

پترولوژی دایک‌های بازالتی نفوذی در آهک‌های ژوراسیک فوقانی - کرتاسه زیرین در منطقه جواهردشت واقع در غرب البرز مرکزی

شهرزاد حق نظر^{۱*}

۱- گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

(* عهده دار مکاتبات - Sh-haghnazar @ yahoo.com)

چکیده

دایک‌های بازالتی در منطقه جواهردشت واقع در شرق گیلان برونزد دارند. مطالعات ژئوشیمیایی و پتروگرافی نشان می‌دهند که تفریق کلینوپیروکسن و اولیوین عامل اصلی تنوع دایک‌های منطقه است. مطالعه بر روی روند عناصر ناسازگار و مقایسه آن‌ها با مقادیر پوسته قاره‌ای و نسبت‌های عناصر کمیاب ناسازگار حاکی از آن است که این دایک‌ها با پوسته قاره‌ای آرایش یافته‌اند. مطالعات ما نشان می‌دهد که این سنگ‌ها از گوشته تهی شده منبع مورب نشأت گرفته که در حین صعود با سنگ‌های پوسته قاره‌ای آلوده شده‌اند و از این حیث قابل مقایسه با ریفت آفار در اتیوپی می‌باشند.

واژگان کلیدی: دایک‌های بازالتی، جواهردشت، آرایش پوسته‌ای، ریفت اتیوپی.

۱- مقدمه

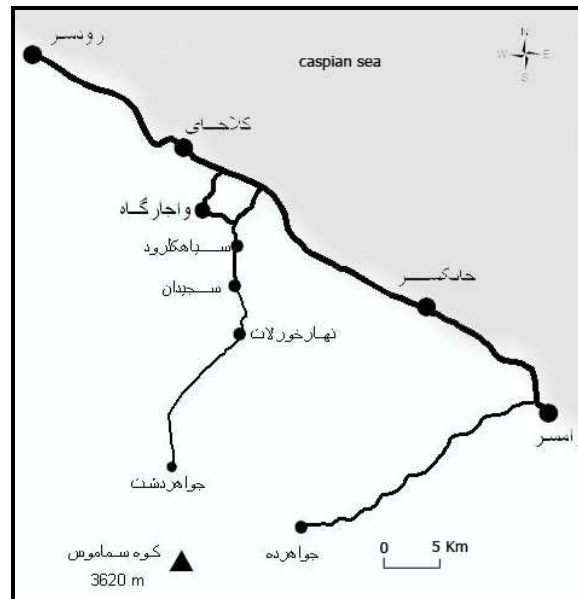
منطقه مورد مطالعه بین عرض‌های شمالی $37^{\circ}00'$ و $50'$ ، 36° و طول‌های خاوری 50° ، $00'$ و 50° در شرق استان گیلان واقع شده است (شکل ۱).

گسترده مورد مطالعه در قسمت شمال شرقی ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ جواهرده واقع شده و جزئی از زون زمین ساختی البرز محسوب می‌شود. از ویژگی‌های کلی ورقه جواهرده، نبود رخنمون‌های سنگی پرکامبرین، اردوویسن، سیلورین و دونین بوده و سنگ‌های متعلق به مزوزوئیک بخش اعظم رخنمون‌های سنگی این ورقه را تشکیل می‌دهند.

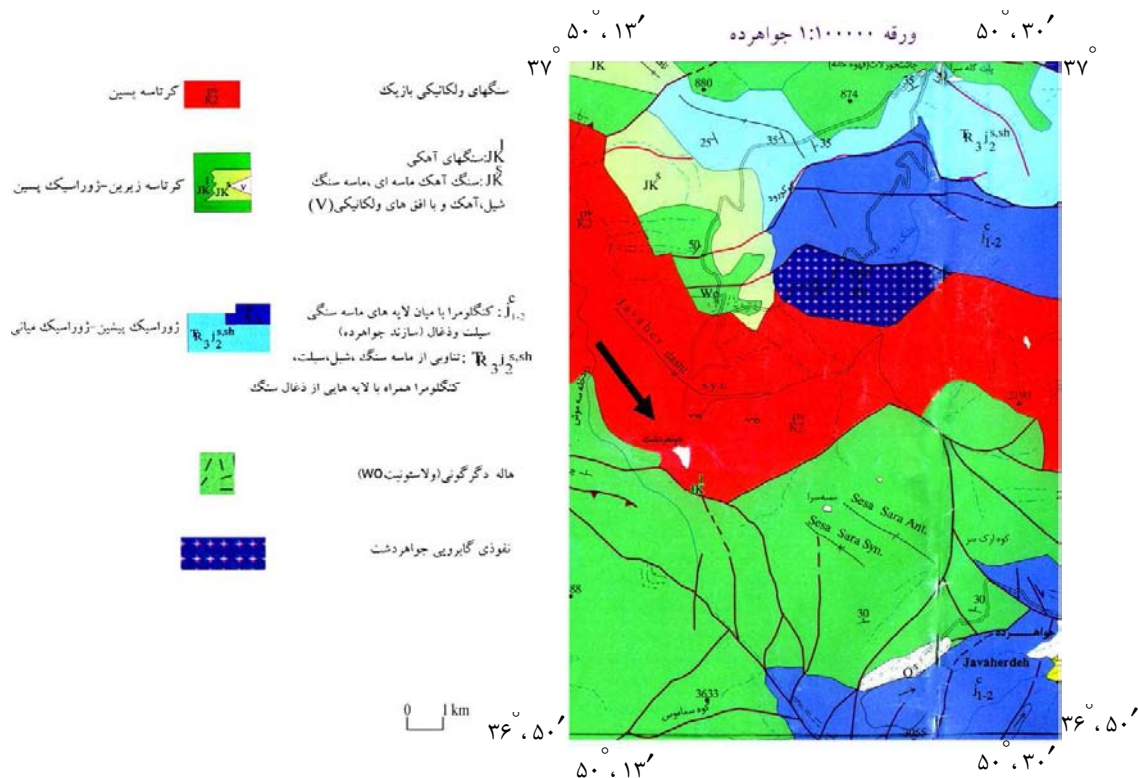
در محدوده مورد مطالعه، سنگ‌هایی به سن ژوراسیک میانی تا کرتاسه زیرین، بخش گسترده‌ای از نیمه شمالی ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ جواهرده را شامل شده که با واحدهای JK^1 و Jk^s مشخص شده‌اند (شکل ۲).

در جنوب روستای جواهردشت و همچنین شمال آن به ویژه در مناطق کوه سوماموس و منطقه «هردوراسر» ردیفی از آهک‌های خاکستری روشن با لایه‌بندی نازک تا توده‌ای که به نسبت منظم و ستیغ ساز است، برونزد دارد که با واحدهای JK^1 و Jk^s نشان داده شده است این توالی به صورت ناپیوسته اما هم شیب بر روی توالی تخریبی تریاس فوقانی - ژوراسیک میانی به نام سازنده جواهرده قرار می‌گیرد که شامل ردیف ضخیمی از کنگلومرای ضخیم لایه با میان لایه‌های شیلی و لایه‌های زغالی می‌باشد.

حال درون واحدهای Jk^s در شمال جواهردشت و JK^1 در کوه سوماموس بخش‌های آتشفشانی دیده می‌شود، که شامل مجموعه‌ای از دایک‌هایی به رنگ تیره تا خاکستری روشن و بعضاً بافت بادامکی می‌باشد (شکل ۳)، که پترولوژی این سنگ‌ها موضوع این تحقیق است.



شکل ۱: راه‌های دسترسی به منطقه جواهردهشت



شکل ۲: موقعیت زمین شناسی منطقه در گوشه ی شمال شرقی ورقه ی ۱/۱۰۰۰۰۰ جواهرده

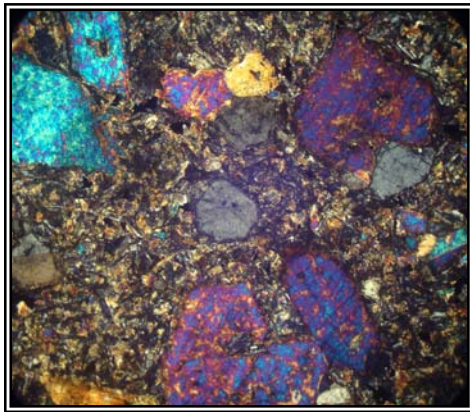
۲- روش تحقیق

به منظور بررسی‌های پترولوژیکی بر روی دایک‌های منطقه، پس از بررسی‌های صحرایی حدود ۳۰ نمونه به منظور مطالعات پتروگرافی برداشت و پس از تهیه مقطع نازک با کمک میکروسکوپ پولاریزان مورد مطالعه دقیق سنگ شناسی و کانی شناسی قرار گرفتند.

با توجه به عدم تنوع نمونه‌ها، ۶ نمونه انتخاب و عناصر اصلی آن‌ها به روش ICP- AES و عناصر فرعی و REE به روش ICP-MS در آزمایشگاه SGS تورنتو در کشور کانادا مورد تجزیه قرار گرفتند. داده‌های حاصل توسط نرم افزار Iqpet2007 پردازش شدند.

۳- سنگ نگاری

با مطالعات میکروسکوپی صورت گرفته، دو مجموعه دایکی در منطقه به لحاظ پتروگرافی از یکدیگر قابل تفکیک هستند: الف: بازالت‌ها ب: آندزیت‌های بازالتی
دایک‌های بازالتی منطقه دارای بافت پورفیریک با خمیره دانه متوسط بوده و فقط حاوی فنوکریست‌های کلینوپیروکسن می‌باشند که بعضاً به صورت پویی کلیتیکی بلورهای دگرسان شده اولیوین را در بر گرفته‌اند (شکل ۴). بافت تیغه‌ای (لاملار) در بسیاری از این پیروکسن‌ها مشخص بوده به نحوی که تیغه‌های جدایشی به رنگ خاکستری که احتمالاً ارتوپیروکسن می‌باشند از کلینوپیروکسن‌ها جدا شده‌اند (شکل ۵).



شکل ۴: دایک با ترکیب بازالت با بافت پورفیریک با خمیره دانه متوسط حاوی فنوکریست‌های پیروکسن



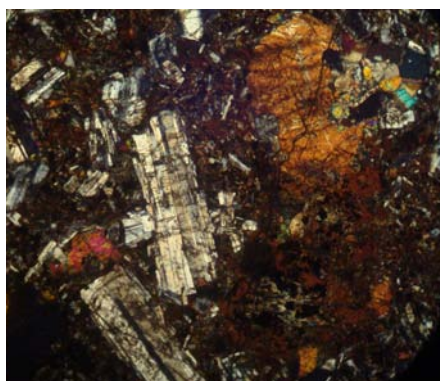
شکل ۳: نمایی از دایک نفوذی در آهک ژوراسیک فوقانی - کرتاسه زیرین در منطقه جواهردشت

این سنگ‌ها فاقد فنوکریست‌های پلاژیوکلاز و اولیوین بوده و با توجه به حضور پویی کلیتیکی اولیوین داخل فنوکریست‌های پیروکسن، به نظر می‌رسد این سنگ‌ها یک مرحله جدایش اولیوین را تجربه نموده‌اند. خمیره این سنگ‌ها از میکروولیت‌های پلاژیوکلاز و دانه‌های کلینوپیروکسن تشکیل شده است.

دایک‌های آندزیت بازالتی منطقه عموماً دارای بافت پورفیریک با خمیره میکروولیتی بوده که فنوکریست‌های تشکیل دهنده آن‌ها به ترتیب فراوانی پلاژیوکلاز و پیروکسن می‌باشد (شکل ۶).

بلورهای پلاژیوکلاز، خود شکل تا نیمه خود شکل و ماکل پلی سنتتیک بوه و بعضاً دارای بافت غربالی واضحی هستند. بعضی از پلاژیوکلازها دارای ساختمان منطقه‌ای بوده و با توجه به وجود نوارهای متناوب رسی شده در تک بلورهای پلاژیوکلاز، به نظر می‌رسد زونینگ از نوع نوسانی باشد.

کلینوپیروکسن‌ها به صورت خودشکل و نیمه خودشکل دیده شده که بعضاً کریستال‌های کوچک ولی خود شکل پلاژیوکلاز به صورت افیتیکی در آن‌ها مشاهده می‌شود. حضور پویی کلیتیکی کلینوپیروکسن داخل پلاژیوکلاز و پلاژیوکلاز داخل کلینوپیروکسن دلالت بر تبلور همزمان دوگانی در روی منحنی کوتکتیک دارد. خمیره این سنگ‌ها از میکروولیت‌های پلاژیوکلاز و دانه‌های پیروکسن تشکیل شده است.



شکل ۶: نمایی از دایک با ترکیب آندزیت بازالتی حاوی فنوکریستهای پلاژیوکلاز و پیروکسن



شکل ۵: نمایی از بافت تیغه ای (لاملاز) در کلینوپیروکسن. احتمالاً تیغه‌های جدایشی اورتوپیروکسن می‌باشند.

۴- ژئوشیمی و بحث

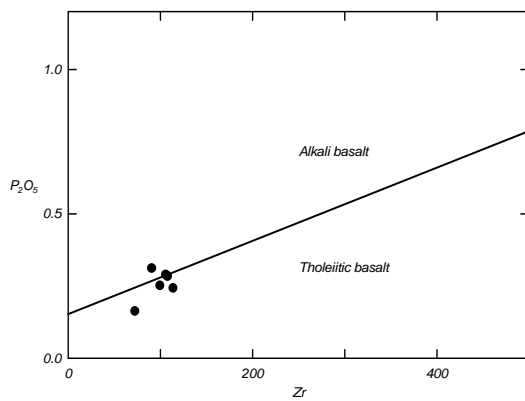
در جدول (۱) نتایج تجزیه عناصر اصلی، فرعی و REE دایک‌های منطقه نشان داده شده است. در نمودار مجموع آلکالن در برابر سیلیس از (Irvin & Baragar 1971) بیشتر نمونه‌ها در مرزسری آلکالی و ساب آلکالن واقع شده‌اند (شکل ۷).

در نمودار P_2O_5 در برابر Zr (Winchester & Floyd 1977) نمونه‌ها در مرزسری آلکالن و تولائیتی قرار دادند (شکل ۸). در سایر دیاگرام‌های تعیین سری‌های ماگمایی تعدادی از نمونه‌ها در سری آلکالن و تعدادی دیگر در سری ساب آلکالن و تولائیتی قرار گرفته و بیشتر در مرز سری ساب آلکالن و آلکالن هستند. در نتیجه طبق تعریف ویلسون (Wilson 1989) جزو بازالت‌های انتقالی یا تحولی محسوب می‌شوند.

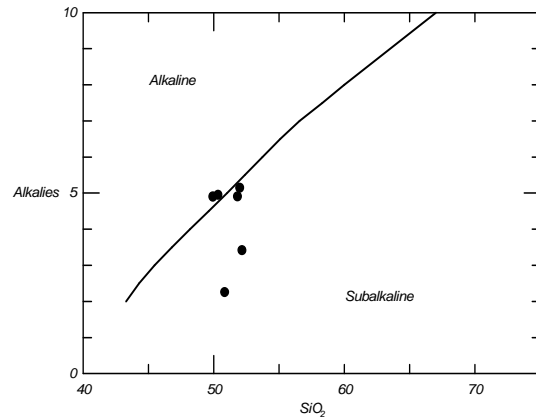
در اشکال (۹ و ۱۰) روند تغییرات Al_2O_3 و CaO/Al_2O_3 نسبت به شاخص تفریق MgO نشان داده شده است. در این اشکال با کاهش مقدار MgO و افزایش تفریق، مقدار Al_2O_3 زیاد و نسبت CaO/Al_2O_3 کم می‌شود. این موضوع تفریق کلینوپیروکسن غنی از کلسیم و فقیر از آلومینیوم را به عنوان یکی از اجزاء مهم تفریق در کنار اولیوین نشان می‌دهد (Cox et al 1979). در شکل (۱۱) الگوی عناصر کمیاب دایک‌های منطقه بهنجار شده با گوشته پیروولیتی (Sun & McDonough 1995) نشان داده شده است. غنی‌شدگی از عناصر LIL و آنومالی مثبت K و Sr و آنومالی منفی Nb-Ta و Zr به خوبی در این الگو مشخص است. هرچند که آنومالی منفی Nb-Ta خاص مناطق فرورانش بوده (Pearce 1982) اما این پدیده در بازالت‌های تحولی ریفت‌های درون قاره‌ای و بازالت‌های طغیانی قاره‌ای که با پوسته قاره‌ای آلوده شده‌اند نیز مشاهده می‌شود (Wilson 1989). آنومالی‌های منفی Zr و آنومالی مثبت K نیز نشانه آلودگی پوسته‌ای ماگماها می‌باشد (Roy et al 2002).

جدول ۱: نتایج تجزیه شیمیایی عناصر اصلی، فرعی و REE دایک‌های منطقه جواهردشت به روش ICP

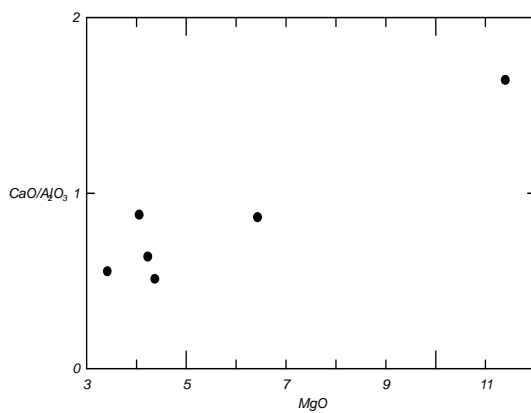
Sample	JB-11	JB-12	JB-13	JB-14	JB-15	JB-16
SiO ₂	48.6	51.1	49.8	51.3	49.5	48
Al ₂ O ₃	17.7	13.8	10.4	17.9	16.8	18.4
Fe ₂ O ₃	8.93	10	6.6	4.8	10.2	10.6
CaO	11.3	11.9	17.1	15.7	8.59	10.2
K ₂ O	2.18	2.24	0.61	0.26	1.5	1.71
MgO	4.23	6.43	11.4	4.06	4.37	3.42
MnO	0.09	0.14	0.09	0.06	0.20	0.16
Na ₂ O	2.6	2.6	1.6	3.1	3.4	3
TiO ₂	1.54	1.17	0.86	1.35	1.43	1.39
P ₂ O ₅	0.28	0.24	0.16	0.28	0.24	0.30
LOI	1.19	0.61	1.49	1.5	0.67	1.21
Ba	630	440	80	120	340	310
Ce	43.5	47.5	25	36	38.3	37.8
Co	30.2	40	44.1	20.3	30	29.2
Dy	3.81	4.3	3.1	4.14	3.44	3.72
Er	1.84	2.27	1.71	2.34	1.8	2.05
Eu	1.63	1.63	1.07	1.49	1.39	1.51
Gd	4.46	5.09	3.5	5.01	4.21	4.37
Hf	3	3	2	3	3	2
Ho	0.74	0.86	0.62	0.89	0.69	0.75
La	22.3	23.1	11	19.5	19.4	18.7
Lu	0.19	0.24	0.19	0.27	0.18	0.21
Nb	14	9	6	10	10	8
Nd	22	24.3	16	22.2	19.9	20.2
Ni	176	39	155	26	19	17
Pr	5.55	6.23	3.79	5.35	4.94	4.93
Rb	85.2	80.7	27.8	10.7	51.6	57.6
Sm	4.8	5.4	3.8	5	4.4	4.5
Sr	910	560	430	800	560	800
Ta	0.8	0.6	0.5	0.5	0.7	0.5
Tb	0.65	0.72	0.54	0.74	0.61	0.65
Th	3	4.4	2.6	3.6	3.5	2.8
Tm	0.27	0.36	0.23	0.34	0.26	0.29
U	0.86	1.32	0.74	1	0.97	0.82
V	251	310	252	372	245	246
Y	18.8	23.6	16.7	23.2	19	19.7
Yb	1.6	2.1	1.5	2.1	1.7	1.8
Zr	110	120	80	110	100	90



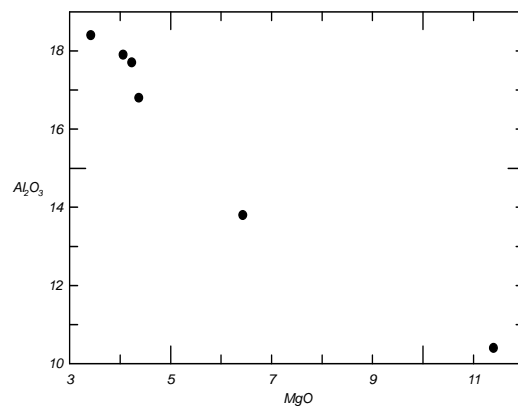
شکل ۸: نمودار P_2O_5 در برابر Zr (Winchester & Floyd 1977)



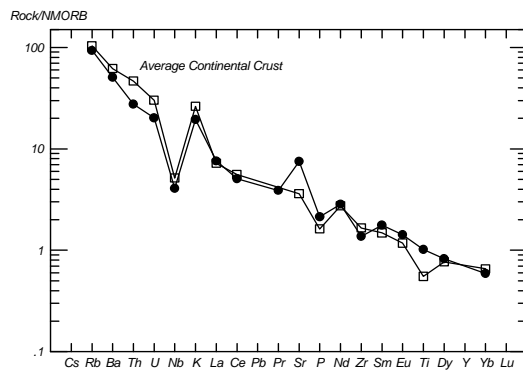
شکل ۷: نمودار مجموع آلکالن در برابر سیلیس از (Irvin & Baragar 1971)



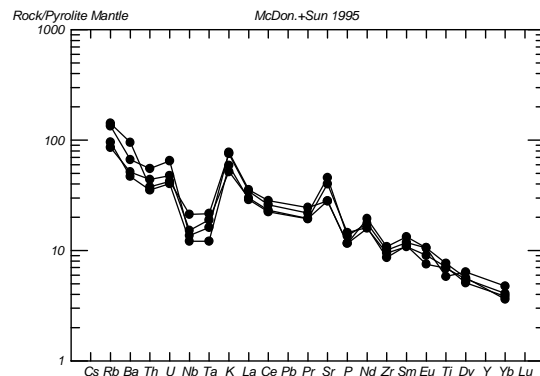
شکل ۱۰: روند تغییرات CaO/Al_2O_3 نسبت به MgO



شکل ۹: روند تغییرات Al_2O_3 نسبت به MgO

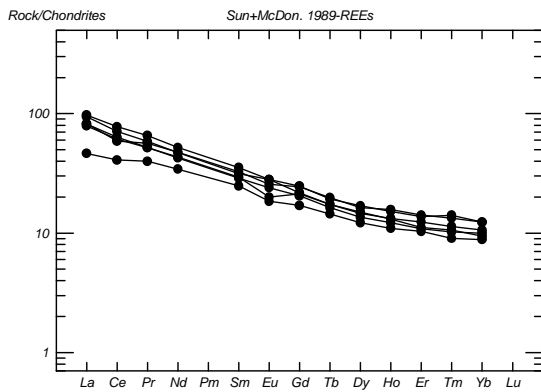


شکل ۱۲: الگوی میانگین عناصر کمیاب منطقه در مقایسه با مقادیر میانگین پوسته قاره ای

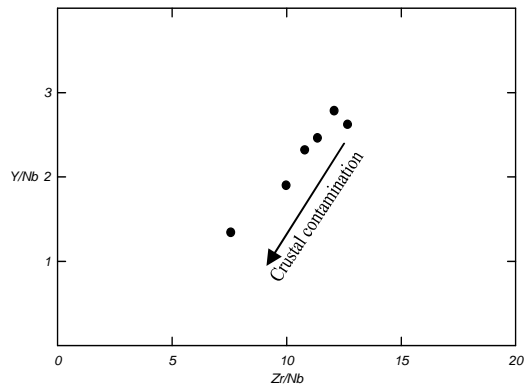


شکل ۱۱: الگوی عناصر کمیاب دایکهای منطقه بهنجار شده با گوشته پیرولیتی (Sun & McDonough 1995)

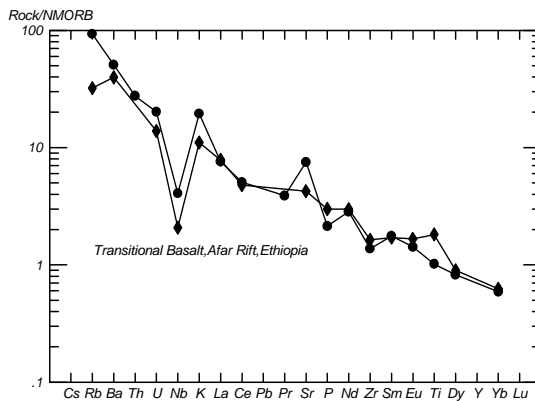
در شکل (۱۲) الگوی میانگین عناصر کمیاب منطقه در مقایسه با مقادیر میانگین پوسته قاره‌ای بهنجار شده با مقادیر مورب نوع N نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، دایک‌های بازالتی دارای روندهای عنصری مشابه پوسته قاره‌ای بوده و با آن‌ها آرایش یافته‌اند. در دیاگرام Y/Nb در برابر Zr/Nb نمونه‌ها به خوبی از روند آرایش پوسته‌ای تبعیت می‌کنند (شکل ۱۳). با افزایش آرایش پوسته‌ای، هر دو نسبت Y/Nb و Zr/Nb کاهش می‌یابد (Wilson 1989).



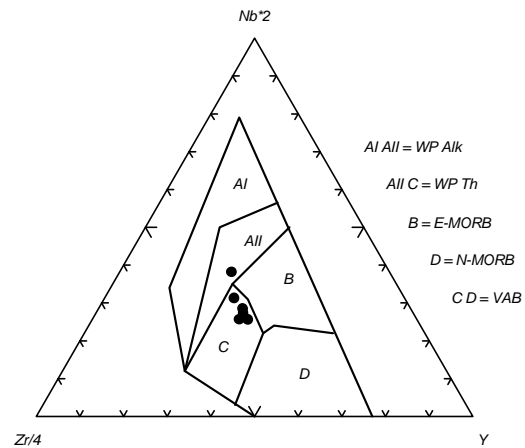
شکل ۱۴: الگوی عناصر REE دایک‌های بازالتی منطقه



شکل ۱۳: دیاگرام Y/Nb در برابر Zr/Nb برای دایک‌های بازالتی منطقه. بردار آرایش پوسته‌ای از (Wilson 1989)



شکل ۱۶: مقایسه‌ای مابین بازالت‌های تحولی ریفت اتیوپی با دایک‌های بازالتی منطقه



شکل ۱۵: موقعیت دایک‌های منطقه در نمودار مثلثی (Meschede 1986) Zr/4-Nb*2-Y

الگوی عناصر REE دایک‌های بازالتی در شکل (۱۴) نشان داده شده است. غنی‌شدگی عناصر LREE تا ۱۰۰ برابر کندریت در برابر غنی‌شدگی عناصر HREE تا ۱۰ برابر مقدار کندریتی به خوبی مشخص است. غنی‌شدگی عناصر LREE/HREE معمولاً به وسیله فرآیند هضم و تفریق (AFC) و درگیری مذاب با مواد پوسته‌ای توضیح داده می‌شود (Thompson 1991). غلظت‌های ۱۰ برابر کندرینی عناصر HREE احتمالاً نشانه آنست که گارنت در ناحیه منشأ حضور ندارد (Jung 2003). نسبت K_2O/Na_2O این دایک‌ها در حدود ۰/۵ بوده که نشانه‌های مرتب با مناطق غیرکوهزایی می‌باشند (Wilson & Downes 2005). نسبت پایین Nb/U (در حدود ۱۰) نشانه آلودگی پوسته‌ای این بازالت‌ها بوده چرا که در بازالت‌های اقیانوسی (MORB + OIB) این نسبت در حدود 47 ± 10 است (Hofmann et al 1986).

در شکل (۱۵) در نمودار مثلثی (Meschede 1986) نمونه را در محدوده AII-C یعنی تولایت‌های داخل صفحه را نشان می‌دهند. این موضوع پیامد آلودگی پوسته‌ای بوده چرا که با افزایش آلودگی پوسته‌ای نمونه‌ها از رأس Nb و Zr فاصله گرفته و به قطب Y متمایل می‌شود.

در شکل (۱۶) مقایسه‌ای مابین بازالت‌های تحولی ریفت اتیوپی با دایک‌های بازالتی منطقه به‌نجار شده با مقادیر مورب نوع (N) نشان داده شده است. هماهنگی روند الگوها بخوبی مشخص است. بازالت‌های ریفت اتیوپی از نوع

انتقالی بوده و از یک منبع استنوسفری تهی شده نشأت گرفته که به درجاتی با پوسته قاره آلوده شده‌اند (Wilson 1989).

بر طبق مطالعات انجام گرفته بر روی بازالت‌های جواهردشت (حق نظر و همکاران ۱۳۸۷) این بازالت‌ها نیز از نوع انتقالی یا تحولی بوده که ماگما از یک گوشته تهی شده با رخساره اسپیل از اعماق حدود ۶۰ کیلومتری نشأت گرفته و با سنگ‌های پوسته قاره‌ای آلوده شده‌اند. با توجه به شباهت‌های فراوان کانی شناسی و خصوصیات ژئوشیمیایی دایک‌های مورد مطالعه با بازالت‌های جواهردشت، به نظر می‌رسد، این دایک‌ها به عنوان معابر تغذیه کننده (Feeder dyke) بازالت‌های منطقه جواهردشت عمل نموده‌اند و در یک محیط ریفت درون قاره‌ای تشکیل شده‌اند.

۵- نتیجه گیری

دایک‌های بازالتی در منطقه جواهردشت به درون واحدهای آهکی ژوراسیک فوقانی - کرتاسه زیرین تزریق شده و احتمالاً سن آن‌ها کرتاسه فوقانی می‌باشند. این دایک‌ها جزو بازالت‌های سری تحولی یا انتقالی بوده و مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی حکایت از تفریق کانی‌های کلینوپیروکسن و اولیوین در تحولات ماگمایی این سنگ‌ها دارد. مطالعه بر روی روند عناصر ناسازگار و همچنین نسبت‌های عناصر کمیاب آن‌ها نشان می‌دهد که این بازالت‌ها با سنگ‌های پوسته قاره‌ای آلوده شده‌اند. روند عناصر REE در این بازالت‌ها و غنی شدگی از عناصر LREE در برابر HREE حکایت از تأثیر فرآیند AFC در این سنگ‌ها دارد. مقادیر HREE در این گدازه‌ها فقدان گارنت را در ناحیه منشاء نشان می‌دهد. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که این بازالت‌ها قابل مقایسه با بازالت‌های تحولی ریفت ایتوپی و بازالت‌های تحولی جواهردشت بوده و به عنوان مجاری تغذیه کننده بازالت‌های جواهردشت در کرتاسه عمل نموده‌اند.

منابع

۱. فیروز، ب. و همکاران، ۱۳۸۲. نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ جواهرده، سازمان زمین شناسی کشور.
۲. حق نظر، ش.؛ وثوقی عابدینی، م. و پورمعافی، م.، ۱۳۸۷. خصوصیات ناحیه منشأ گوشته ای بازالت‌های منطقه جواهردشت (شرق گیلان)، مجله زمین شناسی ایران، سال ۲، شماره ۸، ۴۷-۵۴.
3. Cox, K.G., Bell, J.D. and Pankhurst, R.J., 1979. The interpretation of igneous rocks. George Allen and unwin, London, 450P.
4. Hofmann, A.W., Jochum, K.P., Seufert, M. and White, W.M., 1986. Nd and Pb in Oceanic basalts, New constraints on mantle evolution. Earth Planet. Sci. Lett. 90, 297-317.
5. Irvin, T.N. and Baragar, W.R.A., 1971. A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. Can. J. Sci., 8, 523-548.
6. Meschede, M., 1986. A method of discrimination between different types of mid-ocean-ridge basalt and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. chemical Geology. 56, 207-218.
7. Pearce, J.A., 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. in: Thrope, R.S. (ed) Andsites, Wiley, Chichester, 528-548.
8. Roy, A.; Sarkar, A.; Jeyakumar, S.; Aggrawal, S.k. and Ebihara, M., 2002. Sm-Nd age and mantle source characteristics of the Dhanjori volcanic rocks. Eastern India, Geochemical Journal, 36, 403-518.
9. Sun, S.S. and McDonough, W.F., 1989. Magmatism in the oceanic basalts. [A.D. Saunders & M.J. Norry, Her ausgeber], Geol. Soc. Special Publ. 42, 313-345.
10. Thompson, R.A., 1991. Oligocene Basaltic volcanism of the northern Rio Grande Rift: San Luis Hills, Colorado, Journal of Geophysical Research, 96(B8), 13577-13592.
11. Winchester, J.A. and Floyd, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation product using immobile elements. Chemical Geology. 20, 325-343.
12. Wilson, M., 1989. Igneous petrogenesis- A global tectonic approach, Unwin Hyman London, 466p.
13. Wilson, M., Downes, H., 2006. Tertiary-Quaternary intra- plate magmatism in Europe and its relationship to mantle dynamics, Geological Society, London, 32, 147-166.