

سنگنگاری و ژئوشیمی سنگهای دیوریتی ناحیه کوه کمرزرد (شمال تربتحیدریه)

زهرا تقوى*\، سيد احمد مظاهرى'، مهناز خدامى"

۱ - دانشآموخته کارشناسی ارشد پترولوژی، گروه زمینشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۲- دانشیار پترولوژی، گروه زمینشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۳- استادیار پترولوژی، گروه زمینشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران * عهدمدار مکاتبات: ۲۹۴/۶/۲۱، پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۹/۴ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۶/۲۱، پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۹/۴

چکیدہ

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق ایران و در ۱۵ کیلومتری شمال تربتحیدریه در زون ایران مرکزی قرار دارد. این منطقه دارای ترکیب سنگشناسی متنوعی است. دیوریتها که از سنگهای اصلی منطقه هستند، از نظر سنگنگاری شامل متادیوریتها، پیروکسن دیوریتهای نیمه آتشفشانی، پیروکسن دیوریتها و هورنبلند دیوریتها هستند و معمولاً از پلاژیوکلاز، هورنبلند، پیروکسن (اوژیت) و کلریت تشکیل شدهاند. بافت غالب این سنگها نیمه خودریخت دانهای است. بررسیهای ژنوشیمیایی نشان میدهد که دیوریتهای مورد مطالعه، دارای ماهیت تولئیتی هستند. تأثیر آلایش ماگهایی در روند شکل گیری و تحول آنها نقش مهمی را ایفا کرده است. این مطالعات همچنین بیانگر تعلق این سنگها به کمانهای آتشفشانی است.

واژەھاى كليدى: سنگنگارى، ژئوشىمى، ديورىت، تربتحيدريە

۱– مقدمه

منطقه مورد مطالعه (کوه کمر زرد و مناطق اطراف آن) در شمال شرق ایران و در ۱۵ کیلومتری شمال تربت حیدریه، حد فاصل مشهد -تربت حیدریه (شکل ۱) در استان خراسان رضوی قرار دارد. این ناحیه بین طول جغرافیایی ۵۹^۳ و ^{(۳۰}، ۵۹^۵ خاوری و عرض جغرافیایی ۵۳^۳ و ^{(۳۰} ۵۳ شمالی (در نقشه ۲۰۰۰۰۰ تربت حیدریه) جای گرفته است و Alavi, (1991) و Stocklin, (1968) و (1991) دارد. بهترتیب در زون ساختاری ایران مرکزی و پهنه ساختاری سبزوار جای دارد.



شکل ۱- راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

این منطقه، بخشی از کمربند آتشفشانی- پلوتونیک شمال گسل درونـه

است. مرز شمالی این کمربند را گسل تکنار مشخص می کند که در حاشیه شمالی آن واحدهای افیولیتی رخنمون دارند و مرز جنوبی آن گسل درونه است که در حاشیه جنوبی آن رسوبات نئوژن- کواترنر گسترش دارند. در کرتاسه، کافت بین خردقاره ایران مرکزی و حاشیه جنوبی صفحه اوراسیا منجر به شکل گیری شاخه باریکی از اقیانوس نئوتتیس شده است کرتاسه، اقیانوس سبزوار با فرورانش به زیر ایران مرکزی در محل زمیندرز کرتاسه، اقیانوس سبزوار با فرورانش به زیر ایران مرکزی در محل زمیندرز فرورانش، کمان ماگمایی مرتبط با حاشیه همگرا ایجاد شد که فعالیت فاگریایی آن بهویژه در زمان ائوسن بیشینه بوده و کم و بیش در الیگوسن آغازیی، میوسن میانی و پلیوسن تکرار شده است (درویشزاده و آسیابانها، ۱۳۷۰).

از مطالعات پیشین در این منطقه می وان به نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تربت حیدریه اشاره کرد. صمدیه، (۱۳۹۰) و قاسمی برسیانی، (۱۳۹۱) نیز در پایان نامه کارشناسی ارشد خود سنگ شناسی و ژئوشیمی واحدهای افیولیتی تربت حیدریه را بررسی کرده اند ولی تاکنون مطالعات سنگ شناختی و ژئوشیمیایی دقیقی بر روی سنگ های دیوریتی این ناحیه صورت نگرفته است؛ بنابراین، این پژوهش برای روشن شدن وضعیت ماگماتیسم منطقه و مسائل سنگ شناسی، ژئوشیمی و محیط زمین ساختی آن، به بررسی توده یادشده پرداخته است.

۲- زمینشناسی منطقه مورد مطالعه

قدیمی ترین سنگهای منطقه مربوط اواخر کر تاسه- اوایل پالئوسن

است که به آمیزههای افیولیتی کوه دول آباد و شتر گردن تعلق دارد. فعالیت ماگمایی ترشیری با گسترش سنگهای آتشفشانی و آذر آواری با ترکیب اسیدی و حدواسط و همچنین تودههای دیوریتی مشخص شده است. سنگهای آتشفشانی شامل آتشفشان عظیمی از سنگهای ریولیتی، داسیتی و تراکی آندزیتی است. سنگهای آذر آواری نیز شامل توفهای سبز کرج (با ترکیب داسیت) است که با میان لایههایی از ماسهسنگ توفی و شیل مشخص میشوند. به دنبال حرکات کوهزایی پس از کرتاسه پسین و پیش از ائوسن که منجر به بستهشدن اقیانوسهای اطراف خردقاره ایران مرکزی در شمال و شرق ایران و جایگیری مجموعه سنگهای افیولیتی و تشکیل حوضههای رسوبی ائوسن و جوان تر شد، دیگر حرکتهای کوهزایی آلپی نقش بسیار مهمی در شکل گیری چهره کنونی منطقه مورد مطالعه و تشکیل

عناصر ساختاری مانند چین خوردگیها، گسل خوردگیها و فعالیت ماگمایی در منطقه داشته است. برای مثال حرکتهای کوهزایی پس از ائوسن سبب فعالیت و تزریق توده ماگمایی دیوریتی منطقه شده است که احتمال دارد این فعالیت آذرین در الیگوسن نیز ادامه داشته است (خلقی خسرقی، ۱۳۷۵). از آنجا که سنگهای دیوریتی یادشده، مجموعه آمیزههای افیولیتی و در برخی نقاط سنگهای آتشفشانی ائوسن را قطع کرده است، چنین پنداشته میشود که سن این سنگها پس از ائوسن باشد. از دیگر سنگهای منطقه که گستردگی قابل توجهی دارند، میتوان به کنگلومرای آتشفشانی ستبر لایه تا تودهای اشاره کرد که جایگیری این کنگلومرا در نتیجه حرکتهای آلپی میانی صورت گرفته است (شکل ۲).



شکل ۲- نقشه زمینشناسی محدوده مورد مطالعه (برگرفته از خلقی خسرقی، ۱۳۷۵)

۳- روش تحقیق

این پژوهش، دربرگیرنده مطالعات کتابخانهای، مطالعات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی است. مطالعات صحرایی شامل آشنایی با محل، جداکردن واحدهای سنگی، نمونهبرداری سیستماتیک و عکسبرداری از پدیدهها بوده است. در مطالعات آزمایشگاهی ۳۲ مقطع نازک از سنگهای دیوریتی تهیه و سپس با میکروسکوپ پلاریزان مطالعه شدند. در راستای مطالعات ژئوشیمیایی نیز ۷ مقطع از این نمونهها با کمترین دگرسانی انتخاب و برای تجزیه به روش XRF به آزمایشگاه کانساران بینالود تهران ارسال شد که نتایج این تجزیه در جدول ۱ ارائه شده است در این روش تجزیه

عناصر اصلی و فرعی توسط دستگاه طیفسنج مدل Philips PW 1480 مورت پذیرفته است. اساس کار آن بر مبنای برهم کنش های ماده با پرتوهای X صورت پذیرفته است. اساس کار آن بر مبنای برهم کنش های ماده با پرتوهای X است که بعد از واهلش، پرتوهای X با طول موج خاص آن عنصر منتشر می شود. با اندازه گیری هر طول موج، نام عنصر مربوطه مشخص شده و با اندازه گیری شدت آن، می توان به فراوانی آن عنصر در نمونه پی برد. در پایان، برای رسم نقشه ها و نموداره ای ژوشیمیایی از برنامه رایانه ای AccGIS و GCDkit AccGIS استفاده شده است.

Sample	T-36	T-29	T-22	T-25	T-47	T-19	T-43
Rock Type	ديوريت	ديوريت	ديوريت	ديوريت	ديوريت	ديوريت	ديوريت
SiO ₂	۵۵/۵۸	۵۵/۵۳	۵۳/۳۵	۵۲/۶۵	۵١/٩٨	۵۱/۶۵	۵۱/۱۳
Al ₂ O ₃	10/47	14/04	10/50	۱۵/۰۹	14/00	14/08	10/88
Fe ₂ O ₃	11/51	١٠/٩٨	13/1	17/•1	1 • / • ۲	11/Y1	۱۲/۳۸
CaO	۴/۵۳	۸/۲۳	۶/۱۲	۲/۶۱	٩/٣۵	٨/٨١	۶/۵۴
Na ₂ O	۳/۵۴	۲/۵۱	۲/۲۱	٣/•٧	۲/۶۷	4/•7	۲/۸۷
K ₂ O	٠/٧۴	٠/٩١	•/١١	٠/۵٨	•/٢٩	• /٣١	۱/•۲
MgO	۴/۲۲	۴/۰۹	۴/۸۵	۵/۳۴	۵/۸۱	۵/۰۲	۶/۸۴
TiO ₂	١/٢۵	١/۵۵	1/17	1/10	1/14	•/97	1/84
MnO	۰/۲۶	٠/٢٨	•/٣۴	•/۲۴	٠/١٩	• /٢	۰/۱۶
P_2O_5	•/14	• / • Y	۰/۰۵	·/1Y	•/٢	• / • A	•/17
SO ₃	•/•• ١	•/••٢	•/••٢	•/•• ١	./۲	•/•• ١	•/•• ١
LOI	۲/۸۵	1/88	٣/١٧	1/97	۲/۹۳	۲/۴۹	١/٧
Total	٩٩/٧۵	१९/४१	٩٩/٧٨	٩٩/٧۵	99/VF	٩ ٩/٧٧	१९/४۴
Cl	٨٢	٩۵	٨٩	1.1	٨٢	۱۵۲	٩٨
Ba	۷۷	۴۸	۴٩	٨۵	۳۱	٧٠	۶۳
Sr	747	۴۰۰	177	۴۳۱	184	۳۰۸	۳۹۸
Cu	۵۳	40	15	۵۰	۲١	٨٧	۵۰
Zn	۶٨	۵۸	٨۶	17.	۲۳	٩٠	٩٠
Pb	۴	14	٩	۳۸	۴١	۱۸	٣٠
Ni	49	٨٨	٣٩	٧٠	٧٢	۴١	۵۰
Cr	٢۵	۱۵۸	٨۴	٣٠	۶۵	۶	۶.
v	TXI	۱۵۳	۴۰۸	۳۳۵	۲۷۸	٢٣٩	۳۰۳
Zr	1.5	۶۹	۵۵	١١٢	118	۷۵	1.8
Y	۲.	۱۸	11	۱۸	۲۳	٨	١٧
Rb	19	۲۵	۱۵	۲۱	۵۱	18	٣٢
Ce	۴	٨	٣	١٠	۶	14	۵
La	٣	٣	١	١	٢	۵	١
W	۷	۶	٢	١	١	١	٣
Со	۶	۶	٣	۴	٢	۵	٣
As	۶	٧	٢	١١	۶	174	٩
U	١	١	١	١	١	١	١
Th	۶	۴	٣	٢	١	١	٢
Мо	۴	٨	۴	۵	٨	۴	۵
Ga	٨	٧	۵	١۶	١۴	۱۵	14
Nb	١	١	١	١	١	١	١

جدول ۱- نتایج تجزیه عناصر اصلی (Wt%) و عناصر فرعی (ppm) سنگهای دیوریتی منطقه به روش XRF

www.SID.ir

۴- بحث و بررسی

18.

۴-۱- ویژگیهای صحرایی

دیوریتهای مورد مطالعه یا به صورت ارتفاعاتی ستیغساز و یا بهصورت تودههای کوچک عدسی شکل در منطقه رخنمون دارند. ریزبلور تا در شتبلور

شکل ۳- نمایی از دیوریتهای منطقه

۲-۴- سنگنگاری

دیوریتهای مورد مطالعه تنوع قابل توجهی دارند و عمدتاً شامل پیروکسن دیوریتها، پیروکسن دیوریتهای نیمهآتشفشانی، متادیوریتها و هورنبلند دیوریتها میباشند که در ادامه به بررسی هر کدام میپردازیم.

۴-۲-۴ پیروکسن دیوریتها

این سنگها از پلاژیوکلاز و پیروکسن تشکیل شدهاند. از ویژگیهای

بوده و به رنگ خاکستری تیره دیده می شوند (شکل ۳)، البته حضور فراوان کانی هایی مانند اپیدوت و کلریت باعثشده که برخی از این سنگ ها ظاهری مایل به سبز داشته باشند؛ چنین سنگهایی در این پژوهش، متادیوریت نامیده شدند (شکل ۴). برخی از این سنگها درزهها و شکستگیهای زیادی دارند که غالباً توسط کربناتها پر شده است.

شکل ۴- نمایی دیگر از دیوریتهای منطقه

مهم این پلاژیوکلازها، وجود بافت غربالی و همچنین وجود دوقلویی پلیسنتتیک، کارلسباد- آلبیت و نوسانی است. پلاژیوکلاز از نوع الیگوکلاز بوده و در نتیجه دگرسانی سریسیتی، کلریتی و کائولینیتی شدهاند. پیروکسن ها از نوع اوژیت بوده و غالباً در نتیجه دگرسانی به کلریت، اورالیت و کانیهای کدر تبدیل شدهاند. کوارتز، اپیدوت، ترمولیت (به صورت رگه)، کلسیت و منیزیت (بهصورت رگه) از دیگر کانیهای ثانویه بهشمار میرونـد. این سنگها دارای بافت نیمه خودریخت دانه ای، میان دانه ای (شکل ۵)، افیتیک، سابافیتیک و غربالی هستند.

شکل ۵- تصویری از وجود رگههای ترمولیتی و بافت میاندانهای با حضور پلاژیوکلازها و کلینوپیروکسنها در پیروکسن دیوریتها (XPL)

ژئوشيمى





۴-۲-۴- پیروکسن دیوریتهای نیمهآتشفشانی

در این سنگها درشتبلورهای پلاژیوکلاز، هورنبلند و پیروکسن در خمیرهای از شیشه و کانیهای ریز پلاژیوکلاز، هورنبلند، پیروکسن، کوارتز و اپیدوت قرار گرفتهاند. از ویژگیهای پلاژیوکلازها (لابرادوریت) وجود دوقلویی پلیسنتتیک، پریکلین و زونبندی و همچنین وجود بافت غربالی و غباری (Dusty) است. بیشتر آنها شکلدار هستند و برخی از آنها در نتیجه دگرسانی به سریسیت و کربنات و به میزان کمی به کائولینیت و اپیدوت تبدیلشدهاند [حضور دو نسل پلاژیوکلاز یا به عبارت بهتر، دگرسانی انتخابی در پلاژیوکلازها از مهمترین خصوصیات این دسته از سنگها به شامار میرود] (شکل ۶). هنگامی که یک ماگمای مافیک با مذاب فلسیک ماگمای هیبریدی را به وجود میآورد، پلاژیوکلازهای سدیکتری را میسازد که در

در نتیجه عملکرد محلولهای گرمابی پلاژیوکلازهای نسل اول (*Pl*_a) زودتر واکنش داده و تجزیه می شوند و پلاژیوکلازهای نسل دوم (*Pl*_B) به نسبت سالم می مانند (Shelly, 1993). از ویژگی های پیروکسن ها (اوژیت) می توان به شکل منظم آنها، وجود دوقلویی و خوردگی برخی از آنها و همچنین دگرسانی به اورالیت و کربناتها اشاره کرد. وجود بافت غربالی، زونبندی نوسانی و دگرسانی انتخابی در پلاژیوکلازها و همچنین آثار خوردگی در پیروکسن ها احتمال آمیختگی ماگمایی و آلودگی پوستهای را در آنها بالا می برد (, Conly et al. 2003 & Conly et al. 2005). هورنباندها اکثراً بی شکل تا نیمه شکل دار و در حال تبدیل به کلریت و کانی های کدر هستند. این سنگها، بافت پروفیری نیمه آتشفشانی، دارای زونبندی، غباری (Dusty)، غربالی و پویکلیتیک و حفرهای را به نمایش می گذارند.



شکل ۶- تصویر میکروسکوپی از همزیستی پلاژیوکلازهای نسل اول (Pl_a) در مجاورت پلاژیوکلازهای نسل دوم (Pl_B) در پیروکسن دیوریتهای نیمهآتشفشانی (XPL)

۴-۴-۳ متادیوریتها

ایت ستگها از پلاژیوکلاز، هورنبلند و بیوتیت تشکیل شدهاند. پلاژیوکلازها از نوع آلبیت بوده و به صورت ریزبلور بوده و بی شکل تا نیمه شکل دار هستند. هورنبلند و بیوتیت کانی های متداول موجود در ایت سنگها به شمار می روند. هورنبلندها بی شکل تا نیمه شکل دار هستند و در حال تبدیل به اکتینولیت هستند. از دیگر دگرسانی های مشاهده شده در این سنگها می توان به کلریتی شدن بیوتیت ها اشاره کرد. بیوتیت ها نیز بی شکل

تا نیمه شکل دار هستند. سطح این کانی ها کاملاً تیره به نظر میرسد. تیر گی رنگ بیوتیت ها با افزایش دمای تشکیل آنها بالا میرود که علت آن می تواند هیدروکسیل زدایی در حین اکسایش آهن دوظرفیتی باشد. اسفن، آپاتیت و کانی های کدر جزو کانی های فرعی هستند.

با توجه به اینکه کانیهای پلاژیوکلاز (آلبیت)، اپیدوت، اکتینولیت، کلریت و هورنبلند، مجموعه مینرالی شاخص رخساره شیست سبز هستند، به نظر میرسد که دیوریت موردنظر در نتیجه دگرگونی گرمابی و در این رخساره دگرگون شده باشد (شکل ۷).



شکل ۷- تصویر میگروسکوپی از حضور آلبیت، اپیدوت، کلریت و بیوتیت در متادیوریتها (XPL)

۴-۲-۴ هورنبلند دیوریتها

این سنگها از پلاژیوکلاز (آنـدزین و لابرادوریـت) و هورنبلنـد تشـکیل شدهاند. پلاژیوکلازها بیشتر بهصورت بی شکل تا نیمه شگلدار دیده می شوند، وجود دوقلویی پلی سنتتیک و همچنین سریسیتی شدن از دیگر ویژگی هـای آنهاست. سریسیتی شدن در نتیجه حضور سیالات گرمابی غنی از آب و یـون

⁺ ۸ امکان پذیر است (Shelly, 1993). هورنبلندها، ۴۵ – ۴۰ درصد از حجم سنگ را به خود اختصاص دادهاند. این کانیها بی شکل تا نیمه شکل دار و در حال تبدیل به کربنات، ترمولیت و کلریت هستند. برخی از این هورنبلندها، ماکل دارند. آپاتیت و کانیهای کدر به عنوان کانیهای فرعی موجود در این سنگها به شمار میروند. دارای بافت خودریخت دانه و یویکلیتیک هستند (شکل ۸).



شکل ۸- حضور پلاژیوکلاز، هورنبلند و کربنات در هورنبلند دیوریتها (XPL)

۴-۴- ژئوشیمی

ترکیب شیمیایی و کانیشناسی سنگهای آذرین تابع ترکیب ماگمایی است که سنگ از آن متبلور شده است. ترکیب ماگما در حین حرکت بـه سمت سطح زمین و جایگیری آن در اعماق مختلف، تغییر نموده و بنـابراین ترکیب عناصر اصلی أثیر نحوه تکامل ماگما و فراینـدهای مـوْثر بـر آن قـرار

می گیرد. مطالعه بر روی تغییرات و تحولات ایجادشده و دنبال کردن روند حوادث رخداده در ماگما و سنگ های حاصل از آن توسط روش های ژئوشیمیایی صورت می گیرد. به منظور ردهبندی شیمیایی، سری ماگمایی، آلایش و تعیین محیط زمین ساختی- ماگمایی و همچنین تغییرات عناصر فرعی، ۷ نمونه از این سنگ ها به روش XRF تجزیه شد که در ادامه به بررسی هر کدام می پردازیم.

۴-۳-۱- ردەبندى سنگھاى آذرين

اصولاً جهت طبقهبندی سنگها مبنای مختلفی وجود دارند که اساس ردەبندى قرار مىگىرند.

برای نامگذاری سنگهای مورد مطالعه براساس ترکیب شیمیایی، از نمودارهای (De la Roche et al., (1980) (شکل ۹- الےف) و

(1985) Middlemost, (شکل ۹- ب) استفاده شده است. در این نمودارها، نمونهها در محدوده دیوریت و دیوریت گابرو قرار می گیرند (شکل ۹). لازم به ذکر است که عناصر به کار برده شده در نمودار دولاروش -R1) (R2 بر حسب میلی کاتیون هستند. همچنین به دلیل اینکه تقریباً از شیمی تمامی عناصر اصلی سنگ استفادہ شدہ است، نتایج مطلوب تری ارائے میں-دهد.



شکل ۹- نامگذاری سنگ های پلوتونیکی براساس نمودار (R1- R2 (De la Roche et al., 1980) Na₂O+K₂O-SiO₂ و Middlemost, 1985)

۴–۳–۲– تعیین سری ماگمایی

and Baragar, 1971) استفاده شده است. در این نمودار، نمونههای



شکل ۱۰- تعیین سری ماگمایی سنگهای مورد مطالعه براساس نمودار Irvin and Baragar, 1971) AFM).

۴-۳-۳ بررسی نمودارهای عنکبوتی بهنجارشده با مقادیر گوشته اولیه

در بررسی توزیع عناصر فرعی، بر پایه نمودارهای بهنجارشده به گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989) برای سنگهای مورد مطالعه، ترکیب نمونهها نسبت به گوشته اولیه غنی شدگی نشان میدهد و نمونهها نسبت به Ba و Nb تهی شدگی و نسبت به K، Th، Rb و Pb غنی شدگی نشان میدهند (شکل ۱۱).

بیهنجاری منفی Nb که مشخصه سنگهای کمانهای ماگمایی است Ram)، میتواند در ارتباط با آلایش پوسته قارهای (Wilson, 2007) (Mohan et al., 2013) و یا مربوط به ناهمگنی منشا گوشته سنگکرهای غنی شده به وسیله فرایند فرورانش باشد که بر اثر عملکرد سیالات سنگکره

اقيانوسى بەوجـود مـىآيـد (Temizel et al.,) اقيانوسى بەوجـود مـىآيـد (2007 & 2007).

ژئوشيمي

بیهنجاری های مثبت و منفی برخی از عناصر را می توان به متحرک بودن این عناصر در طی دگرسانی و همچنین آلایش پوستهای نسبت داد (Reichew et al., 2004)؛ برای مثال بیهنجاری منفی Ba بیانگر دگرسانی پلاژیوکلازهاست (Arsalan & Aslan, 2006) و بیهنجاری مثبت K، Th، Rb و Pb می تواند نشان دهنده آلایش این سنگها با پوسته قارهای باشد (& Kathaei et al., 2015) (Gencalioglu et al., 2010).

بیهنجاری مثبت Pb همچنین میتواند در ارتباط با فرایند متاسوماتیسم گوشته باشد.



۴–۳–۴– آلایش یوستهای

نسبتهای بالای Th/La (Li et al., 2014) و همچنین تغییرات عناصر کمیاب مانند بی هنجاری های منفی در Nb و Ti و غنی شدگی مشخص عناصر کمیاب مانند در نمودارهای بهنجار شده به گوشته و شواهد سنگ نگاری مانند حواشی خورده شده دانه ها یا منطقه بندی در در شتبلورها، به طور معمول برای ارزیابی آلایش پوسته ای مورد استفاده قرار می گیرند. نسبت های بین عناصر ناسازگاری که عملاً تحت تأثیر فرایندهای تفریق بلوری و ذوب بخشی قرار نمی گیرند می توانند نقش آلایش پوسته ای را با بوجه به تغییرات ناحیه منشاً روشن کنند (2005) et al., 2005). در ایس مورد از نمودار Y-Nb/Y (Temel et al., 1998) می (Askren et al., 1991) Zr/Rb -Rb

روندهای عمودی در نمودار Nb/Y-Rb/Y در نتیجه غنی شدگی در زون فرورانش یا آلودگی پوستهای به وجود می آیند؛ در صورتی که در موقعیت غنی شدگی درون صفحهای روندی مثبت بین Rb و Nb نشان داده می شود که در آن نسبت Rb/Nb برابر ۱ است. با پیاده کردن مقادیر مربوط به سنگهای منطقه مورد مطالعه، خصوصیات مربوط به غنی شدگی به وسیله سیالات در زون فرورانش یا آلودگی پوسته ای به روشنی دیده می شود (شکل ۱۲–الف).

بهمنظور پیبردن به نقش تبلور تفریقی و آلایش (هضم) در نمونههای مورد بررسی از نمودار Zr/Rb - Rb استفاده کردهایم. در این نمودار تمامی نمونهها روند آلایش با پوسته بالایی را نشان میدهند (شکل ۱۲-ب). 194



شکل ۱۲- نمودار الف) Rb/Y-Nb/Y (کو با Temel et al., 1998) Rb/Y-Nb/Y) در تعیین نقش آلایش پوستهای بر سنگهای مورد مطالعه

۴–۳–۵– تعیین جایگاه زمینساختی- ماگمایی

به منظور تعیین موقعیت زمین ساختی- ماگمایی سنگهای مورد مطالعه از نمودارهای Nb-Y و Nb-Y - Rb (Pearce et al., 1984) استفاده شده است. نمودار Nb-Y، گرانیتها را به گرانیتهای درون صفحهای (WPG)، گرانیتهای پشتههای میان اقیانوسی (ORG) و گرانیتهای کمانهای آتشفشانی و گرانیتهای همزمان با بر خورد (NAG + Syn) (VAG + Syn تقسیم می کند. همان گونه که در این نمودار (شکل ۱۳- الف) دیده می شود، نمونههای مورد مطالعه در محدوده کمان های آتشفشانی و همزمان با بر خورد قرار می گیرند.

برای تفکیک محدوده مربوط به کمانهای آتشفشانی از همزمان با برخورد، از نمودار Rb-Y + Nb استفاده شده است، این نمودار وابستگی تودههای دیوریتی را به کمانهای آتشفشانی حاشیه فعال قارهای تأیید می کند (شکل ۱۳–ب).

در تعیین اینکه سنگهای مورد مطالعه در چـه نـوع کمـان آتشفشـانی

(کمانقاره ای یا کمان اقیانوسی) تشکیل شدهاند از نسبت Zr/Y استفاده می شود. نسبت Zr/Y3 در نمونه ها سازگار با گروه کمان های آتشفشانی قارهای است. همان گونه که در جدول ۱ دیده می شود، این نسبت در سنگهای منطقه بزرگتر از ۳ است، بنابراین محیط زمین ساختی ماگمایی سنگهای مورد مطالعه حاشیه فعال قارهای (encinental Active) به صورت (margin است؛ این نکته با وجود سنگهای سیلیسی (داسیتی) به صورت مواد آذرآواری در حاشیه فعال قاره (Rendeng et al., 2006) نیز تأیید می شود که توفهای داسیتی در منطقه مطالعاتی شاهدی بر این مدعاست. براساس نسبت Xr/Nb می توان مناطق مرتبط با فرورانش و کوهزایی

براسی و توریزی را از مناطق ناکوهزایی جداکرد، به این ترتیب که اگر نسبت Zr/Nb در سنگهای بررسی شده بزرگتر از ۱۰ باشد نشان دهنده ماگماتیسم مرتبط با یک منبع تغییریافته به وسیله فرورانش و اگر این نسبت کوچکتر از ۱۰ باشد نشان دهنده یک منبع ناکوهزایی است (Sommer et al., 2006). میانگین این نسبت در سنگهای منطقه بزرگتر از ۱۰ است که بیانگر ارتباط سنگهای این منطقه با فرایند فرورانش است.



شکل ۱۳- تعیین موقعیت زمینساختی سنگهای مورد مطالعه در نمودار الف) Pearce et al., 1984) (Pearce et al., 1984) (Pearce et al., 1984) (Pearce et al., 1984) (Pearce et al., 1984)

Alsharhan and R. W. Scott (Eds.), Middle East Models of Jurassic/Cretaceous Carbonate Systems. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, Vol. 69, P. 9-20.

Irvin, T. N., Baragar, W. R. A., 1971, "A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks", *Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 8, P 523-548.*

Li, H. Y., Huang, X. L., Guo, H., 2014, "Geochemistry of Cenozoic basalts from Bohai Bay Basin: Implications for a heterogeneous mantle source and lithospheric evolution beneath the eastern North China Craton", *Lithos, Vol. 196-197, P.* 54-66.

Middlemost, E. A. K., 1985, "Magmas and Magmatic Rocks", Longman, London and New York, P. 266.

Nakhaei, M., Mazaheri, S. A., Karimpour, M. H., Stern, C. R., Zarrinkoub, M. H., Mohammadi, S. S., Heydarian shahri, M. R., 2015, "Geochronologic, geochemical and isotopic constraints on petrogenesis of the dioritic rocks associated with Fe skarn in the Bisheh area, Eastern Iran", *Springer, Vol. 8, P. 8481-8495.*

Pearce, J. A., Harris, N. W., Tindle, A. G., 1984, "Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks", *Journal of Petrology*, Vol. 25, P. 956-983.

Peng, J., Wang, Y., Zhao, G., Fan, W., Peng, B., 2007, "Arc Like Volcanic rocks from the southern Lancan Tion Zone, Swchina: Geochrological and geochemical constrains on Their Petrologenesis and tectonic implications", *Lithos, Vol. 102, P.* 358-373.

Perugini, D., Busa, T., poli, G., nazzareni, S., 2003, "The role of chaotic dynamics and flow fields in the development of disequilibrium textures in volcanic rocks", *Journal of petrolgy, Vol. 44, P. 733-756.*

Reichew, M. K., Saunders, A. D., White, R. V., Al Mukhamedov, A. I., 2004, "Geochemistry and Petrogenesis of Basalts from the West Sibrian Basin: an extention of the Permo-Triassic Sibrian Traps", *Lithosphere, Vol. 79, P. 425-452*.

Rendeng, Sh., Jingsui, Y., Cailai, W., Lizuka, T., Hirata, T., 2006, "Island arc volcanic rocks in the north Qaidam UHP belt, northern Tibet plateau: Evidence for ocean continent subduction preceding continent continent subduction", *Journal of Asian Earth Sciences, Vol. 28, P. 151-159.*

Ram Mohana, M., Piercey, S. J., Kamber, B. S., D. Srinivasa Sarma, D., 2013, "Subduction related tectonic evolution of the Neoarchean eastern Dharwar Craton, southern India: New geochemical and isotopic constraints", *Precambrian Research, Vol.* 227, *P.* 204-226.

Shelly, D., 1993, "Igneous and metamorphic rocks under microscope", *Chapman and Hall, Cambridge, P. 445.*

Sommer, C. A., Lima, E. F., Nardi, L. V. S., Liz, J. D., Waichel, B. L., 2006, "The evolution of Neoproterozoic magmatism in Southernmost Brazil: shoshonitic, high-K tholeiitic and silica-saturated, sodic alkaline volcanism in post-collisional basins", *Anais da Academia Brasileira de Ciências, Vol.* 78, P. 573-589.

نتيجهگيرى

ردهبندی نمونههای سنگی با استفاده از نمودارهای ژئوشیمیایی که بر مبنای عناصر اصلی طراحی شده است، این سنگ ها را در محدودههای دیوریت و دیوریت گابرو قرار می دهد. براساس مطالعات به دست آمده، این سنگ ها جزو سری تولئیتی قرار می گیرند و جایگاه زمین ساختی آنها بیانگر یک کمان ماگمایی وابسته به فرورانش است. الگوی تغییرات عناصر فرعی بر روی نمودارهای عنکبوتی، Rb/Y-Nb/Y و Rb-Zr/Rb و همچنین شواهد سنگ نگاری بیانگر آلایش ماگمایی در این سنگهاست.

مراجع

خلقی خسرقی، م.ح.، ۱۳۷۵، "نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰ تربت حیدریه" سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ورقه ۲۸۶۰. درویش زاده، ع. آسیابانها، ع.، ۱۳۷۰، "ماگماها و سنگهای ماگمایی: مبانی پترولوژی آذرین (ترجمه)" انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۱۵۵. صمدیه، م.، ۱۳۹۰، " ژئوشیمی و پترولوژوی مجموعه سنگهای مناطق اطراف اره کمر (جنوب فریمان)" پایانامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۱۲۸. قاسمی برسیانی، ۱، ۱۳۹۱، "پترولوژی و ژئوشیمی تشکیلات افیولیتی منطقه شیله گشاد (شمال شرق اسدآباد، تربت حیدریه)" پایان نامه کارشناسی

ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۱۷۳.

Alavi, M., 1991, "Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran", *Geological* society of America Bulletin, Vol. 103, P. 983-992.

Arsalan, M., Aslan, Z., 2006, "Mineralogy, Petrology and Whole-rock geochemistry of the Tertiary granitic intrusions in the Eastern Pontides, Turkey", *Journal of Asian Earth Sciences, Vol. 27, P. 177-193.*

Askren, D. R. R., Wjitney, J. A., Roden, M. F., 1991, "Petrology and geochemistry of the Huerto Andesite, San Juan volcanic field, Colorado", *Contributions to Mineralogy and Petrology. Vol. 107, P. 373-386.*

Conly, A. G., Brenan, Bellon, H., Scott, S. D., 2005, "Arc to rift transitional volcanism in the Santa Rosalia Region: Baja California Sur, Mexico", *Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 142, P. 303-341.*

De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., Marchal, M., 1980, "A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses-its relationships with current nomenclature", *Chemical Geology, Vol. 29, P. 183-210.*

Gencalioglu Kuscu, G., Geneli, F., 2010, "Review of postcollisional volcanism in the central Anatolian volcanic province (Turkey): with special reference to the Tepekoy volcanic complex", *International journal of earth sciences, Vol. 99, P.* 593-621.

Glennie, K. S., 2000, "Cretaceous tectonic evolution of Arabia's eastern plate margin: a tale of two oceans", *In*, *A. S.*

Stokline, J., 1968, "Structural history and tectonics of Iran", *a review, American Association of Petroleum Geologist Bulletin, Vol. 52, P. 1229-1258.*

Sun, S. S., McDonough, W. F., 1989, "Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle compositions and processes", *Journal of Geological Society, London, Special Publication, Vol.* 42, P. 313-345.

Temel, A., Gondogdu, M. N., Gourgaud, A., 1998, "Petrolo-gical and geochemical cheracteristics of Cenozoic high-K calk-alkaline volcanism in Konya, Central Antolia, Turkey", Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 85, P. 327-354.

Temizel, I., Arslan, M., 2008, "Petrology and geochemistry of Tertiary volcanic rocks from the ikizce (Ordu) area, NE Turkey: Implications for the evolution of the eastern Pontide paleo-magmatic arc", *Journal of Asian Earth Sciences, Vol.* 31, P. 439-463.

Wilson, M., 2007, "Igneous Petrogenesis: a global tectonic approach", Unwin Hymen, London, P. 466.

