۷]. محدوده دمای محاسبه شده برای تبلور آندزیت‌های مجموعه جنوب دوجاه ۶۸۳ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد و فشار ۴/۴۳ تا ۶/۳۶ کیلوبار می‌باشد.

سن‌سنجی دایک‌های تراکی‌آندزیتی

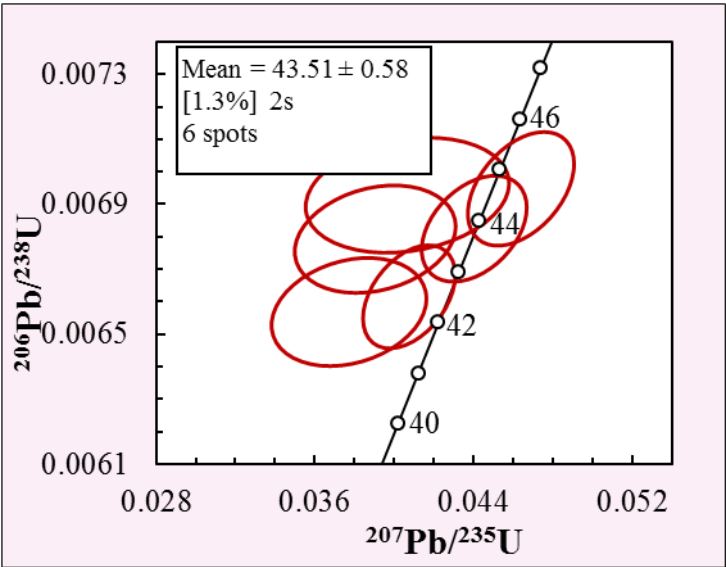
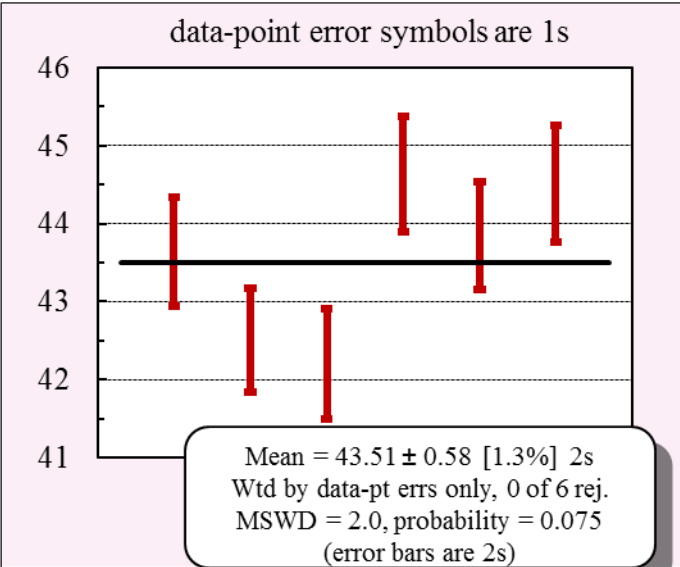
۱۱ عدد از زیرک‌های جدا شده از نمونه تراکی‌آندزیت مورد آنالیز U-Pb قرار گرفت که نتایج حاصل آن در رسم نمودارهای سازگاری استفاده گردید. پنج عدد از زیرک‌های تعیین سن شده، محدوده سنی ۱۷۴/۳ تا ۱۴۲۲/۱۴ شامل شده‌اند و مابقی محدوده سنی ۴۲۲/۴۰ تا ۴۴/۶۴ را دربرگرفته‌اند. نمودار سازگاری ترسیم شده برای زیرک‌های نمونه تراکی‌آندزیتی سن سازگاری $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ برابر ۵۸/۰±۵۱/۴۳ مقدار MSWD برابر ۰/۲ را نشان می‌دهند شکل شماره ۶ بر اساس مقایسه سن بدست آمده با جدول زمانی زمین‌شناسی، سن معادل با ائوسن میانی (لوتسین) می‌باشد. با توجه به شواهد زمین‌شناسی منطقه‌ای سن‌های بیش از دامنه سنی ائوسن، در واقع سن زیرک‌های موروثی می‌باشند یا از ناحیه محل منشائی سرچشمه گرفته‌اند که ذوب بخشی آنها به تشکیل ماگماهای تراکی‌آندزیتی منجر شده است و یا از طریق آلایش ماگمایی به دورن ماگماهای سازنده سنگ‌های تراکی‌آندزیتی راه یافته‌اند.



[۳] از مناطق همجوار حد فاصل تروند تا احمدآباد و رضا آباد خارتوران سنگ‌های مشابهی را گزارش کرده است. نامبرده با توجه به مجموع داده‌های سنی برای گروه‌های سنگی ذکر شده در نوار ماگمایی تروند - احمدآباد، محدوده سنی ۳۵/۵ تا ۴۱/۴ میلیون سال معادل با ائوسن میانی - بالایی (لوتسین، بارتونین-پری‌آوبنین) را برای آنها بدست آورده است. وی همچنین معتقد است که این دایک‌ها از نوع آداکیتی هستند و اظهار می‌دارد سنگ‌های ماگمایی تروند- احمدآباد بر اساس ویژگی‌های ژئوشیمیایی، به دو گروه HSA (آداکیت‌های سیلیس بالا) و LSA (آداکیت‌های سیلیس پایین) تقسیم می‌شوند. آداکیت‌های پرسیلیس به عنوان مذاب‌های حاصل از ذوب ورقه اقیانوسی فرورانش یافته با ترکیب گارنت آمفیبولیتی در فشار معادل با محدوده پایداری گارنت تفسیر می‌شوند، که بیشتر در طی عبور از گوه گوشته‌ای با آن واکنش داده‌اند. ویژگی‌های زمین‌شیمیایی به همراه سرشت سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی این منطقه، ریشه گرفتن ماگمای آداکیتی کم سیلیس سازنده این سنگ‌ها از ذوب بخشی گوه گوشته‌ای پریدوتیتی متاسوماتیسم شده همراه با مشارکت سیال‌های آزاد شده از ورقه اقیانوسی فرورونده (شاخه سبزوار - درونه) را تأیید می‌کند.

جدول ۱- نسبت‌های ایزوتوپی و سن سنجی U-Pb بر روی زیرک‌های نمونه تراکی‌آندزیت RD-99/1 مجموعه دوجاه.

Spot	U ppm	Th ppm	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Age Ma	$\pm$	Age Ma	$\pm$	Age Ma	$\pm$
RD-99/1-1	1227	867	0.73	139	0.96392	0.1236	1.074	741	±13	709	±25	712	±12
RD-99/1-2	2484	918	0.38	14.6	0.0417	0.00679	0.0390	38.0	±2.5	246	±170	44.00	±5.74
RD-99/1-3	1206	280	0.24	237	0.10013	0.0481	3.425	1.548	±28	1.627	±11	1.423	±20
RD-99/1-4	264	153	0.60	23.4	0.0591	0.1028	0.837	622	±17	571	±58	631	±11
RD-99/1-5	2916	1592	0.56	16.6	0.0447	0.00662	0.0407	39.9	±1.2	74	±83	42.76	±5.74
RD-99/1-6	1726	1055	0.63	9.83	0.0416	0.00657	0.0377	39.5	±1.7	248	±170	42.51	±0.80
RD-99/1-7	3274	2139	0.68	19.5	0.0484	0.00695	0.0464	43.4	±1.3	119	±81	44.77	±0.84
RD-99/1-8	1871	634	0.35	44.3	0.0499	0.02743	0.1886	172.1	±7.8	191	±89	174.5	±2.8
RD-99/1-9	614	148	0.25	82.1	0.07083	0.1556	1.519	993	±23	952	±26	930	±14
RD-99/1-10	2613	1500	0.59	15.3	0.0468	0.00683	0.0440	43.2	±1.3	38	±87	43.91	±0.77
RD-99/1-11	1829	1135	0.64	10.9	0.0426	0.00699	0.0407	43.1	±2.2	194	±200	44.66	±0.83



شکل ۶- نمودارهای سازگاری و میانگین سنی نمونه تراکی‌آندزیت بر اساس نتایج حاصل از آنالیزهای سن‌سنجی کانی زیرک.

نتیجه گیری

دایک‌هایی تراکی‌آندزیت شامل کانی‌های اصلی پلاژیوکلاز از نوع آندزین و آمفیبول از نوع منیزیهوورنبلند و چرمکیت می‌باشند برآوردهای دما- فشارسنجی، محدوده دمایی ۶۸۳ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد و فشار ۴/۴۳ تا ۶/۳۶ کیلوبار را برای توقف تبلور نهایی آنها مشخص ساخته است. تعیین سن U-Pb انجام شده بر روی زیرک-های استخراج شده از این سنگ‌ها، سن ۵۸±۰/۴۳/۵۱۱ معادل ائوسن‌میانی را برای آنها مشخص می‌کند. البته سن‌های بیش از دامنه سنی ائوسن، در واقع سن زیرک‌های موروثی می‌باشند یا از ناحیه محل منشائی سرچشمه گرفته‌اند که ذوب بخشی آنها به تشکیل ماگماهای تراکی‌آندزیتی منجر شده است و یا از طریق آلایش ماگمایی به دورن ماگماهای سازنده سنگ‌های تراکی‌آندزیتی راه یافته‌اند.

منابع

- [1] Rahmati Ilkhchi, M., Faryad, S., Schulmann, K., Kosler, J. (2006) Metamorphic and exhumation processes of the Shotor Kuh metamorphic complex, Semnan Province (Central Iran Zone). Geo Lines 20.
- [2] Ghasemi, H., Rezaei Kahkhaei, M. (2015) Petrochemistry and tectonic setting of the Davarzan Abbasabad Eocene volcanic (DAEV) rocks, NE Iran. Journal of Mineralogy and Petrology 108(6): 1- 20.
- [3] Yousefi, F., Sadeghian, M., Wanhainan, Ch., Ghasemi, H., Frei, D. (2017a) Geochemistry, petrogenesis and tectonic setting of middle Eocene hypabyssal rocks of the Torud-Ahmad Abad magmatic belt: An implication for evolution of the northern branch of Neo-Tethys Ocean in Iran. J.G.E., 178: 1-15.
- [4] Leake, B. E., Woolley, A. R., Aps, C. E. S., Birch, W. D., Gilbert, M. C., Grice, J. D., Hawthorne, F. C., Kato, A., Kisch, H. J., Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J. A., Maresch, W. V., Nickel, E. H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smith, D. C., Stephenson, N. C. N., Ungaretti, L. (1997) Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. American Mineralogist, 82:1019-1037.
- [5] Coltoni, M., Bonadiman, C., Faccini, B., Gregoire, M.O., Reilly, S.Y. (2007) Amphiboles from suprasubduction and intraplate lithospheric mantle. Lithos. 99: 68-84.
- [6] Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J. (1992) An Introduction to the rock forming minerals. Longman, London, p528.
- [7] Holland, T., Blundy, J. (1994) Non-Ideal Interactions in Cal- cium Amphiboles and Their Bearing on Amphibole-Plagioclase Thermometry, Contributions to Mineralogy and Petrology. 116:433-447.