مجله زمین‌شناسی اقتصادی
سال ۱۳۹۱، شماره ۲، (جلد ۴)
صفحه ۲۷۱ تا ۲۸۴

Journal of Economic Geology
2012- 2013, No. 2 (Vol. 4)
ISSN 2008-7306

سنگ‌شناسی متابازیت‌های جنوب عروسان (شمال‌شرق استان اصفهان)

فرشته بیات*، قدرت ترابی

دانشگاه اصفهان، گروه زمین‌شناسی

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۴/۲۰، پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۱۵

چکیده

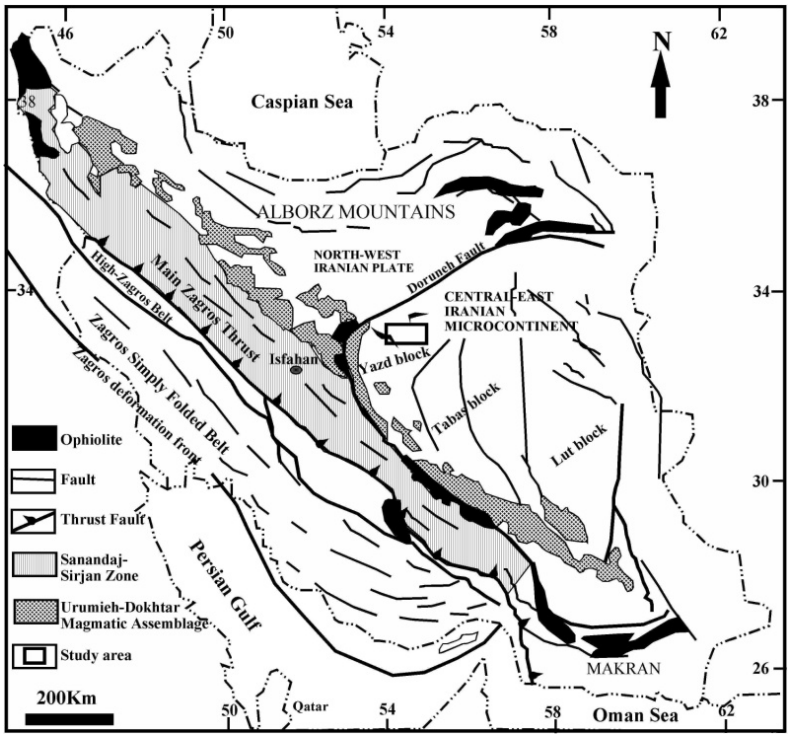
در جنوب عروسان در محدوده کوههای چاه‌پلنگ و معراجی، واحدهای سنگی متاگابرو، متابازالت و متادیاباز همراه با سنگهای دگرگونی پالئوزوئیک زیرین رخنمون دارند. برخی از ویژگیهای کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی واحدهای متابازیتی در دو ناحیه کوه چاه‌پلنگ و کوه معراجی شباهت نزدیکی به یکدیگر دارند. کانیهای فلدسپار، آمفیبول، بیوتیت، اسفن، اپیدوت، کلریت ± کلسیت در متابازیت‌های کوه معراجی یافت می‌شوند. در ناحیه چاه‌پلنگ، متاگابروها و متادیابازهایی دیده می‌شود که شباهت کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی نزدیکی به متابازیت‌های کوه معراجی دارند. واحدهای ولکانیک در زیر متاگابروها قرار گرفته‌اند و عمدتاً از پلاژیوکلاز، بیوتیت، اسفن، سانیدین، کلریت، اپیدوت و اکسیدهای آهن تشکیل یافته‌اند. درون متاولکانیک‌ها و در مجاورت متاگابروهای این ناحیه دایک‌های برجسته‌ای وجود دارد که ترکیب کانی‌شناسی مشابهی با متاولکانیک‌ها دارد. دایک‌های آمفیبولیتی از آمفیبول، پلاژیوکلاز و بیوتیت‌های کشیده شده، تشکیل یافته‌اند. متابازیت‌ها تفریق محدودی از خود نشان می‌دهند. ترکیب متابازیت‌های کوه معراجی، بازالت و تراکی بازالت می‌باشد و بازالت و تراکی‌بازالت نیز ترکیب متابازیت‌های چاه‌پلنگ است. ماهیت ماگماتیسم نواحی چاه‌پلنگ و کوه معراجی مانند ماهیت ماگماتیسم پالئوزوئیک رخ داده در سایر نقاط ایران غالباً ماهیت آلکالن تا تحوّلی داشته و در اثر فعّالیتهای کششی از ذوب درجه پایین یک گارنت- اسپینل پریدوتیت تشکیل گردیده‌اند. ضمن این‌که فرآیندهای دگرگونی به آنها ماهیت آمفیبولیت و شیست سبز بخشیده ولی آثار و ویژگیهای سنگ آذرین اولیه قابل تشخیص است.

واژه‌های کلیدی: *سنگ‌شناسی، متابازیت، پالئوزوئیک، چاه‌پلنگ، کوه معراجی، اصفهان.*

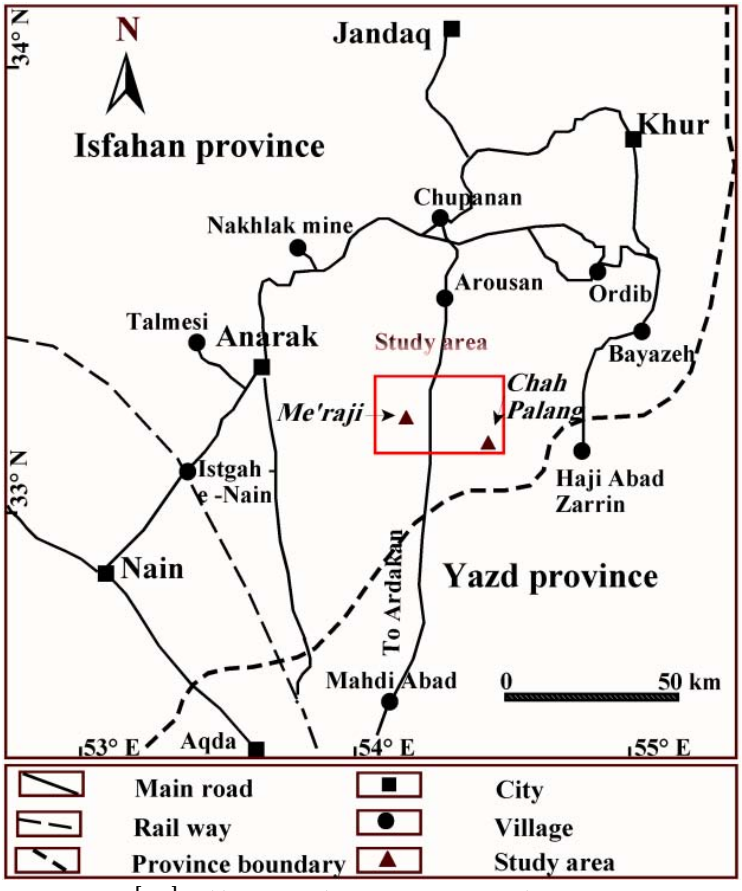
مقدمه

هر چند دوران پالئوزوئیک نسبت به مزوزوئیک و ترشیری بسیار طولانی بوده، اما ماگماتیسم نفوذی متعلّق به این زمان، در ایران کمیاب است. این باور وجود دارد که در زمان پالئوزوئیک، آرامش نسبی بر سرزمین ایران حاکم بوده است [۱]. احتمالاً فقدان سنگهای نفوذی پالئوزوئیک ناشی از عدم تأثیر فازهای کوه‌زایی و در مقابل، تشدید فعّالیتهای ریفتی درون قاره‌ای در ایران بوده است. سنگهای بازیک نسبت داده شده به پالئوزوئیک زیرین در فاصله کم از یکدیگر در منطقه چاه‌پلنگ و کوه معراجی برون‌زد یافته‌اند که در تقسیمات ساختاری زمین‌شناسی ایران، در زون ایران مرکزی و درون بلوک یزد قرار دارند (شکل ۱). بلوک یزد بخش غربی خرده قاره ایران مرکزی بوده که از شمال به گسل درونه و از غرب به نوار افیولیتی نایین- بافت محدود است [۱]. منطقه مورد مطالعه در جنوب‌شرق شهر انارک و جنوب عروسان واقع گردیده و از نظر مختصات جغرافیایی بین عرضهای شمالی ۳۳° تا ۱۵′ ۳۳° و طولهای شرقی ۵۴° تا ۴۵′ ۵۴° گسترش یافته است. اصلی‌ترین راه ارتباطی به منطقه چاه‌پلنگ و کوه معراجی جاده آسفالته چوپانان به اردکان یزد است (شکل ۲). در محدوده مورد مطالعه توالی نسبتاً کاملی از سنگهای پالئوزوئیک تا دوران عهد حاضر به چشم می‌خورد. نقشه زمین‌شناسی ساده شده منطقه مورد مطالعه در شکل (۳) ارائه شده است. ماگماتیسم نسبت داده شده به پالئوزوئیک [۲] در منطقه چاه‌پلنگ (حوالی کوههای دوشاخ، جهازخانه و چاه‌پلنگ) به صورت پراکنده و با گسترش محدود یافت می‌شود. متابازالت‌ها، متادیابازها و متاگابروهای چاه‌پلنگ متحمّل دگرگونی در رخساره‌های آمفیبولیت و شیست سبز گردیده‌اند.

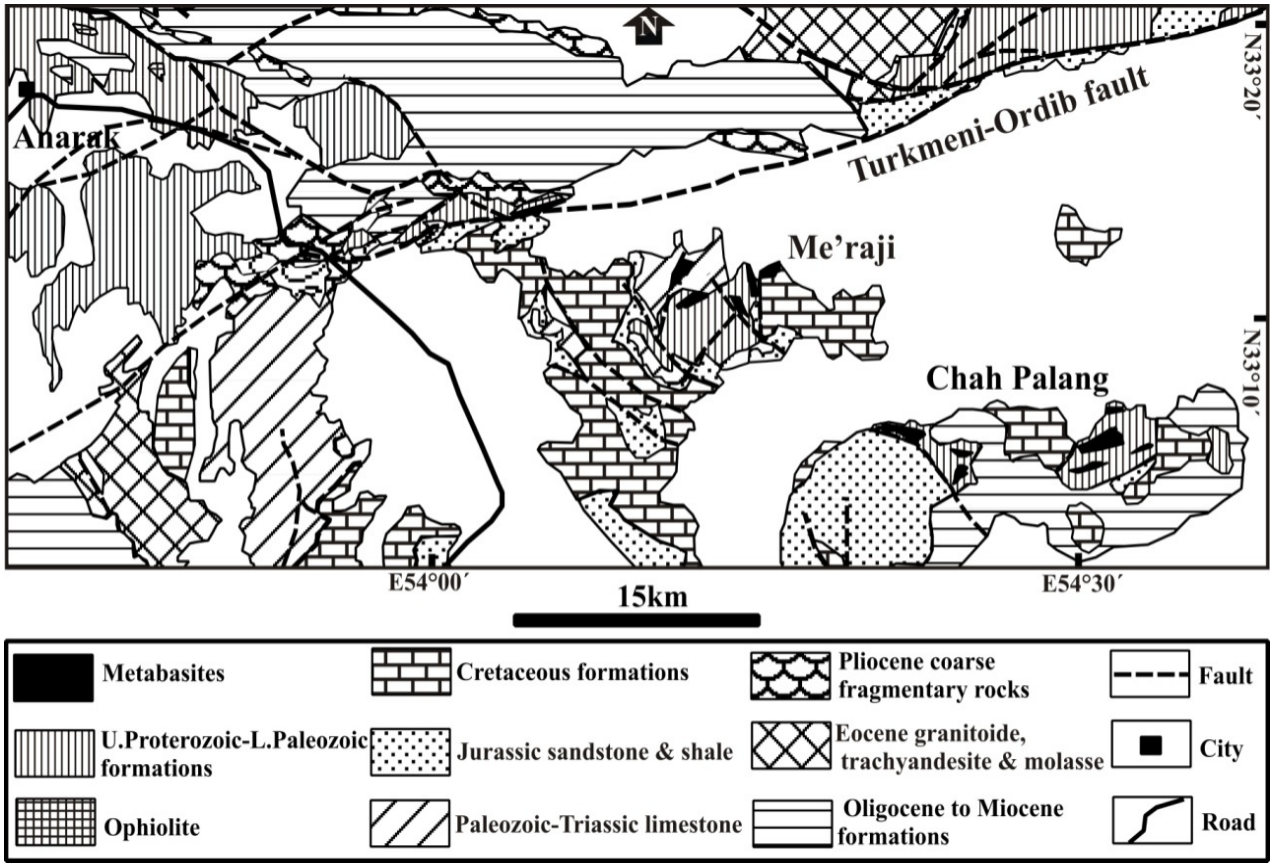
*مسؤول مکاتبات: Fereshtehbayat2011@gmail.com



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران [۱۷ با تغییرات].



شکل ۲. راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه [۱۸].



شکل ۳. نقشه زمین‌شناسی ساده شده منطقه چاه‌پلنگ و کوه معراجی [۱۹].

تعدادی توده گابرویی و دیابازی با گستره کم (کمتر از ۱ تا ۱/۵ کیلومتر) همراه با گدازه‌های بالشی که در رخساره شیست سبز دگرگون شده‌اند در بین سنگهای پالئوزوئیک زیرین در کوه معراجی یافت می‌شوند. سن متاگابروها در حال حاضر مسأله برانگیز است. شواهد صحرایی نشان می‌دهد که جای‌گیری برخی از توده‌های متاگابرو هم زمان با فوران گدازه‌های بالشی کوه معراجی است. تعیین سن دو نمونه متاگابرو با روش K–Ar، اعداد ۴۰۰ میلیون سال قبل (پالئوزوئیک) و ۲۰۵ میلیون سال قبل (اواخر تریاس) را ارائه نموده است [۲]. سنگهای بازیک ماهیت (بافت، ساخت و ترکیب کانی‌شناسی) سنگ اولیه آذرین خود را حفظ کرده‌اند، ضمن این‌که در حال حاضر به آمفیبولیت و شیست سبز تبدیل گردیده‌اند و می‌توان آنها را متابازیت نام‌گذاری کرد. مهمترین مطالعات زمین‌شناسی این ناحیه، به بررسیهای [۲]، [۳] و [۴] اختصاص دارد. در بررسی محیط تکتونیکی و مدل ژئودینامیکی ارائه شده توسط [۳]، ناحیه مورد مطالعه به عنوان کوههای دریایی پالئوتتیس درنظر گرفته می‌شوند. بیات [۴] ویژگیهای ماگماتیسم و دگرگونی کوه معراجی و چاه‌پلنگ را بررسی نموده است. ناحیهٔ انارک، از مناطق فلززایی و دارای عناصر فلزی و غیرفلزی ارزشمند ایران محسوب می‌شود که همواره توجه زمین‌شناسان بسیاری را جهت بررسیهای سنگ‌شناسی به خود جلب نموده است. بنابراین ارزیابی ماهیت ماگماتیسم پالئوزوئیک در این ناحیه و تعیین سایر ویژگیهای سنگ‌شناسی مانند بررسی سنگ منشأ و دگرگونیهای حاکم بر نواحی چاه‌پلنگ و معراجی ارزش ویژه‌ای می‌یابند که در این مقاله بررسی شده است.

روش مطالعه

پس از بررسیهای صحرایی و پتروگرافی، تعداد ۶ نمونه از سنگهایی که دارای حداقل هوازدگی و رگه‌های ثانویه بودند جهت انجام آنالیز سنگ کل به آزمایشگاه Als Chemex کشور کانادا، ارسال شدند. نمونه‌ها با روش ICP-AES (Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy) آنالیز گردیدند. مقدار ۰/۲۰۰ گرم از هر نمونه با محلول لیتیم متابرات/لیتیم تترابرات (۰/۹ گرم)

مخلوط گردیده و در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد در یک بوتهٔ آزمایش ذوب شدند، سپس مذاب حاصله سرد گردیده و در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ٪۴ + اسید هیدروکلریک ٪۲ حل شد. این محلول با روش ICP-AES آنالیز و نتایج برای تداخل درون عنصری طیفی تصحیح گردیدند. دماسنجی و فشارسنجی کانیهای بیوتیت، آمفیبول و کلریت با استفاده از فرمولهای ارائه شده و در نظر گرفتن خطاهای احتمالی تعیین گردید که در این مقاله به اختصار نتایج آنها ذکر گردیده است. تعدادی از مقاطع مورد مطالعه در دانشگاه لیبنیز هانوور آلمان با استفاده از دستگاه الکترون مایکروپروب مدل Cameca SX 100 – با شرایط ولتاژ شتاب دهنده ۲۰kV و شدت جریان ۱۵nA آنالیز نقطه‌ای گردیدند. داده‌های حاصل از تجزیهٔ کانیها در جدول (۱) ارائه شده است. مقادیر اکسیدهای اصلی و عناصر کمیاب سنگها در جدول (۲) نشان داده شده‌اند.

سنگ‌شناسی

متابازیت‌های چاه‌پلنگ

سنگهای بازیک ناحیه چاه‌پلنگ در همراهی دگرگونه‌های دوشاخ مشاهده می‌شوند که در کوه جهازخانه، آهکهای سازند شاه‌کوه با سن کرتاسه روی آنها به صورت راندگی قرار می‌گیرند. واحدهای ساختاری- سنگی کوه دوشاخ را به ۵ واحد تقسیم می‌نمایند [۵، با اندکی تغییرات]:

۱- واحد ولکانیک: در سمت جنوب‌غرب کوه دوشاخ، برش ولکانیک حدواسط ضخیمی وجود دارد که به سمت بالا تناوبی از متالاوا، متاتوف و به میزان کمتری شیست بازیک و سنگ آهک بلورین (۰-۳۰۰ متر) مشاهده می‌شوند. متاولکانیک‌ها در برخی قسمتها برگ‌وارگی پیدا کرده‌اند و ساختهای بالشی آنها به دلیل عملکرد تکتونیک پویا و گسل خوردگی فراوان، ابعاد مشخصی نشان نمی‌دهند.

جدول ۱. ترکیب کانیهای تشکیل دهندهٔ متابازیت‌های چاه‌پلنگ و کوه معراجی (wt.%)

نمونه	کانی	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Cr_2O_3	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
چاه‌پلنگ												
C795-4	هورنبلند چرماکیتی	۴۲/۲۸	۰/۲۵	۱۳/۶۵	۰/۱۳	۱۹/۵۸	۰/۲۴	۷/۷۰	۱۱/۶۲	۱/۳۶	۰/۲۹	۹۶/۹۷
C801-2	اکتینولیت	۵۳/۲۰	۰/۱۷	۴/۱۲	۰/۲۷	۱۱/۴۲	۰/۱۰	۱۵/۷۷	۱۲/۶۱	۰/۴۸	۰/۱۱	۹۷/۹۸
C801-3	منیزیوهورنبلند	۴۴/۹۶	۰/۲۰	۱۲/۶۰	۰/۰۲	۱۴/۵۷	۰/۲۳	۱۰/۶۳	۱۲/۰۹	۱/۳۵	۰/۲۳	۹۶/۸۶
C795-25	آندزین	۵۹/۱۴	۰/۰۰	۲۵/۶۶	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۷/۳۹	۷/۵۴	۰/۰۶	۹۹/۹۲
C801-23	آلبیت	۶۷/۴۵	۰/۰۰	۲۰/۵۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۱/۲۰	۱۱/۲۰	۰/۰۵	۱۰۰/۵۰
C795-13	بیوتیت	۳۵/۷۱	۱/۵۴	۱۶/۴۰	۰/۱۶	۱۸/۲۶	۰/۰۳	۱۲/۸۸	۰/۰۳	۰/۲۰	۸/۲۰	۹۳/۴۱
C795-16	بیوتیت	۳۵/۲۲	۱/۶۰	۱۷/۵۹	۰/۳۰	۱۷/۱۳	۰/۰۱	۱۱/۶۱	۰/۰۴	۰/۲۷	۹/۲۸	۹۳/۰۵
C800-18	بیوتیت	۳۵/۷۹	۲/۳۴	۱۸/۰۵	۰/۰۴	۱۸/۶۹	۰/۰۲	۱۰/۶۹	۰/۰۲	۰/۱۱	۹/۹۶	۹۵/۷۱
C800-20	بیوتیت	۳۵/۲۲	۲/۴۳	۱۷/۴۸	۰/۰۳	۱۹/۳۷	۰/۰۶	۱۰/۵۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۹/۳۸	۹۴/۶۶
C800-34	اپیدوت	۳۶/۸۹	۰/۰۰	۲۴/۶۴	۰/۰۰	۱۰/۴۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۳/۳۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۵/۲۴
C800-36	مگنتیت	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۶	۹۷/۵۶	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۷/۸۶
C801-37	ایلمنیت	۰/۰۲	۵۲/۲۳	۰/۰۰	۰/۰۶	۴۶/۰۶	۱/۵۹	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰/۰۹
C800-42	کلسیت	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۱/۴۳	۱/۰۷	۰/۷۰	۵۵/۶۹	۰/۰۰	۰/۰۷	۵۹/۰۵
کوه معراجی												
M789-12	اکتینولیت	۵۵/۴۱	۰/۱۲	۱/۱۲	۰/۰۰	۱۱/۵۹	۰/۰۶	۱۶/۷۰	۱۳/۲۰	۰/۰۷	۰/۰۵	۹۸/۳۲
M789-9	اکتینولیت	۵۳/۳۹	۰/۰۰	۱/۹۷	۰/۰۰	۱۵/۶۹	۰/۲۱	۱۳/۴۷	۱۲/۵۹	۰/۱۶	۰/۰۶	۹۷/۵۴
M789-27	لابرادوریت	۵۱/۹۲	۰/۰۷	۲۹/۵۵	۰/۶۶	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۱۷	۱۳/۳۸	۳/۹۸	۰/۱۴	۹۹/۹۰
M789-30	لابرادوریت	۵۲/۵۰	۰/۰۶	۲۹/۲۲	۰/۶۹	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۱۴	۱۲/۹۱	۴/۲۹	۰/۱۶	۱۰۰/۰۰
M789-38	پومپلئیت	۵۱/۶۰	۰/۱۵	۴/۳۴	۰/۰۰	۱۴/۲۹	۰/۲۵	۱۳/۸۲	۱۲/۴۲	۰/۳۹	۰/۱۸	۹۷/۴۹
M789-40	کلریت	۵۲/۸۰	۰/۰۱	۲/۰۲	۰/۰۲	۱۶/۹۹	۰/۱۹	۱۲/۹۹	۱۲/۴۷	۰/۱۳	۰/۰۸	۹۷/۷۰
M789-31	اپیدوت	۳۸/۰۷	۰/۰۰	۲۴/۸۸	۰/۰۰	۱۰/۸۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۴/۴۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۸/۲۰
M789-35	اسفن	۳۰/۳۳	۳۸/۱۲	۱/۳۳	۰/۰۳	۱/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۰	۲۸/۴۰	۰/۰۱	۰/۰۳	۹۹/۳۹

جدول ۲. مقادیر اکسیدهای اصلی و عناصر فرعی و کمیاب متابازیت‌ها.

Sample	M81 N33º 09' 39" E54º 14' 15"	M788 N33º 09' 22" E54º 15' 07"	C84 N33º 05' 44" E54º 21' 48"	C86 N33º 05' 46" E54º 21' 47"	C800 N33º 05' 44" E54º 21' 49"	C801 N33º 05' 56" E54º 21' 39"
(wt%)						
SiO_2	۵۱/۱۰	۴۸/۸۰	۴۶/۹۰	۴۵/۲۰	۴۵/۱۰	۴۷/۶۰
TiO_2	۱/۲۹	۱/۳۰	۳/۳۹	۳/۲۰	۳/۶۰	۲/۱۶
Al_2O_3	۱۴/۹۵	۱۴/۷۰	۱۶/۱۰	۱۵/۳۰	۱۴/۲۰	۱۱/۵۰
TFeO	۱۰/۳۰	۱۰/۰۵	۱۲/۰۰	۱۰/۵۰	۱۴/۱۰	۱۱/۹۵
MnO	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۱۴
MgO	۶/۸۰	۶/۰۴	۳/۱۷	۲/۹۶	۳/۴۳	۹/۳۵
CaO	۶/۰۹	۹/۹۱	۷/۳۶	۱۰/۱۰	۸/۹۷	۱۱/۰۰
Na_2O	۳/۶۶	۳/۱۷	۳/۳۰	۳/۷۱	۱/۰۲	۲/۵۲
K_2O	۱/۶۲	۰/۸۴	۲/۳۱	۱/۷۳	۳/۵۵	۰/۲۱
P_2O_5	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۵۴	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۲۲
LOI	۳/۷۳	۳/۱۵	۳/۶۹	۵/۶۳	۴/۴۶	۲/۴۰
Total	۹۹/۹۰	۹۸/۳۰	۹۹/۰۰	۹۹/۱۰	۹۹/۳۰	۹۹/۲۰
(ppm)						
Ni	۸۹/۰۰	۷۸/۰۰	۵۱/۰۰	۳۵/۰۰	۴۳/۰۰	۲۱۲/۰۰
Cr	۲۴۰/۰۰	۱۹۰/۰۰	۹۰/۰۰	۷۰/۰۰	۷۰/۰۰	۷۱۰/۰۰
Co	۴۰/۹۰	۴۱/۰۰	۴۰/۶۰	۵۰/۷۰	۳۴/۱۰	۵۲/۲۰
Pb	۷/۰۰	۴۴/۰۰	۱۱/۰۰	۷/۰۰	۶/۰۰	۳۹/۰۰
Rb	۳۳/۶۰	۱۹/۳۰	۶۳/۰۰	۶۷/۷۰	۹۹/۹۰	۳/۵۰
Cs	۲/۰۹	۰/۸۵	۱/۵۴	۱/۷۱	۱/۱۹	۰/۱۵
Ba	۶۰۸/۰۰	۱۴۳/۰۰	۴۲۶/۰۰	۴۸۸/۰۰	۵۷۴/۰۰	۵۹/۷۰
Sr	۳۱۲/۰۰	۲۹۷/۰۰	۳۱۴/۰۰	۳۲۸/۰۰	۲۱۹/۰۰	۳۵۵/۰۰
Ta	۰/۷۰	۰/۷۰	۳/۱۰	۳/۷۰	۳/۱۰	۱/۲۰
Nb	۱۰/۳۰	۱۰/۴۰	۴۳/۰۰	۵۳/۷۰	۴۴/۳۰	۱۸/۱۰
Hf	۲/۴۰	۲/۳۰	۸/۸۰	۷/۸۰	۷/۷۰	۳/۷۰
Zr	۸۰/۰۰	۷۸/۰۰	۳۳۱/۰۰	۲۹۵/۰۰	۲۹۴/۰۰	۱۳۲/۰۰
Y	۱۶/۸۰	۱۷/۱۰	۳۶/۹۰	۳۰/۴۰	۳۲/۱۰	۲۱/۱۰
Th	۱/۶۱	۱/۵۷	۷/۹۱	۶/۸۳	۴/۹۲	۱/۵۸
U	۰/۳۴	۰/۳۳	۱/۴۷	۱/۵۴	۱/۱۵	۰/۳۹
La	۱۰/۸۰	۱۱/۲۰	۴۵/۲۰	۴۷/۲۰	۳۷/۴۰	۱۳/۶۰
Ce	۲۲/۵۰	۲۳/۳۰	۹۶/۳۰	۹۶/۴۰	۸۱/۹۰	۳۱/۴۰
Pr	۲/۹۱	۲/۸۶	۱۲/۲۵	۱۱/۹۵	۱۰/۷۰	۴/۲۴
Nd	۱۲/۲۰	۱۲/۳۰	۴۹/۶۰	۴۶/۲۰	۴۳/۵۰	۱۸/۳۰
Sm	۳/۱۰	۳/۱۶	۱۰/۷۰	۹/۶۶	۹/۳۴	۴/۸۴
Eu	۱/۱۲	۱/۳۱	۲/۹۶	۲/۸۲	۲/۸۹	۱/۶۳
Gd	۳/۴۳	۳/۶۷	۱۰/۱۰	۹/۲۶	۸/۹۷	۵/۲۸
Tb	۰/۵۹	۰/۵۹	۱/۴۳	۱/۲۸	۱/۳۳	۰/۸۲
Dy	۳/۴۳	۳/۵۶	۸/۰۲	۶/۸۷	۷/۱۰	۴/۷۴
Ho	۰/۶۵	۰/۶۹	۱/۴۷	۱/۲۳	۱/۲۹	۰/۸۷
Er	۱/۷۸	۱/۸۲	۳/۹۷	۳/۲۸	۳/۴۶	۲/۲۸
Tm	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۵۵	۰/۴۵	۰/۴۸	۰/۳۲
Yb	۱/۴۴	۱/۵۳	۳/۳۸	۲/۷۸	۲/۸۲	۱/۷۸
Lu	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۴۹	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۲۵

۲ـ واحد دولومیت‌ـ مرمر: از مرمر و دولومیت خاکستری تا قهوه‌ای و به میزان کمتر سنگهای آواری دانه ریز تشکیل شده است. این بخش به وسیله تعداد اندکی سیل و دایک‌های بازیک قطع شده است

۳ـ واحد الیستوستورومال: این بخش از رسوبات گلی تا چرتی حاوی تعدادی مرمر الیستولیتی، دولومیت، متاگابرو و سنگهای آلکالی بازیک متفاوت تشکیل یافته است.

۴ـ واحد کوارتزیت: این قسمت از یک رخساره کاملاً متفاوت از کوارتزیت‌های توده‌ای با بین لایه‌ها و عدسیهایی از شیست‌ها و کربنات‌های مرمری شده که به شدت خرد شده‌اند، تشکیل شده است.

۵- نفوذیهای نیمه‌عمیق: سیل‌های بازیک، دایک‌ها و استوک‌هایی که در اغلب بخشهای زیرین نفوذ کرده‌اند. این سنگها، ماهیت آمفیبولیت پیدا کرده‌اند. در شواهد صحرایی دایک‌های آمفیبولیتی به رنگ قهوه‌ای تیره که خرد شده نیز هستند، به صورت برجسته در بین سایر متابازیت‌ها برون‌زد یافته‌اند.

متابازالت‌های چاه‌پلنگ

متابازالت‌های ملانوکرات بسیار ریزبلور و دارای ساخت بادامکی می‌باشند. کانیهای فلدسپار، بیوتیت، اپیدوت، آمفیبول و اپاک تشکیل دهنده‌های متابازالت هستند. در برخی نمونه‌ها که بسیار ریز بلورند، حفره‌های پر شده با کلسیت و کوارتز و جهت یافتگی کانیها مشاهده می‌شود. شواهد دگرگونی کف اقیانوسی با اسپیلیتی شدن بازالت‌ها به صورت کلریتی شدن کانیهای فرومنیزین و سوسوریتی شدن و سریسیتی شدن پلاژیوکلازها به چشم می‌خورد. اطراف برخی فلدسپارها حاشیه خوردگی وجود دارد که احتمالاً ناشی از سرد شدن سریع پلاژیوکلازها می‌باشد. بافت مهم این سنگها، بلاستوپورفیری، تراکیتی و بادامکی است.

متاتراکی بازالت

علاوه بر ساختهای جریانی، سنگ اولیه در اثر دگرگونی ناحیه‌ای و اعمال فشارهای جهت‌دار، در نمونه‌های دستی برگ‌وارگی کاملاً واضح و در مقطع نازک خردشدگی درشت بلورها و جهت یافتگی کلی کانیها را می‌توان مشاهده نمود. از بافتهای اصلی متاتراکی بازالت‌ها می‌توان بلاستوپورفیری و جریانی را نام برد. درشت بلورهای پلاژیوکلاز به صورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار در زمینه ریز تا متوسط بلوری از کانیهای بیوتیت، فلدسپار، آمفیبول، اکسیدهای آهن و کلریت قرار گرفته‌اند. برجستگی، درجه بیرفرنژانس و فراوانی کانی بیوتیت در متاولکانیک‌ها بیش از آمفیبولیت‌ها، متادیابازها و متاگابروهاست.

متاگابرو و متادیاباز

این دایک‌ها به رنگ قهوه‌ای تیره و با بلورهای درشت‌تر در بین متاولکانیک‌ها رخنمون دارند. متاگابروها از درشت بلورهای آمفیبول، پلاژیوکلاز، بقایای کلینوپیروکسن و به میزان کمتر از بیوتیت، اسفن و ایلمنیت تشکیل یافته‌اند. کلریت، اپیدوت، کلسیت، آلبیت و کوارتز فازهای ثانویه آنها را می‌سازند. بلورهای ریز تا متوسط اسفن به صورت ادخال درون آمفیبول‌ها قرار گرفته‌اند. تجمعاتی از کانیهای اکتینولیت، کلسیت، کلریت و اپیدوت در قالب کلینوپیروکسن مشاهده می‌شود. بافتهای اصلی متاگابروها، گرانولار و پوئی‌کیلوبلاستیک می‌باشد. در متادیابازهای این ناحیه هورنبلند، پلاژیوکلاز و بیوتیت به میزان بیشتری نسبت به متاگابروها همراه با اکسیدهای آهن حضور دارند. آثار بافت اینترگرانولار اولیه در متادیابازها قابل تشخیص است.

دایک‌های آمفیبولیتی

آمفیبول و پلاژیوکلاز از تشکیل دهنده‌های اصلی آمفیبولیت‌ها محسوب می‌شوند. غالباً کانیها کشیده و جهت یافته‌اند. در برخی قسمتها بیوتیت‌ها و آمفیبول‌ها در مجاورت یکدیگر بدون حاشیه واکنشی رشد یافته‌اند. در آمفیبولیت‌ها می‌توان دو نوع آمفیبول به صورت منشوری و سوزنی مشاهده نمود. فلدسپارها شکل و ماکل مشخصی از خود به نمایش نمی‌گذارند.

متابازیت‌های کوه معراجی

متابازالت

متابازالت‌های ملانوکرات به ندرت ساخت بالشی خود را حفظ کرده‌اند که علت آن عملکرد گسلها و راندگی سنگهای مجاور بر روی متابازالت‌ها می‌باشد. ولکانیک‌ها عمدتاً از بلورهای شکل‌دار، پلاژیوکلاز و آمفیبول تشکیل یافته‌اند. برخی از پلاژیوکلازها رخ مشخصی از خود نشان نمی‌دهند و به آلبیت، کلسیت، پومپلئیت و کلریت تبدیل شده‌اند و دارای حاشیه تحلیل رفته هستند. حضور کانیهای مختلف از ترکیبات تیتان نظیر لوکوکسن، بیوتیت و ایلمنیت از ویژگیهای بارز این

سنگهاست. بافت بلاستوپورفیر در متابازالت‌ها مهمترین بافت قابل تشخیص محسوب می‌شود.

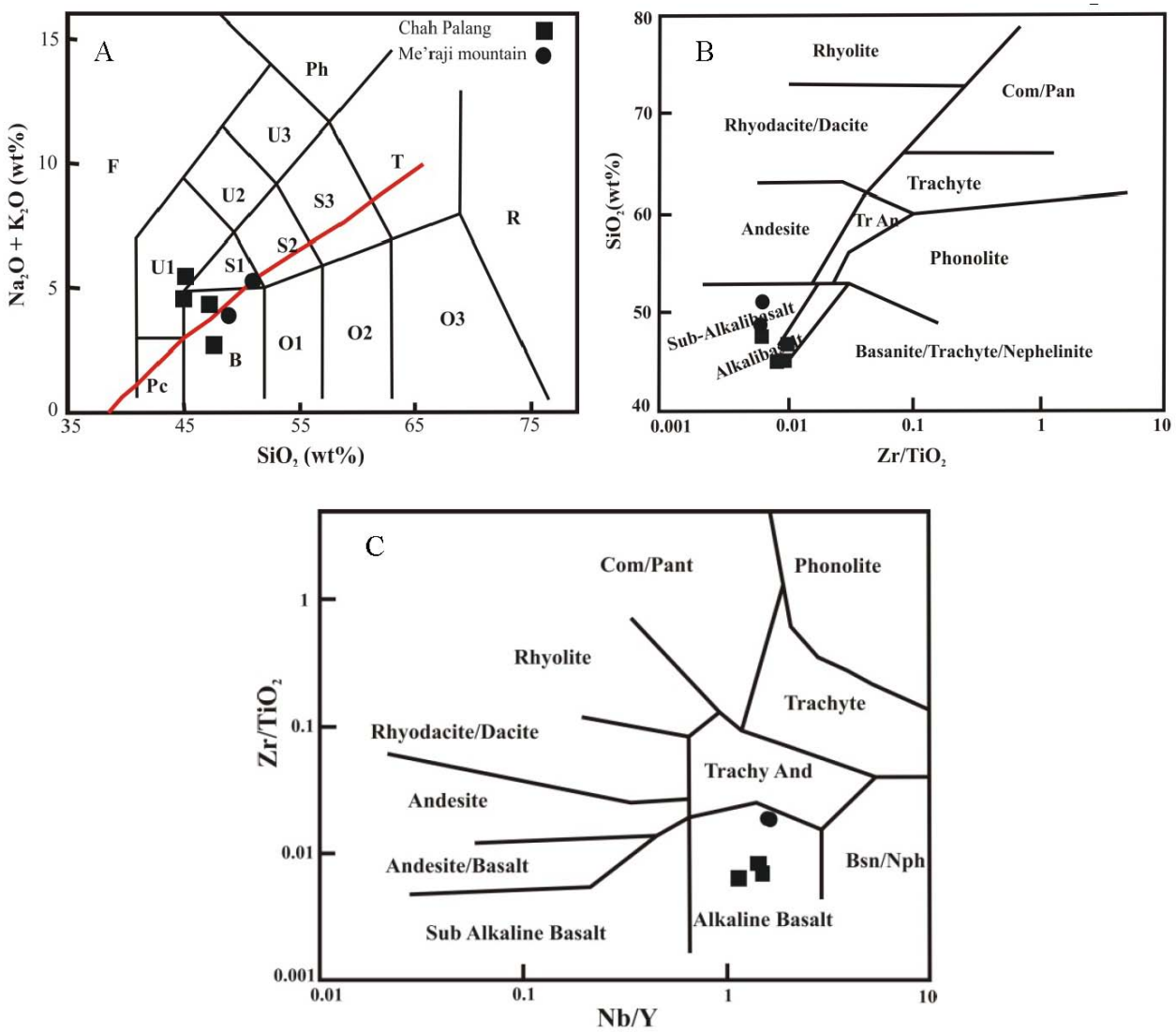
متاگابرو و متادیاباز

متاگابروها و متادیابازهای کوه معراجی با ساخت توده‌ای و به رنگ سبز تیره مشاهده می‌شوند. اغلب از درشت بلورهای آمفیبول، پلاژیوکلاز و بقایای کلینوپیروکسن تشکیل یافته‌اند. کانیهای تیتانیت، اکسیدهای آهن، بیوتیت و ترکیبات تیتان‌دار (لوکوکسن) زمینه مزوکرات تا ملانوکرات آنها را تشکیل می‌دهند. اولین آثار دگرگونی پس‌رونده با دگرسان شدن پلاژیوکلاز به اپیدوت، آلبیت و کوارتز و کانی پیروکسن به آمفیبول و اپیدوت آشکار می‌شود. با رخداد فاز دیگر دگرگونی قهقرایی، کانیهای پومپلئیت، کلریت، آلبیت و کلسیت در زمینه سنگها تشکیل یافته‌اند. بافت اینترگرانولار اولیه به خوبی حفظ شده است.

بحث و بررسی

متاولکانیک‌های چاه‌پلنگ و متابازیت‌های کوه معراجی به طور میانگین به ترتیب دارای MgO (۳/۱۹ و ۶/۴۲) و TiO_2 (۳/۴۰ و ۱/۳۰) می‌باشند که در مقایسه با آنها متاگابروی چاه‌پلنگ از MgO (۹/۳۵) بیشتر و TiO_2 (۲/۱۶) حدواسطی برخوردار است (جدول ۲). دگرگونی کف اقیانوسی و اسپیلیتی شدن، موجب افزایش Na_2O، H_2O و کاهش CaO و SiO_2 گردیده [۶] و جایگاه نمونه‌ها را در نمودار TAS به قسمتهای بالایی جابه‌جا می‌کند (شکل ۴A). با این حال استفاده از نمودارهای ژئوشیمیایی دیگر براساس عناصر غیرمتحرّک تأیید کننده ویژگیهای به دست آمده از نمودار TAS است. براساس شکل (۴A) متابازیت‌های چاه‌پلنگ ترکیب تفریت و بازانیت، بازالت و تراکی‌بازالت و متابازیت‌های کوه معراجی ترکیب بازالت و تراکی‌بازالت را نشان می‌دهند. با توجه به قرارگیری نمونه‌ها در اطراف خط تفکیک کننده آلکالن از ساب‌آلکالن، به نظر می‌رسد که متابازیت‌های کوه معراجی خصوصیت انتقالی تا ساب‌آلکالن و متابازیت‌های چاه‌پلنگ ماهیت بازالت‌های آلکالن تا انتقالی را نشان می‌دهند. متابازیت‌ها در نمودار وینچستر و فلوید [۷] که براساس مقدار SiO_2 در مقابل Zr/TiO_2 است (شکل ۴B)، در محدوده‌های آلکالی بازالت و ساب‌آلکالی بازالت قرار می‌گیرند، یک نمونه از متابازیت‌های چاه‌پلنگ و نیز یک نمونه از متابازیت‌های کوه معراجی در محدوده بازانیت، تراکیت و نفلینیت قرار می‌گیرند. سایر نمونه‌های کوه معراجی و متاگابرو چاه‌پلنگ در محدوده ساب‌آلکالی بازالت قرار می‌گیرند. نمونه‌های مورد نظر در نمودار وینچستر و فلوید [۷] نیز در محدوده آلکالی بازالت قرار می‌گیرند (شکل ۴C).

عناصر Ti، Zr و Y در دگرگونی کف اقیانوسی و دگرگونی رخساره شیست سبز نامتحرّک هستند [۸]. بنابراین استفاده از این نمودارها براساس عناصر کمیاب نامتحرّک، مفیدتر و قابل اعتمادتر از نمودار TAS است. طبق مطالعات [۹]، عناصر Fe، Ca، Na و K موجود در بازالت‌ها به هنگام دگرگونی در حد رخساره شیست سبز دچار تحرّک می‌شوند. بر این اساس دلیل تمایل ترکیب نمونه‌ها به ترکیب آلکالن را می‌توان به اسپیلیتی شدن نمونه‌ها پیش از دگرگونی ناحیه‌ای مرتبط دانست. در اثر فرآیند دگرگونی کف اقیانوسی و اضافه شدن Na به متابازیت‌ها، در نورم برخی از این سنگها، آلبیت به میزان زیاد و گاهی نیز نفلین ساخته می‌شود. در اکثر نمونه‌ها میزان $Na_2O>K_2O$ است. متابازیت‌ها در نمودار عنکبوتی به‌هنجارسازی شده به گوشته اولیه [۱۰]، از عناصر ناسازگار لیتوفیل با شعاع یونی بزرگ غنی‌شدگی نشان می‌دهند (شکل ۵A-B). متاولکانیک‌ها و دایک آمفیبولیتی چاه‌پلنگ از Rb، K، Cs و Ti غنی‌شدگی نشان می‌دهند که می‌تواند به فراوانی کانیهای بیوتیت و به میزان کمتری سانیدین در این سنگها اشاره داشته باشد (شکل ۵A). شعاع یونی Cs در حد پتاسیم است. بیشترین میزان Cs در بیوتیت متمرکز می‌شود. در کانی بیوتیت عناصر K، Rb و Ba و در کانی فلدسپار پتاسیم عناصر K و Ba می‌توانند متمرکز شوند. غنی بودن این متاولکانیک‌ها و دایک‌های آمفیبولیتی از HFSE (عناصر با قدرت میدان بالا نظیر Th, Nb, Zr, La, Ti) حاکی از منشأ گرفتن از یک گوشته تهی نشده و با درجه ذوب بخشی کم است. تهی‌شدگی از Sr در متاولکانیک‌ها را می‌توان به کمبود کانیهای کلسیم‌دار نظیر پلاژیوکلاز و پیروکسن نسبت داد. Ba و Sr عمدتاً جانشین Ca در پلاژیوکلاز می‌شوند. تبلور پلاژیوکلاز موجب کاهش این عناصر در ماگما می‌شود [۸].

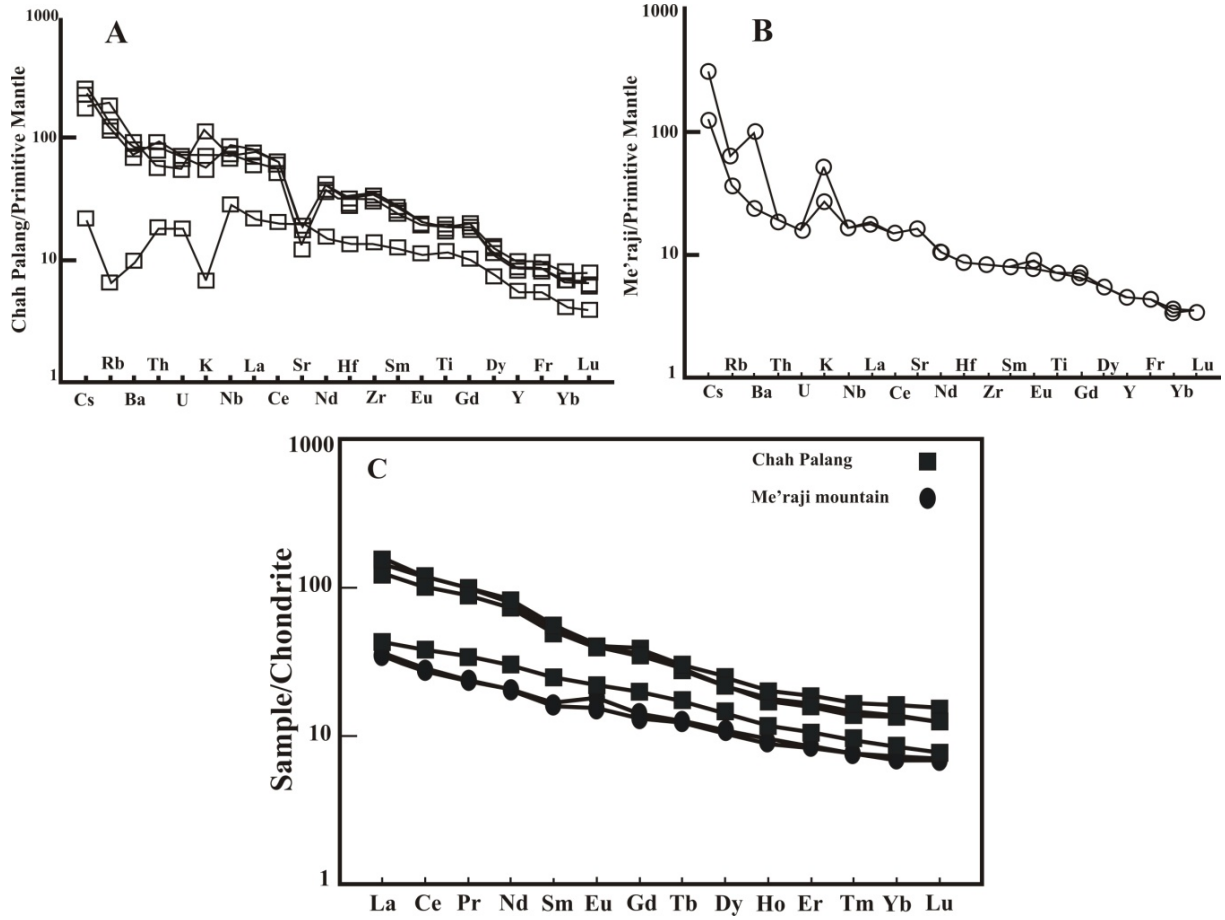


شکل ۴. A: رده‌بندی شیمیایی و نام‌گذاری سنگهای آتشفشانی با استفاده از نمودار TAS [۲۰]؛ خط تمایز کننده آلکالی از ساب‌آلکالی از [۲۱] گرفته شده است. محدوده‌ها عبارتند از R: ریولیت، T: تراکیت، S1: تراکی بازالت، S2: تراکی آندزی بازالت، S3: تراکی آندزیت، O1: بازالت آندزیتی، O2: آندزیت، O3: داسیت، U1: تفریت و بازانیت، U2: تفریت فنولیتی، U3: فنولیت تفریتی، Ph: فنولیت، F: فوئیدیت، Pc: پیکریت، B: بازالت. B: متابازیت‌ها در محدوده آلکالی و ساب‌آلکالی بازالت و بازانیت و تفریت قرار گرفته‌اند [۷]. C: بر پایه عناصر نادر اغلب نمونه‌ها ترکیب آلکالی بازالت دارند [۷].

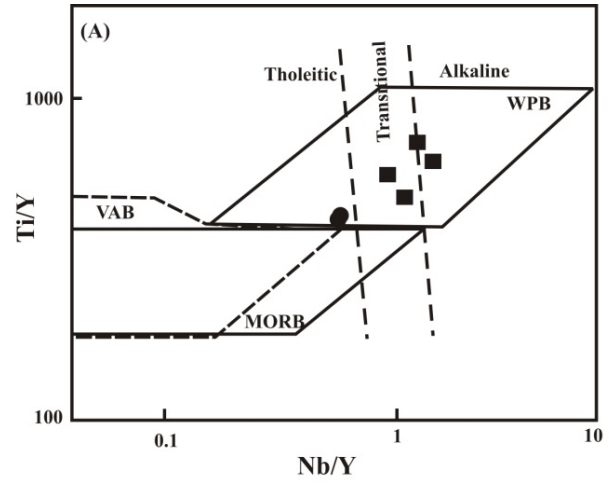
مقادیر غنی‌شدگی از LREE برای متابازیت‌های کوه معراجی نسبت به گوشته اولیه حدود ۱۰-۱۲۰ برابر و برای HREE حدود ۳-۱۰ برابر می‌باشد (شکل ۵B). متابازیت‌های مورد مطالعه آنومالی منفی Nb نشان نمی‌دهند زیرا آنومالی منفی Nb شاخص پوستهٔ قاره‌ای است و بیانگر نقش داشتن پوسته در فرآیندهای ماگمایی است [۸]. روند REE متاگابروی چاه‌پلنگ مشابه با متاگابروهای کوه معراجی است ولی اندکی از LREE غنی‌شدگی بیشتری نشان می‌دهد. متاگابروها تقریباً از LREE نسبت به HREE غنی‌شدگی بیشتری یافته‌اند و در بین کلیه متابازیت‌ها از عناصر Cr و Ni غنی‌تر و از K، Cs و Rb تهی‌تر می‌باشد. بنابراین به نقش تفریق بلورین (تبلور کانیهایی نظیر الیوین و پیروکسن) و تبلور در اعماق و درجه ذوب بیشتر این سنگ می‌تواند مربوط گردد. غنی بودن این سنگها از LREE نسبت به HREE بیانگر وجود گارنت در سنگ منشأ است (شکل ۵C). امروزه اغلب نمودارهای تفکیک کننده محیطهای تکتونیکی بر پایه عناصر نادر نامتحرّک

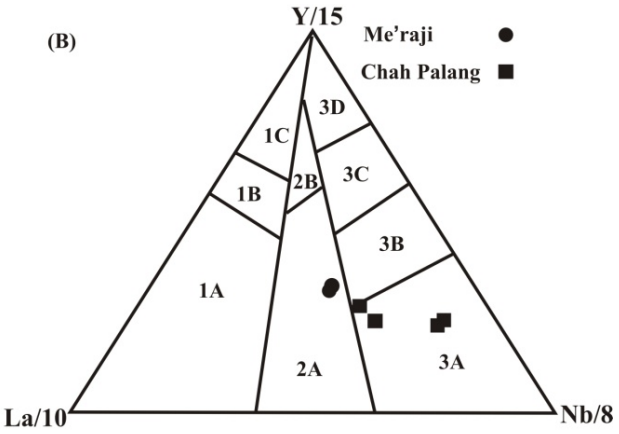
هستند، زیرا از آنها می‌توان برای سنگهای دگرسان و دگرگون شده نیز استفاده کرد. در بیشتر این نمودارها از HFSE، نظیر Ti، Zr، Y، Nb و P بهره برده می‌شود. این عناصر در شرایط گرمابی دگرگونی بستر دریا و تا درجه‌های متوسط دگرگونی (میانه رخساره آمفیبولیت) پایدار هستند [۸].

بازالت‌های درون صفحه‌ای میزان Ti/Y و Nb/Y بالاتری نسبت به دیگر انواع بازالت‌ها دارند که این تفاوتها یک منشأ گوشته‌ای غنی شده را نسبت به منابع MORB و بازالت‌های کمان آتشفشانی (VAB) می‌نمایاند [۸]. براساس تفاوتهای نسبت Nb/Y می‌توان گروه بازالت درون صفحه‌ای را به انواع تولئیتی، حدواسط و آلکالن تقسیم کرد. نمونه‌های متابازیت چاه‌پلنگ در محدوده آلکالن و انتقالی واقع می‌شوند درصورتی که نمونه‌های متابازیت کوه معراجی در میدان تولئیتی نزدیک به انتقالی قرار گرفته‌اند (شکل ۶A). کابانیس و همکاران [۱۱] بر پایه غلظت Nb- La- Y، نمودار مثلثی تهیه نمودند که بازالت‌های کمان آتشفشانی، بازالت‌های قاره‌ای و بازالت‌های اقیانوسی را از یکدیگر متمایز می‌کند. نمونه‌های مورد مطالعه در این نمودار بیانگر میدانهای بازالت‌های آلکالن کافت درون قاره‌ای و بازالت‌های قاره‌ای می‌باشند (شکل ۶B). غنی‌شدگی متابازالت‌ها، دایک‌های آمفیبولیتی و متاگابروها از Ta و Th موجب قرارگیری نمونه‌ها در محدوده گوشته غنی شده در نمودار ارائه شده توسط پیرس [۱۲] می‌گردد (شکل ۶C). Th عنصری است که در پوسته و Ta در گوشته غنی می‌باشد [۷]. محققان غنی شدن گوشته از عناصری نظیر Nb، Ta، Th و U را به ذوب یک اسلب فرورونده نسبت می‌دهند [۱۳]. بنابراین فرورانش صفحه اقیانوسی موجب غنی شدن گوشته از عناصر فوق در ناحیهٔ مورد مطالعه شده است.

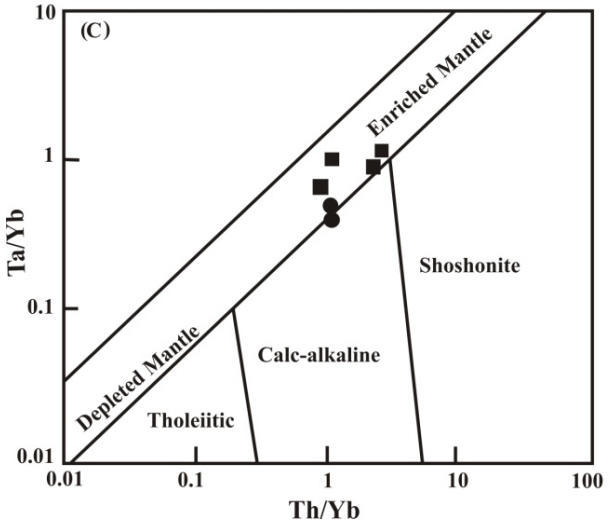


شکل ۵. نمودار چند عنصره به‌هنجارشده با گوشته اولیه و کندریت: A: نمودار عنکبوتی متابازیت‌های چاه‌پلنگ و B: نمودار عنکبوتی به‌هنجار شده به گوشته اولیه برای نمونه‌های کوه معراجی؛ C: نمودار REE به‌هنجار شده به کندریت برای سنگهای مورد مطالعه؛ مقادیر به‌هنجار شده از [۱۰] می‌باشد.





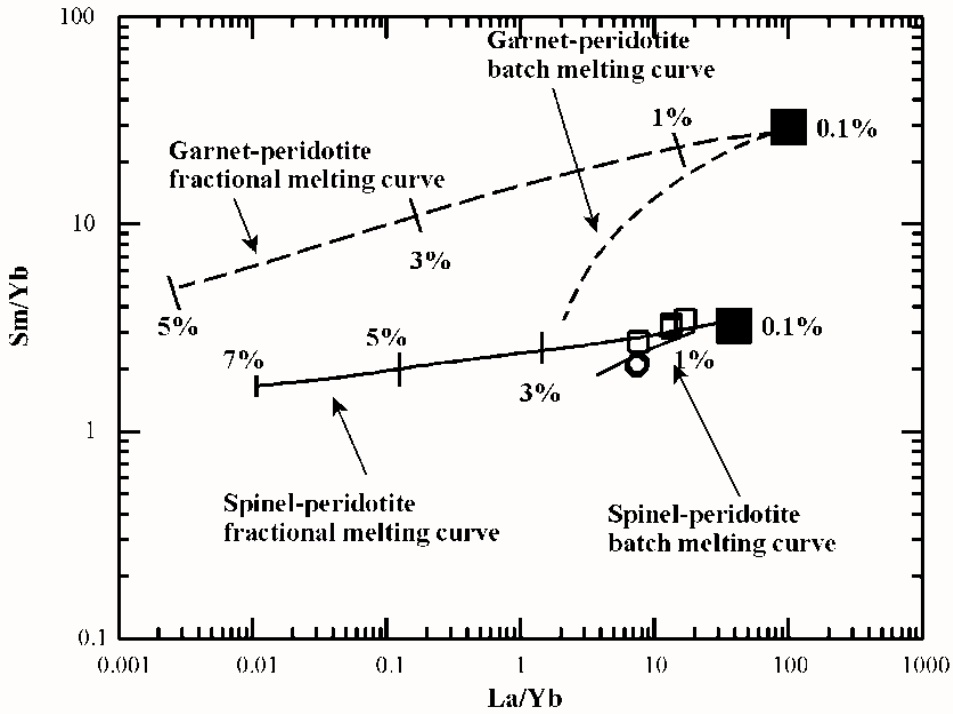
1A	بازالت های کالک آلکالن
2A	بازالت قاره ای
3A	بازالت های آلکالن کافت درون قاره ای
1B	ناحیه هم پوشاني 1A و 1C
2B	بازالت های حوضه های پشت کماني
3B	مورب نوع E غني شده
1C	تولئیت های کمان آتشفشاني
3C	مورب نوع E (اندکي غني شده)
3D	مورب نوع N



شکل ۶. A: متابازیت‌ها در محدوده بازالت‌های درون صفحه‌ای [۱۱] واقع شده‌اند. B: تمایز محیط تکتونیکی متابازیت‌ها بیانگر ریفت درون قاره‌ای است [۱۲]. C: نمودار Ta/Yb – Th/Yb در مورد متابازیت‌ها نشان‌دهنده منشأ گرفتن از گوشته غنی شده است[۱۱].

در شکل (۷) نسبتهای Sm/Yb در مقابل مقادیر Sm به نمایش درآمده‌اند. نسبت Sm/Yb بستگی به مقادیر گارنت در منشأ دارد زیرا Yb در گارنت سازگار است [۱۴]. متابازیت‌ها در محدوده منحنی اسپینل پریدوتیت قرار گرفته‌اند. بنابراین این متابازیت‌ها از ذوب درجه نسبتاً پایین یک لرزولیت گارنت- اسپینل‌دار به وجود آمده‌اند.

با توجه به نمودارهای تمایز محیط تکتونیکی، ماهیت اکثر نمونه‌ها بیانگر ماگماتیسم درون صفحات می‌باشند. متابازیت‌ها غالباً ترکیب آلکالی بازالت و بازالت تحوّلی دارند. بازالت‌های آلکالی و انواع تفریق یافته آنها، عمدتاً در محیطهای تکتونیکی درون صفحه‌ای مانند جزایر اقیانوسی و ریفت‌های درون قاره‌ای یافت می‌شوند. بازالت‌های قاره‌ای در حال حاضر بسیار محدود هستند و عمدتاً در مراحل اولیه تشکیل ریفت قاره‌ای ترکیب آلکالی دارند. هر چند در نواحی که گسترش پوسته‌ای وجود دارد، انواع حدواسط و تولئیتی معمول هستند که احتمالاً بیانگر ارتباط بین نرخ گسترش و درجه ذوب بخشی گوشته بالارونده هستند. گدازه‌های جانبی نسبت به گدازه‌هایی که در محور گرابن فوران کرده‌اند، تمایل بیشتری به آلکالن بودن دارند [۶]. متابازیت‌های مورد مطالعه عمدتاً در امتداد گسلها و راندگیها گسترش یافته‌اند. همراهان دگرگونی آنها نظیر گرافیت شیست، دولومیت دگرگون شده، کوارتزیت و آهک متبلور شده بیانگر محیطهای رسوبی عمیق تا نیمه‌عمیق دریایی می‌باشند. ساختهای بالشی موجود در بازالت‌ها نیز بیانگر فوران در محیطهای آبی عمیق است.



شکل ۷. سنگ منشأ متابازیت‌های چاه‌پلنگ (مربع تو خالی) و کوه معراجی (دایره تو خالی) یک اسپینل لرزولیت می‌باشد [۱۴].

با این حال شواهدی از تکامل یک ریفت اقیانوسی و تشکیل پوسته اقیانوسی مشاهده نمی‌شود و سنگهای اولترابازیک و بقایایی از افیولیت نیز در منطقه مورد مطالعه یافت نشد. بنابراین پذیرفتن ماگماتیسم نسبت داده شده به پالئوزوئیک زیرین در اثر فعّالیت گسلها و تکتونیک کششی منطقی‌تر می‌باشد. با توجه به شواهد صحرایی، پتروگرافی و گزارش [۵]، به نظر می‌رسد رخداد ولکانیسم در ناحیه چاه‌پلنگ محدود به یک زمان نبوده و در زمانهای مختلفی فوران وجود داشته است. شواهد کانی‌شناسی بیانگر عدم تفریق گسترده در این سنگهاست. روندهای REE متاگابروهای چاه‌پلنگ شباهت بسیار زیادی به متادیابازها و متاگابروهای کوه معراجی دارد. متاگابروها و دایک‌های آمفیبولیتی چاه‌پلنگ، دگرگونی در حد رخساره آمفیبولیت را نشان می‌دهند و در قسمتهایی کاملاً به آمفیبولیت‌هایی با منشأ پیکروبازالتی و بازالتی تبدیل گردیده‌اند. بنابراین حداقل در زمان پالئوزوئیک در منطقه چاه‌پلنگ سه فاز ماگماتیسم رخ داده است. باقری و اشتامپفلی [۱۵] معتقدند که در زمان اواخر اردوویسین- اوایل دونین، تکامل تکتونیکی اقیانوس پالئوتتیس آغاز گردیده است و در زمان تریاس به واسطه فاز کیمرین پیشین برخورد قاره‌ای رخ داده و این اقیانوس بسته شده است. شواهد صحرایی، مطالعات پتروگرافی و زمین دما- فشار سنجی کانیها [۴] بیانگر چندین مرحله رخداد دگرگونی در متابازیت‌های مناطق کوه معراجی و چاه‌پلنگ می‌باشد.

۱- رخداد دگرگونی کف اقیانوسی: این مرحله با سوسوریتی شدن پلاژیوکلازها، به ویژه با کاهش Ca و افزایش Na موجود در ساختار فلدسپارها و سریستی شدن آلکالی فلدسپارها رخ می‌دهد. در این صورت پلاژیوکلازهای بازیک به مجموعه کانیهای آلبیت، کلسیت، کلریت، اپیدوت و پومپلئیت تبدیل می‌گردند. کانیهای کلینوپیروکسن نیز اورالیتی گردیده‌اند.

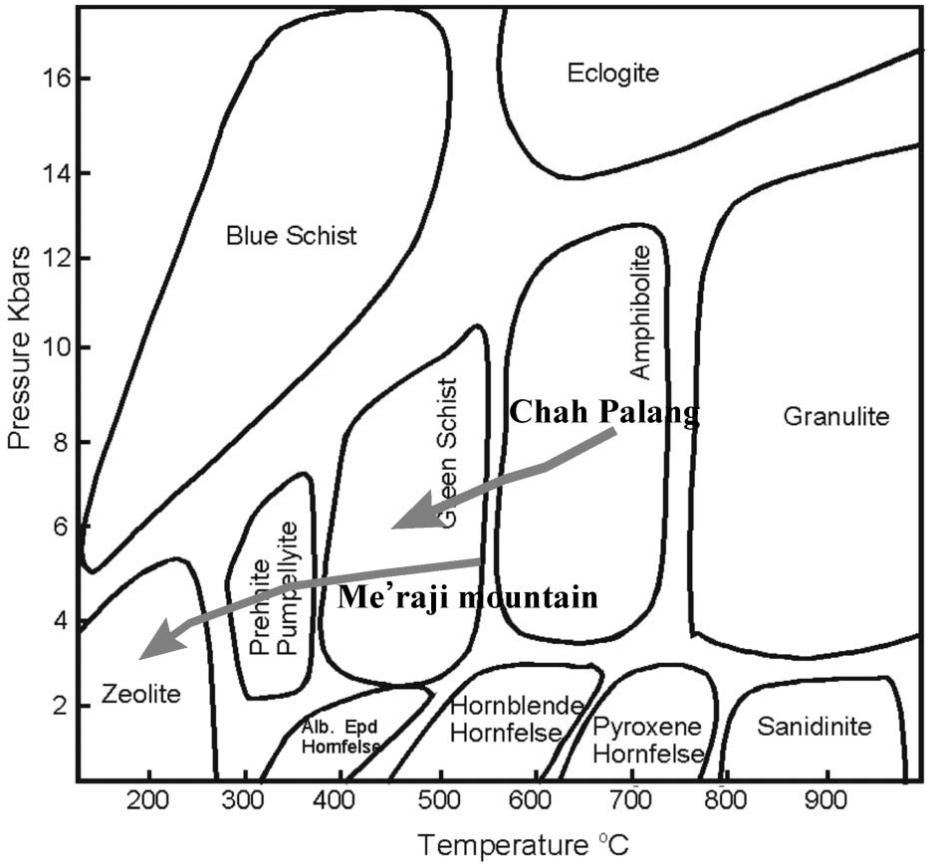
۲- رخداد دگرگونی ناحیه‌ای که به دو فاز M(1) و M(2) قابل تفکیک است:

M(1): این مرحله باعث ایجاد برگ‌وارگی در متابازیت‌ها به خصوص متاولکانیک‌های چاه‌پلنگ و تشکیل شیست سبز از گدازه‌های اسپیلیتی شده و آمفیبولیت از دایک‌ها، استوک‌ها و گابروها گردیده است. پلاژیوکلازهای موجود در متاولکانیک‌ها در برخی نمونه‌ها خرد شده‌اند. تبلور مجدد کانیهایی نظیر بیوتیت، قرار گرفتن آنها در کنار حفره‌های کلسیتی و چین خوردگی کانیهای ورقه‌ای و جهت‌دار شدن کانیهای دایک‌های آمفیبولیتی نیز می‌تواند حاصل دگرگونی ناحیه‌ای M(1) باشد. دگرگون شدن واحدهای رسوبی نظیر گرافیت شیست،

تالک شیست، متاکربنات، مرمر و ماسه‌سنگ دگرگون (کوارتزیت) همراه با متابازیت‌ها نیز می‌تواند پی‌آمد این فاز باشد.

M(2): شواهد این دگرگونی را می‌توان به صورت واکنشهای پس‌رونده نظیر جایگزینی کلسیت، کلریت و اسفن در قالب کانیهای فرومنیزین نظیر کلینوپیروکسن، کلریتی شدن بیوتیت‌ها، تبدیل کلینوپیروکسن‌ها به آمفیبول و اسفن در متاگابروها و نیز تبدیل آمفیبول‌ها به کلریت و اپیدوت پی‌گیری کرد.

از طرفی به کارگیری معادلات زمین دما- فشارسنجی نیز تأیید کننده رخداد چند مرحله دگرگونی برای متابازیت‌ها است. دماسنجی بیوتیت‌ها، دماسنجی هورنبلند- پلاژیوکلاز و فشارسنجی آمفیبول‌ها بیانگر شرایط رخساره آمفیبولیت برای دایک‌های آمفیبولیتی و متاگابروهای چاه‌پلنگ است. کاهش درصد آنورتیت پلاژیوکلازها و حضور اکتینولیت، اپیدوت و کلریت، درجه دگرگونی آمفیبولیت‌ها را به سمت رخساره شیست سبز انتقال می‌دهد. مجموعه کانیهای موجود در متابازیت‌های کوه معراجی بیانگر شرایط رخساره شیست سبز می‌باشد. علاوه بر آن دماسنجی کلریت‌ها حاکی از رخداد دگرگونی پس‌رونده با شرایط رخساره زیر شیست سبز است [۴]. در نمودار تعیین رخساره‌های ارائه شده توسط یاردلی [۱۶] جایگاه سنگهای دگرگونی مناطق کوه معراجی و چاه‌پلنگ براساس داده‌های زمین دما- فشارسنجی مشخص گردیده است (شکل ۸). دایک‌های آمفیبولیتی (Ch795) رخنمون یافته در بین سایر متاولکانیک‌ها و متاگابروهای چاه‌پلنگ شرایط دگرگونی در رخساره آمفیبولیت را نشان می‌دهند. متاگابروی چاه‌پلنگ که ویژگیهای سنگ آمفیبولیت (Ch801) را پیدا کرده است محدوده پایداری در رخساره آمفیبولیت را نشان می‌دهد ضمن آن‌که در شرایط دگرگونی پس‌رونده به سمت رخساره شیست سبز می‌رود. متاولکانیک‌های چاه‌پلنگ (Ch800) بیانگر تعادل در شرایط رخساره آمفیبولیت هستند (شکل ۸).



شکل ۸. تعیین شرایط دگرگونی پس‌رونده متابازیت‌ها در نمودار رخساره‌های دگرگونی [۱۶].

برداشت

متابازیت‌های چاه‌پلنگ و کوه معراجی با گستره کم همراه با مجموعه‌های رسوبی پالئوزوئیک زیرین یافت می‌شوند. شواهد صحرایی و بررسیهای پتروگرافی حاکی از وجود متابازالت، متادیاباز و متاگابرو در دو ناحیه ذکر شده است. متابازالت، متاگابرو و متادیابازهای کوه معراجی ترکیب مشابه به هم و یکنواخت‌تری نسبت به متابازیت‌های چاه‌پلنگ دارند. از کانیهای تشکیل دهنده آنها می‌توان به آمفیبول، پلاژیوکلاز، کلریت، اپیدوت و ترکیبات تیتان (لوکوکسن) اشاره نمود. در ناحیه چاه‌پلنگ تنوع ویژگیهای کانی‌شناسی و فعّالیتهای تکتونیکی فراوان است. متابازالت، متاگابرو، متادیاباز و دایک‌های آمفیبولیتی از واحدهای اصلی این ناحیه به شمار می‌روند. متاگابروها و متادیابازها بافت اینترگرانولار اولیه خود را حفظ کرده‌اند. در بین متاولکانیک‌ها، دایک‌های آمفیبولیتی یافت می‌شود که شباهت کانی‌شناسی مشابهی با متاولکانیک‌ها دارند. کانیهای متاولکانیک‌ها عبارتند از: فلدسپار، آمفیبول و بیوتیت. این مجموعه کانی‌شناسی در دایک‌های آمفیبولیتی نیز یافت می‌شوند ولی با میزان کمتر بیوتیت و مقدار بیشتر آمفیبول که جهت یافته و کشیده شده‌اند. علاوه بر دایک‌های آمفیبولیتی، متاگابروهای با ماهیت آمفیبولیت نیز در این ناحیه یافت می‌شوند که کانیهای عمده آنها آمفیبول، پلاژیوکلاز، بقایای کلینوپیروکسن و ترکیبات تیتان است.

متابازیت‌های کوه معراجی عمدتاً ترکیب بازالت و تراکی‌بازالت دارند. غالباً ماهیت بازالت‌های تحولی را نشان می‌دهند و تفریق گسترده‌ای در آنها دیده نمی‌شود. متاگابروهای چاه‌پلنگ ترکیب بازالتی و پیکروبازالتی و متاولکانیک‌ها و دایک‌های آمفیبولیتی ترکیب، بازالت و تراکی بازالت دارند و عمدتاً بیانگر ماهیت ماگماتیسم آلکالن هستند. در نمودارهای تفکیک محیط تکتونیکی، متابازیت‌ها محدوده بازالت‌های درون صفحات و ریفت‌های درون قاره‌ای را نشان می‌دهند. بالا بودن Ta/Yb و Th/Yb در متابازیت‌ها بیانگر منشأ گرفتن آنها از یک گوشته تهی نشده با ترکیب گارنت- اسپینل لرزولیت است؛ عامل غنی‌شدن گوشته را می‌توان به فرورانش اسلب فرورونده نسبت داد. در کل متابازیت‌های چاه‌پلنگ نسبت به متابازیت‌های کوه معراجی کمتر همگن بوده، از عناصر شدیداً ناسازگار مثل K غنی هستند و مقدار TiO_2 فراوانی دارند. بنابراین از عمق بیشتر و در اثر درجات ذوب بخشی کمتر ایجاد شده‌اند. عملکرد گسلها در ناحیه چاه‌پلنگ شدت بیشتری داشته و ماگماتیسم در زمانهای مختلفی رخ داده است. متابازیت‌های مورد مطالعه دچار دگرگونی کف اقیانوسی و سپس ناحیه‌ای در رخساره‌های آمفیبولیت و شیست سبز گردیده‌اند

قدردانی

نویسندگان این مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان و آقای دکتر ساسان باقری تشکر می‌نمایند.

مراجع

[۱] آقانباتی ع.، *"زمین‌شناسی ایران"*، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۸۵) ۵۸۶ ص.

[2] Technoexport, "*Geology of the Khur area (Central Iran)*", Report TE / No. H7, (1984) 89-91.

[3] Bagheri S., *"The exotic Paleo-tethys terrane in Central Iran: new geological data from Anarak, Jandaq and Posht-e-Badam areas"*, Ph.D. thesis, Faculty of Geosciences and Environment, University of Lausanne, Switzerland, (2007) 208.

[۴] بیات ف.، *"پترولوژی متابازیت‌های مناطق معراجی و چاه‌پلنگ (شمال‌شرق استان اصفهان)"*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد پترولوژی، دانشگاه اصفهان، (۱۳۸۸) ۱۶۰ ص.

[5] Sharkovski M., Susov M., Krivyakin B. (Eds.)., *"Geology of the Anarak area (Central Iran), Explanatory text of the Anarak quadrangle map, 1:250,000, V/O Technoexport Report TE/No. 19"*, Geological Survey of Iran, Tehran, (1984) 143.

[6] Wilson M., "*Igneous Petrogenesis*", Academic Division of Unwin Hyman Ltd, (1989) 466.

[7] Winchester J. A., Floyd P. A., "*Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements*", Chemical geology, 20 (1977) 249 - 284.

[8] Rollinson H. R., *"Using geochemical data, Evaluation, Presentation, Interpretation Addison"*, Wesley Longman, Harlow, (1993) 352.

[9] Pearce J. A., *"Statistical analysis of major element patterns in basalt*", Journal of Petrology, 17 (1976) 15–43.

[10] Sun S. S., McDonough W. F., "*Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and*

processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. Eds., Magmatism in Ocean Basins", Geological Society Special Publication, v. 42, The Geological Society, London, Oxford, (1989) 313 – 345.
[11] Cabanis B., Lecolle M., *"Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en evidence des processus de melange et/ou de contamination crustales"*, Comptes Rendus de I'Académie de Sciences de Paris série II 309 (1989) 2023 - 2029.
[12] Pearce J. A., "*Trace element characteristics of lavas from destructive plate margins. In Andesites: Orogenic andesites and related rocks*", R.S. Thorpe (ed.) Wiley (1982) 525-548.
[13] Condie K. C., Pease V., "*When did plate tectonics begin on planet Earth?*", Geological Society of America, America (2008).
[14] Alici Sen P., Temel A., Gourgaud A., *"Petrogenetic modeling of Quaternary post-collisional volcanism: a case study of central and eastern Anatolia"*, Geological Magazine 141 (2004) 81-98.
[15] Bagheri S., Stampfli G. M., *'The Anarak, Jandaq and Posht-e-Badam metamorphic complexes in central Iran: New geological data, relationships and tectonic implications"*, Tectonophysics, 451 (2008) 123 – 155.
[16] Yardley B. W. D., "*Introduction to Metamorphic Petrology*", John Wiley and Sons, New York, (1989) 248.
[17] Safaei H., *'The continuation of the Kazerun fault system across the Sanandaj–Sirjan zone (Iran)"* , Journal of Asian Earth Sciences 35 (2009) 391-400.
[۱۸] اطلس راههای ایران مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰، موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، (۱۳۸۴) ۲۵۶ ص.
[19] Technoexport, "*Geological map of Kabudan*", Geological survey of Iran, 1:100000 series, sheet 68. 1:250000, No. H7 (1984).
[20] Le Maitre R.W., "*Igneous rocks: a Classification and Glossary of Terms"*, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge (2002).
[21] Irvin T. N., Baragar W. R. A., "*A guide to the classification of the common volcanic rocks"*, Canadian Journal of Earth Science, 8 (1971) 235–458.