

بررسی خصوصیات تکتونوماگمایی بازالت های جواهردشت در شرق گیلان

شهرزاد حق نظر*

گروه زمین شناسی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

منصور وثوقی عابدینی، محمد پور معافی

گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

سارا ملکوتیان

گروه زمین شناسی، واحد دماوند، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۱۶

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۱۶

چکیده

مقدمه: بازالت های جواهردشت به سن کرتاسه رخنمون وسیعی را در دامنه شمالی البرز در شرق گیلان تشکیل می دهند. در مورد جایگاه زمین ساختی این بازالت ها نظرات گوناگونی ابراز شده است. برخی از نظریه ها این بازالت ها را در ارتباط با مجموعه های افیولیتی دانسته و نظریات دیگر آن ها را به حوضه های کششی پشت قوسی مرتبط می دانند.

هدف: تعیین محیط زمین ساختی این بازالت ها و جایگاه ژئودینامیکی آن ها از اهداف این مطالعه می باشد. **روش بررسی:** در راستای انجام این تحقیق ۱۲ نمونه به روش XRF مورد تجزیه عنصری قرار گرفتند. نسبت های ایزوتوپی $^{144}\text{Nd} / ^{143}\text{Nd}$ و $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ پنج نمونه از بازالت های مورد مطالعه در آزمایشگاه کارلتون کانادا تعیین شدند.

نتایج: مطالعه بر روی روندالگوی عناصر ناسازگار و مقایسه آن ها با مقادیر پوسته ای و مطالعه بر روی نسبت های ایزوتوپی $^{144}\text{Nd} / ^{143}\text{Nd}$ و $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ و نسبت های عناصر کمیاب ناسازگار حاکی از آن است که

بازالت های منطقه در ارتباط با ماگماتیسیم مناطق کافتی درون قاره ای بوده که به درجاتی باسنگ های پوسته قاره ای آرایش یافته اند.

نتیجه گیری: در اثر رخداد آرایش پوسته ای، خصوصیات ژئوشیمیایی اولیه این بازالت ها تغییر کرده به نحوی که سیمای مناطق فرورانش را به طور کاذب نشان می دهند، و از این حیث کاملاً قابل قیاس با بازالت های تحولی کافت ریوگراند، کافت اتیوپی و ایالت بیسین اند رنج می باشند.

واژه های کلیدی: بازالت های جواهردشت، کافت درون قاره ای، مناطق فرورانش، آرایش پوسته ای

مقدمه

منطقه جواهردشت در ۴۵ کیلومتری جنوب شرق شهرستان رودسر در شرق استان گیلان و در موقعیت ۵۰'، ۳۶° و ۳۷° عرض شمالی و ۱۳'، ۵۰° و ۳۰' طول شرقی واقع شده است. برای دسترسی به منطقه از مسیر اصلی رودسر به چابکسر، پس از عبور از شهر کلاچای وارد بخش سیاهکلرود شده و از آن جا توسط یک جاده خاکی و کوهستانی- جنگلی وارد روستای جواهردشت می شویم (شکل ۱). این منطقه در تقسیم بندی های زون های زمین شناسی ایران در دامنه شمالی بخش غربی زون البرز مرکزی واقع شده است. بازالت های منطقه جواهردشت بخشی از رخنمون وسیع بازالت هایی را شامل می شوند که در روی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ جواهرده با واحد K_2^{PV} به سن کرتاسه پسین مشخص شده اند (شکل ۲). در مورد محیط زمین ساختی سنگ های کرتاسه در این بخش از البرز نظرات گوناگونی ابراز شده است. بسیاری از محققین حوضه خزر جنوبی و دامنه شمالی البرز را قسمتی از حوضه کششی پشت قوسی می دانند که تا مرحله تشکیل پوسته اقیانوسی خزر جنوبی پیش رفته است.^(۱، ۲) اما بعضی از محققین ضمن اشاره به آلودگی پوسته ای بازالت های کرتاسه البرز، فعالیت های آتشفشانی این زمان را در ارتباط با کشش همزمان با کوهزایی دانسته و آن را به فعالیت های کافت زایی حاشیه ایران مرکزی در کرتاسه^(۳) نسبت می دهند. در این مطالعه با توجه به شواهد ژئوشیمیایی و ایزوتوپی سعی شده است محیط زمین ساختی این بازالت ها مورد بررسی و مطالعه قرارگیرد. در این راستا تعداد ۱۲ نمونه از بازالت های منطقه در آزمایشگاه XRF(MAGIX-PRO) سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تجزیه شدند (جدول ۱). تعداد ۵ نمونه هم به منظور تعیین نسبت ایزوتوپی $^{144}\text{Nd} / ^{143}\text{Nd}$ و $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ در آزمایشگاه ایزوتوپی دانشگاه کارلتون اوتاوا در کشور کانادا مورد تجزیه قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۱ - نتایج تجزیه شیمیایی (XRF) بازالت های جواهردشت

نمونه	بازالت		اولین بازالت		آندزیت		اولیون بازالت		بازالت		اولیون بازالت		آندزیت بازالتی		اولیون بازالت		بازالت		
	JB16	JB25	JB13	JB8	JB10	JB3	JB5	JB22	JB17	JB2	JB4	JB27	JB16	JB25	JB13	JB8	JB10	JB3	
SiO2	۴۸/۲۹	۴۸/۳۰	۴۸/۷۷	۵۲/۲۸	۴۸/۲۴	۴۹/۰۲	۴۵/۹۸	۴۹/۶۹	۴۸/۲۳	۵۰/۲۲	۴۶/۱۷	۴۸/۶۳	۴۸/۲۹	۴۸/۳۰	۴۸/۷۷	۵۲/۲۸	۴۸/۲۴	۴۹/۰۲	۴۵/۹۸
Al2O3	۱۵/۴۲	۱۳/۳۴	۱۷/۶۹	۱۵/۳۹	۱۵/۸۷	۱۶/۱۱	۱۲/۵۴	۱۵/۳۴	۱۲/۶۷	۱۴/۱۶	۱۳/۱۳	۱۵/۰۵	۱۵/۴۲	۱۳/۳۴	۱۷/۶۹	۱۵/۳۹	۱۵/۸۷	۱۶/۱۱	۱۲/۵۴
Fe2O3	۱۱/۹۲	۱۲/۲۱	۱۱/۰۲	۱۱/۲۸	۱۱/۶۹	۱۲/۱۵	۱۲/۲۷	۱۱/۴۹	۱۱/۶۳	۱۱/۴۳	۱۱/۷۸	۱۳/۵۴	۱۱/۹۲	۱۲/۲۱	۱۱/۰۲	۱۱/۲۸	۱۱/۶۹	۱۲/۱۵	۱۲/۲۷
MgO	۴/۸۹	۷/۷۳	۴/۶۱	۴/۷۶	۶/۴۴	۳/۷۵	۹/۴۲	۴/۷۹	۸/۹۴	۶/۵۷	۸/۷۶	۴/۲۵	۴/۸۹	۷/۷۳	۴/۶۱	۴/۷۶	۶/۴۴	۳/۷۵	۹/۴۲
CaO	۸/۹۱	۸/۵۷	۹/۳۷	۶/۴۹	۹/۵۱	۸/۵۶	۱۰/۲۷	۸/۱۳	۹/۳۰	۹/۶۷	۱۱/۰۸	۸/۷۲	۸/۹۱	۸/۵۷	۹/۳۷	۶/۴۹	۹/۵۱	۸/۵۶	۱۰/۲۷
Na2O	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۳۵	۲/۳۹	۲/۶۴	۲/۳۳	۱/۷۰	۱/۹۴	۲/۲۰	۲/۱۰	۱/۸۲	۲/۸۴	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۳۵	۲/۳۹	۲/۶۴	۲/۳۳	۱/۷۰
K2O	۲/۴۳	۱/۸۷	۱/۷۰	۲/۲۹	۰/۸۲	۳/۲۷	۱/۷۰	۳/۳۹	۱/۷۳	۲/۴۷	۱/۵۹	۲/۱۶	۲/۴۳	۱/۸۷	۱/۷۰	۲/۲۹	۰/۸۲	۳/۲۷	۱/۷۰
MnO	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴
TiO2	۱/۱۰	۱/۱۸	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۴	۱/۱۷	۰/۷۸	۰/۹۸	۱/۰۳	۰/۹۵	۰/۸۴	۱/۱۹	۱/۱۰	۱/۱۸	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۴	۱/۱۷	۰/۷۸
P2O5	۰/۳۵	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۳۶	۰/۲۸
Mg [#]	۴۶/۱	۵۵/۸	۴۵/۸	۴۴	۵۱/۷	۳۷/۵	۶۰/۵	۴۴	۶۱/۱	۵۳/۳	۶۰	۳۸/۴	۴۶/۱	۵۵/۸	۴۵/۸	۴۴	۵۱/۷	۳۷/۵	۶۰/۵
L.O.I.	۳/۳۴	۳/۶۹	۲/۶۸	۳/۳	۳/۰۵	۲/۵۸	۴/۲۳	۳/۴۵	۳/۱۱	۱/۷۷	۳/۹۴	۲/۸۷	۳/۳۴	۳/۶۹	۲/۶۸	۳/۳	۳/۰۵	۲/۵۸	۴/۲۳
Sn	۲/۴	۲/۴	۲/۳	۲/۷	۲/۳	۲/۲	۲/۵	۲/۲	۲	۲/۵	۲/۱	۲/۲	۲/۴	۲/۴	۲/۳	۲/۷	۲/۳	۲/۲	۲/۵
Th	۲/۲	<۲	۳/۹	<۲	۲/۹	<۲	۲/۱	<۲	۴	<۲	<۲	<۲	۲/۲	<۲	۳/۹	<۲	۲/۹	<۲	۲/۱
V	۲۵۹/۲	۲۳۲/۸	۲۲۱/۹	۲۰۵/۸	۲۰۳/۲	۲۴۲/۱	۲۲۶/۳	۲۳۶/۶	۲۰۰/۵	۲۴۵	۲۴۸/۸	۲۶۷/۲	۲۵۹/۲	۲۳۲/۸	۲۲۱/۹	۲۰۵/۸	۲۰۳/۲	۲۴۲/۱	۲۲۶/۳
Nb	۱۲/۹	۱۱/۱	۱۰/۲	۱۳/۵	۱۲/۵	۱۳/۵	۷/۶	۱۱/۷	۱۲/۱	۸/۵	۶	۱۳/۳	۱۲/۹	۱۱/۱	۱۰/۲	۱۳/۵	۱۲/۵	۱۳/۵	۷/۶
Ba	۳۵۷/۱	۵۴۰	۳۹۱/۷	۴۹۹/۳	۲۵۳/۵	۳۷۵/۸	۲۶۹	۳۹۸/۸	۲۹۸/۳	۳۸۸/۴	۲۹۰/۵	۳۸۰/۱	۳۵۷/۱	۵۴۰	۳۹۱/۷	۴۹۹/۳	۲۵۳/۵	۳۷۵/۸	۲۶۹
Ce	۴۰/۲	۴۸/۴	۳۷/۵	۵۱	۳۱/۹	۳۵/۹	۳۵/۱	۳۸/۳	۳۳	۳۹/۳	۳۲	۳۵	۴۰/۲	۴۸/۴	۳۷/۵	۵۱	۳۱/۹	۳۵/۹	۳۵/۱
Hf	۷/۲	۵/۵	۴/۶	۸/۸	۴/۴	<۴	۴/۶	۷/۲	۸/۱	۱۱/۳	۸/۵	۵/۸	۷/۲	۵/۵	۴/۶	۸/۸	۴/۴	<۴	۴/۶
Pb	۸/۴	۹/۲	۸/۱	۱۷/۷	۷/۸	۸/۲	۸/۱	۱۰/۱	۷/۸	۷/۸	۸/۲	۸/۶	۸/۴	۹/۲	۸/۱	۱۷/۷	۷/۸	۸/۲	۸/۱
Nd	۳۷	۴۳/۷	۷/۳	۱۸/۲	۱۵	۳۱/۲	۲۸	۱۱/۴	۲۲/۱	۱۸/۲	۱۲/۶	۳۸/۹	۳۷	۴۳/۷	۷/۳	۱۸/۲	۱۵	۳۱/۲	۲۸
Ni	<۵	۸	<۵	۶/۹	<۵	<۵	۱۲۹/۴	۱۲/۹	۱۱۸/۲	۳۵/۵	۱۱۵/۵	<۵	<۵	۸	<۵	۶/۹	<۵	<۵	۱۲۹/۴
Rb	۳۹/۸	۵۹/۲	۵۱/۱	۷۱/۸	۲۸/۹	۷۱/۴	۳۹/۳	۶۹/۱	۴۸/۷	۵۰/۹	۴۳/۸	۳۹/۳	۳۹/۸	۵۹/۲	۵۱/۱	۷۱/۸	۲۸/۹	۷۱/۴	۳۹/۳
Sr	۶۰۰/۲	۵۷۹/۲	۸۱۷/۲	۵۹۴/۱	۷۱۵/۹	۶۸۷/۹	۵۰۹/۷	۶۴۲/۶	۵۱۳/۳	۶۳۹/۵	۵۶۸/۳	۶۱۲/۱	۶۰۰/۲	۵۷۹/۲	۸۱۷/۲	۵۹۴/۱	۷۱۵/۹	۶۸۷/۹	۵۰۹/۷
Y	۳۱	۳۱/۷	۲۹/۵	۳۷/۹	۲۴/۷	۳۴/۳	۲۷	۳۴/۲	۳۱/۴	۳۰/۲	۲۷/۶	۳۰/۳	۳۱	۳۱/۷	۲۹/۵	۳۷/۹	۲۴/۷	۳۴/۳	۲۷
Cr	۲۸/۸	۹۲/۳	۱۵/۷	<۱۰	۴۱/۵	<۱۰	۳۰۷/۸	۴۶/۹	۲۲۱/۳	۱۴۱	۳۲۸/۷	۱۹/۵	۲۸/۸	۹۲/۳	۱۵/۷	<۱۰	۴۱/۵	<۱۰	۳۰۷/۸
Zr	۱۴۰/۹	۱۳۱/۸	۱۵۳/۶	۱۵۸/۳	۱۵۱/۸	۱۵۴/۳	۱۱۴	۱۵۳/۳	۱۳۵/۶	۱۳۷/۴	۱۱۷/۵	۱۴۸/۱	۱۴۰/۹	۱۳۱/۸	۱۵۳/۶	۱۵۸/۳	۱۵۱/۸	۱۵۴/۳	۱۱۴
Tb	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱
Ta	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵
Eu	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳	<۳
Sc	۲۷/۵	۳۰/۵	۲۶/۵	۲۵/۱	۲۹/۳	۲۷/۶	۲۹/۱	۲۷	۲۶/۵	۳۱/۲	۳۲/۳	۲۶/۶	۲۷/۵	۳۰/۵	۲۶/۵	۲۵/۱	۲۹/۳	۲۷/۶	۲۹/۱
Cu	۱۲۳/۴	۸۳/۱	۱۱۲/۵	۵۴/۹	۴۷/۶	۱۳۴/۸x	۱۲۰/۸	۱۲۸/۸	۹۷/۱	۱۴۱/۱x	۱۲۴/۹	۱۴۸/۷x	۱۲۳/۴	۸۳/۱	۱۱۲/۵	۵۴/۹	۴۷/۶	۱۳۴/۸x	۱۲۰/۸
Co	۳۷/۷	۴۱/۱	۳۵	۳۰/۴	۳۸	۳۸/۹	۴۲/۲	۳۳/۹	۳۷	۳۸	۳۹/۷	۴۳/۹	۳۷/۷	۴۱/۱	۳۵	۳۰/۴	۳۸	۳۸/۹	۴۲/۲
Zn	۸۶/۱	۱۱۷/۶	۹۷/۹	۲۴۷/۵x	۸۰	۹۹/۱	۸۸/۱	۱۰۴	۹۴/۵	۹۷/۹	۸۳/۵	۱۱۴/۸	۸۶/۱	۱۱۷/۶	۹۷/۹	۲۴۷/۵x	۸۰	۹۹/۱	۸۸/۱
Cs	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵
Ga	۱۹/۹	۱۹/۸	۲۱/۹	۲۳	۲۰/۸	۲۱/۱	۱۹/۲	۲۱/۶	۲۱/۹	۲۰/۷	۱۸/۳	۱۹/۹	۱۹/۹	۱۹/۸	۲۱/۹	۲۳	۲۰/۸	۲۱/۱	۱۹/۲
Mo	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵	<۵

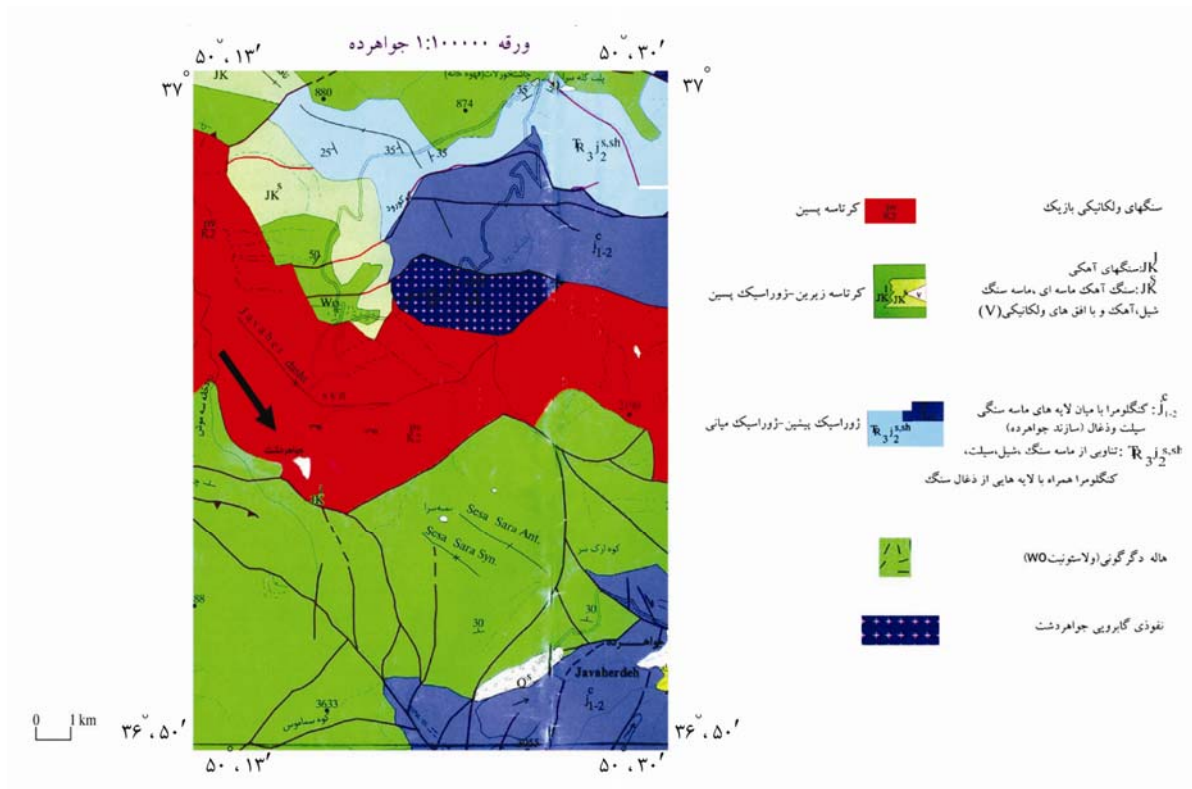
*: بیشتر از بالاترین حد قابل اندازه گیری

جدول ۲- نتایج تجزیه ایزوتوپی Nd و Sr بازالت های جواهردشت

Sample	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2-sigma	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	2-sigma
J-B-2	۰/۷۰۴۴۸۲	۰/۰۰۰۰۱۰	۰/۵۱۲۶۶۰	۰/۰۰۰۰۰۹
J-B-3	۰/۷۰۴۶۴۸	۰/۰۰۰۰۱۰	۰/۵۱۲۶۹۲	۰/۰۰۰۰۰۹
J-B-4	۰/۷۰۴۲۲۵	۰/۰۰۰۰۱۰	۰/۵۱۲۷۲۷	۰/۰۰۰۰۰۸
J-B-8	۰/۷۰۵۳۸۷	۰/۰۰۰۰۱۱	۰/۵۱۲۵۱۷	۰/۰۰۰۰۰۸
J-B-25	۰/۷۰۴۸۵۶	۰/۰۰۰۰۱۲	۰/۵۱۲۶۸۸	۰/۰۰۰۰۰۸
NBS987	۰/۷۱۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۱۱		
La Jolla			۰/۵۱۱۸۴۸	۰/۰۰۰۰۰۶



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه جواهردشت



شکل ۲- بخشی از گوشه شمال شرقی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ جواهرده که محدوده مورد مطالعه در روی آن واقع شده است.

مواد و روش ها

سنگ نگاری

با مطالعه پتروگرافی بر روی نمونه های برداشت شده از بخش های مختلف توده بازالتی جواهردهشت، ما

توانستیم مجموعه های سنگی زیر را از هم تفکیک نمائیم:

۱- اولیوین بازالت ها ۲- اولیوین بازالت های آندزیتی ۳- آندزیت های بازالتی و ترم های تفریق یافته

۴- دلریت ها و اولیوین دلریت ها که بیشتر به صورت دایک دیده می شوند.

۵- برش های آتشفشانی و توف های برشی شده و بخش های جوش خورده

بافت غالب سنگ های منطقه پورفیریک با خمیره میکرولیتی و گلومروپورفیریک می باشد. از ویژگی های

کانی شناسی سنگ های منطقه وجود بلورهای تیتان اوژیت به صورت فنوکریست بوده که دارای ساختمان منطقه ای

متحدالمرکز هستند، به نحوی که یک حاشیه قهوه ای تاقهوه ای متمایل به بنفش در آن ها به خوبی مشخص است.

بعضاً این کلینوپیروکسن ها خوردگی خلیجی و حاشیه های مضرس را نشان می دهند.

اولیوین بازالت های منطقه فاقد فنوکریست پلاژیوکلاز می باشند و حاوی درشت بلورهای اولیوین کاملاً

سرپانتینی و کلریتی شده و فنوکریست های تیتان اوژیت هستند که گاهاً به صورت گلومروپورفیریک دیده می شوند.

در نمونه های اولیوین بازالت های آندزیتی تا آندزیت های بازالتی به تدریج پلاژیوکلاز به صورت فنوکریست ظاهر

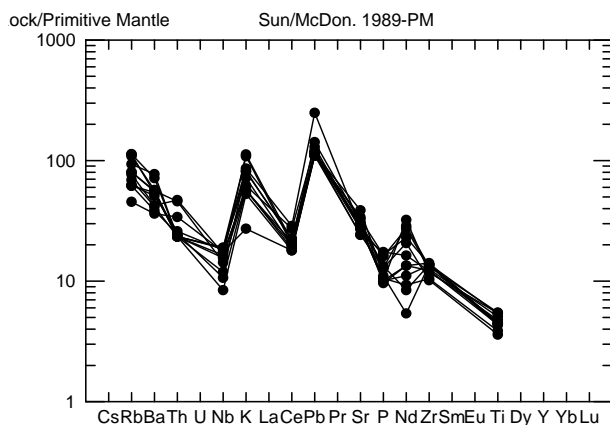
شده و در نمونه های تحول یافته تر درصد آن ها نسبت به فنوکریست های کلینوپیروکسن افزایش چشم گیری می

یابد. تفریق ماگمایی در این سنگ ها به حدی پیشرفت می نماید که منجر به ظهور کوارتز در خمیره سنگ در نمونه های تحول یافته و تشکیل آندزیت های بازالتی کوارتزدار می گردد.

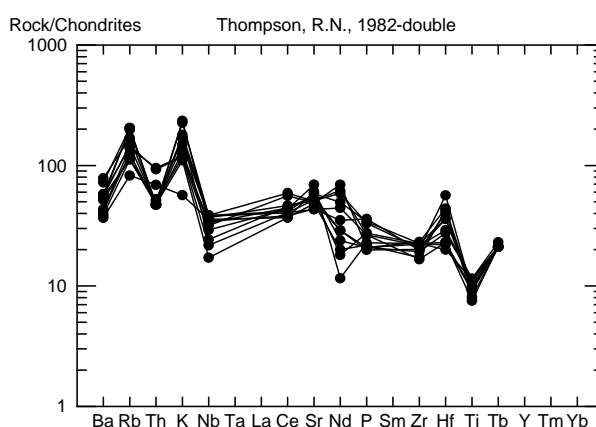
نتایج و بحث

بررسی الگوهای نمودارهای چند عنصری عناصر ناسازگار بازالت های جواهردشت

در شکل (۳) و شکل (۴) الگوی فراوانی عناصر ناسازگار بازالت های جواهردشت که نسبت به کندریت تامپسون^(۴) و گوشته اولیه سان و مک دونوف^(۵) به هنجار شده اند، نشان داده شده است. در این الگوها غنی شدگی از عناصر LIL یعنی Ba, Pb, K, Rb و تهی شدگی در Th, Ti, Nb, Ce, Zr به خوبی مشخص است. به عقیده رولینسون^(۶) آنومالی منفی Nb شاخص سنگ های قاره ای و نشان دهنده شرکت پوسته در فرایندهای ماگمایی می باشد. آنومالی منفی Ti نیز یک شاخص مشخص سنگ های پوسته ای است. هرچند که آنومالی های منفی Nb و Ti خاص مناطق فرورانش و آنومالی های مثبت آنها خاص مناطق کششی و کافتی است^(۷)، اما در بازالت های طغیانی قاره ای نیز آنومالی های منفی Nb و Ti دیده می شود. از دلایل مهم این ناهنجاری منفی هضم سنگ های پوسته ای توسط ماگمای بازالتی می باشد. فقر پوسته از عناصر Nb و Ti باعث می شود که ماگماهای بازالتی آرایش یافته با پوسته قاره ای ناهنجاری منفی نسبت به عناصر فوق نشان دهند.^(۹ و ۱۰)



شکل ۴- الگوی فراوانی عناصر ناسازگار بازالت های جواهردشت به هنجار شده با گوشته اولیه سان و مک دونوف^(۵)



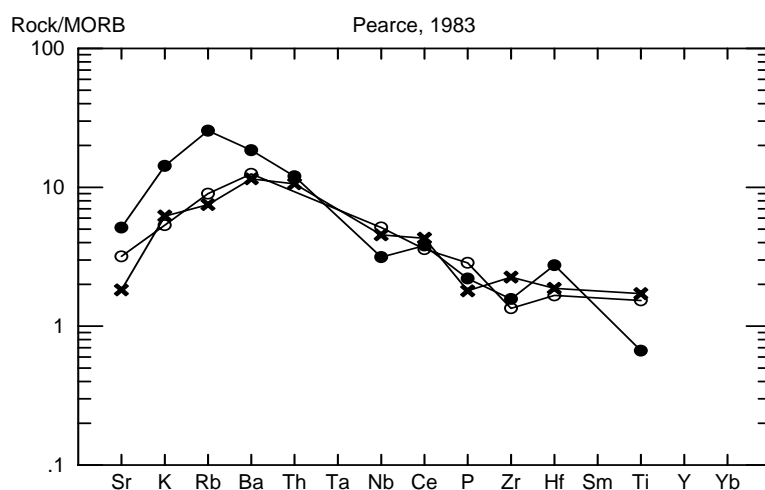
شکل ۳- الگوی فراوانی عناصر ناسازگار بازالت های جواهردشت به هنجار شده با کندریت تامسون^(۴)

از طرفی عناصر (LIL) در پوسته قاره ای متمرکز هستند و غلظت بالای آنها در سنگ های منطقه می تواند نشان دهنده آرایش پوسته ای ماگماهای تشکیل دهنده سنگ های منطقه باشد.^(۶)

در نمودارهای عنکبوتی از سمت چپ به راست یک شیب منفی مشاهده می شود که این موضوع به همراه الگوهای پرفراز و نشیب، به آلودگی پوسته ای این بازالت ها تفسیر می شود.^(۷) همان طور که بیان گردید بازالت های جواهردشت نسبت به گوشته از تمامی عناصر ناسازگار غنی شده اند و غنی شدگی بسیار بالاتری از

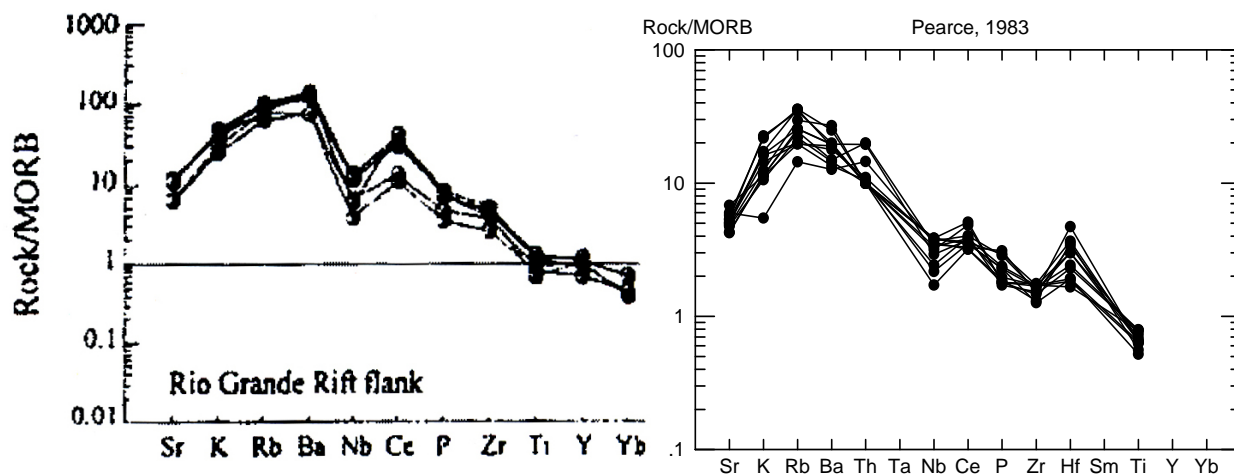
عناصر ناسازگار قوی یعنی عناصر LIL مثل Pb, K, Sr, Ba, Rb (بین ۵۰ تا ۱۰۰ برابر) نشان داده و نشیبی در P, Zr, Th, Ce, Ti, Nb نشان می دهند. این موضوع در بازالت های تحولی کافت اتیوپی و ریوگرانند در محدوده دشت آتشفشانی تائوس نیز دیده می شود. هر دو این بازالت ها شواهدی از آرایش پوسته ای را نشان می دهند.^(۹,۷) در شکل (۵) مقایسه ای ما بین مقادیر میانگین بازالت های جواهردشت و بازالت های کافت اتیوپی^(۱۱) و بازالت های طغیانی دکن^(۷) که با مقادیر مورب پیرس^(۱۲) به هنجار شده اند، نشان داده شده است. این بازالت ها الگوهای نسبتاً مشابهی با بازالت های قاره ای داشته و همگی شواهدی از آرایش پوسته ای را نشان می دهند.

در شکل (۶) مقایسه ای مابین بازالت های کافت ریوگرانند و بازالت های جواهردشت نشان داده شده است. به وضوح این بازالت ها به طور کلی نشیب و فرازهای مشابهی را با هم نشان می دهند.



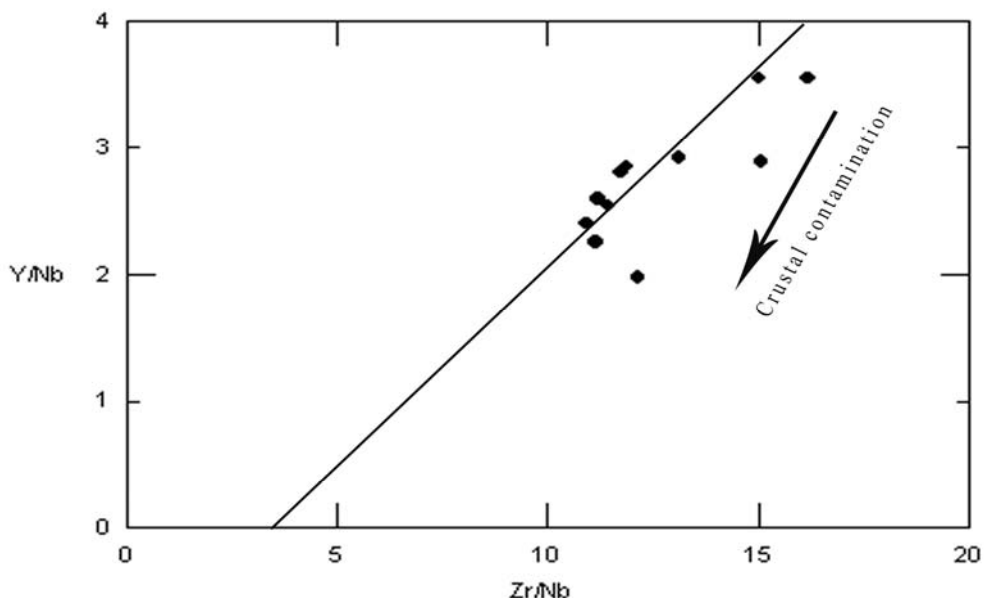
شکل ۵ - مقایسه الگوی میانگین عناصر ناسازگار بازالت های جواهردشت با بازالت های تحولی کافت اتیوپی و بازالت های طغیانی دکن به هنجار شده با مورب پیرس^(۱۲)

● بازالت های جواهردشت × بازالت های طغیانی دکن ○ بازالت های کافت اتیوپی



شکل ۶- مقایسه الگوی عناصر ناسازگار بازالت های جواهر دشت (سمت راست) با بازالت های کافت ریوگراند (سمت چپ) بهنجار شده با مورب پیرس^(۱۲)

در شکل (۷) تغییرات Y/Nb در برابر Zr/Nb برای بازالت های جواهر دشت نشان داده شده است. نمونه ها به خوبی روند آلودگی پوسته ای را تعقیب می نمایند. این روند مشابه روند بازالت های تحولی دشت آتشفشانی تائوس در کافت ریوگراند بوده که آرایش پوسته ای را نشان می دهند.^(۱۳) با افزایش آرایش پوسته ای هر دو نسبت Y/Nb و Zr/Nb کاهش می یابد.^(۷) بنابراین می توان اظهار نظر نمود که الگوی عناصر کمیاب ناسازگار بازالت های جواهر دشت شباهت زیادی به بازالت های مناطق کافتی درون قاره ای مثل کافت اتیوپی و ریوگراند نشان داده که به درجاتی با سنگ های پوسته قاره ای آلوده شده اند.



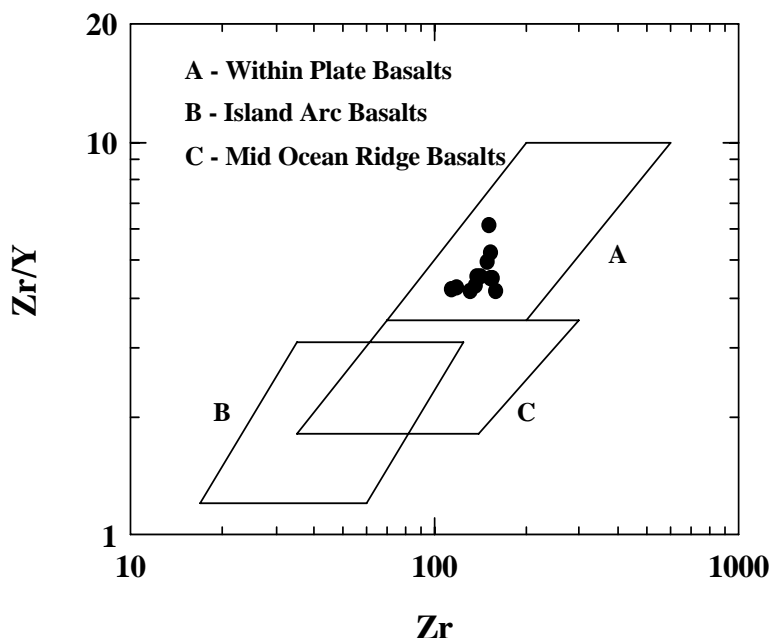
شکل ۷- نمودار تغییرات Y/Nb در برابر Zr/Nb برای بازالت های جواهر دشت. خط اریب روند بین یک ترکیب غنی شده مشخصه ماگمای کافت کنیا (در قسمت پایین) و یک ترکیب مورب تهی شده (در قسمت بالا) است.^(۱۳)

بررسی موقعیت بازالت های جواهردشت در نمودارهای تشخیص جایگاه های تکتونیکی

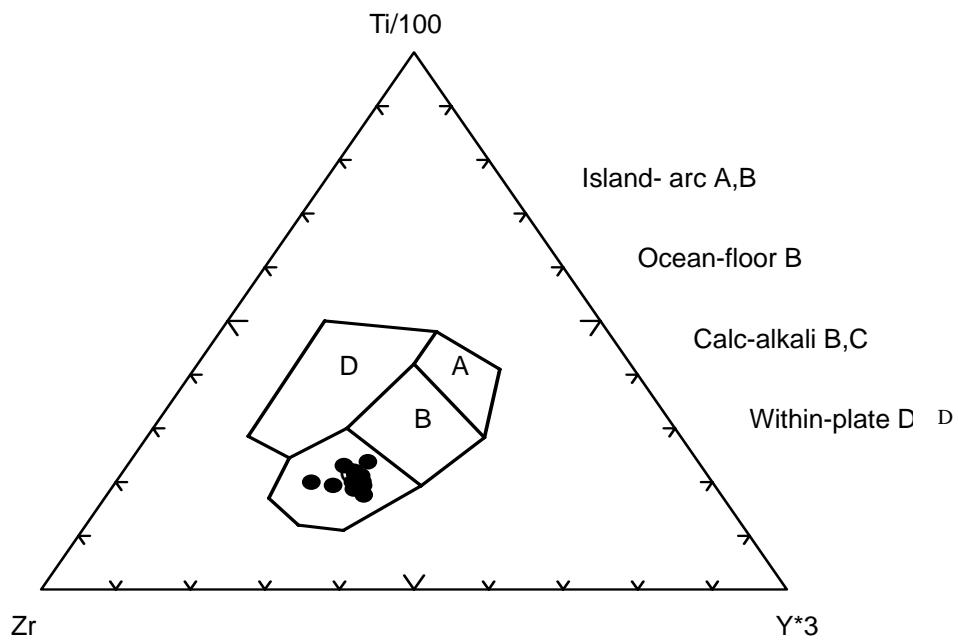
مطالعه بر روی نسبتهای عناصر ناسازگار شاخص و هم چنین روند الگوی عناصر ناسازگار نسبت به مراجع به هنجار شده، نشان داد که ماگماهای تشکیل دهنده بازالت های جواهردشت با پوسته قاره ای آلیش داشته اند.

بر اثر بر هم کنشی ماگماهای اولیه نشات گرفته از منشاء گوشته ای با مواد پوسته ای، در طی صعود، ترکیب اولیه ماگمای این سنگ ها از نظر ژئوشیمیایی مورد تغییر و تعدیل قرار گرفته است و این تحول باعث شده که بازالت های مورد مطالعه در نمودارهای تشخیص جایگاه تکتونیکی خصوصیات چندگانه و گاهی سیمای بازالت های مناطق فرورانش را به طور کاذب نشان دهند. بنابراین آلیش و هضم سبب تغییرات ژئوشیمیایی ماگماهای اولیه والد سنگ ها شده و سبب ناتوانی نمودارهای تکتونوماگمایی در تشخیص درست ماهیت اولیه ماگمای این سنگ ها می گردد. به عقیده ویلسون^(۷) خصوصیات عناصر کمیاب بازالت های در ارتباط با مناطق فرورانش نسبتاً شبیه بازالت های درون صفحه ای قاره ای هستند که با پوسته قاره ای آلوده شده اند.

بازالت های جواهردشت در نمودار Zr/Y در برابر Zr ^(۱۴) در محدوده بازالت های درون صفحه ای قرار می گیرند (شکل ۸). به علت آلیش پوسته ای محتوی Zr نمونه ها کاهش یافته و به احتمال قوی جایگاه ماگمای اولیه (بدون آلیش) قدری بالاتر از جایگاه کنونی یعنی بازهم در محدوده داخل صفحه بوده است.

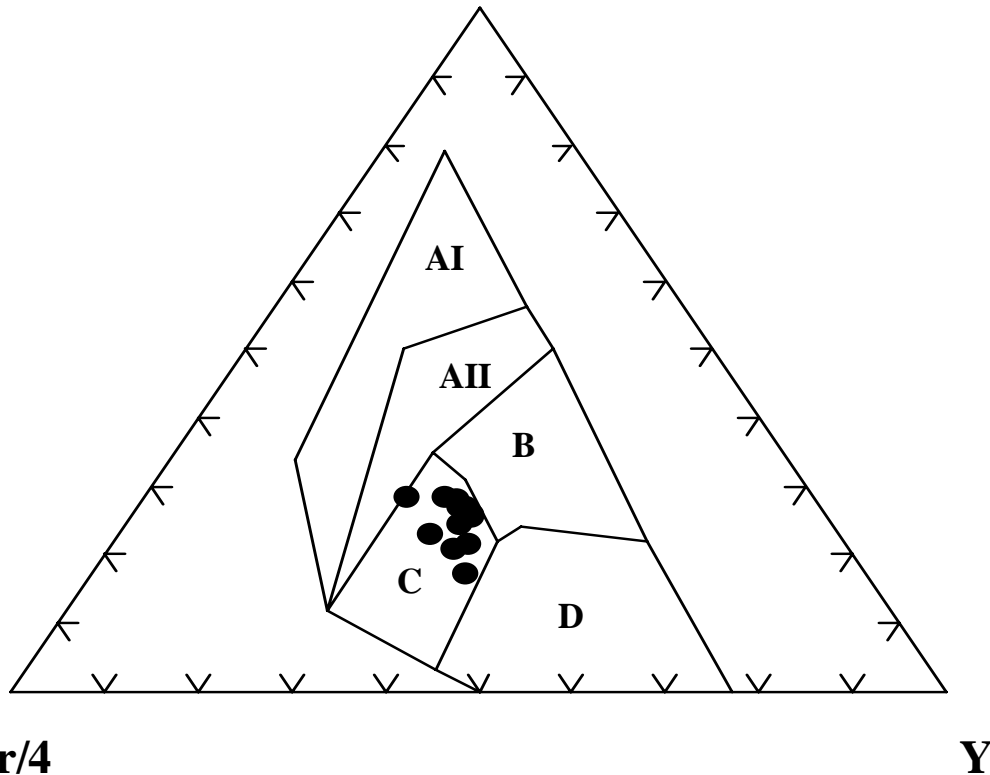


شکل ۸- موقعیت بازالت های جواهردشت در نمودار Zr/Y در برابر Zr از پیرس و نوری^(۱۴). همان طور که ملاحظه می شود این بازالت ها در محدوده درون صفحه ای واقع شده اند.



شکل ۹- موقعیت بازالت های جواهردشت در نمودار $Ti/100-Zr-Y*3$ از پیرس و کان^(۱۵). همان طور که ملاحظه می شود این بازالت ها در محدوده بازالت های کالک آلکانل مناطق قوسی واقع شده اند.

Nb*2



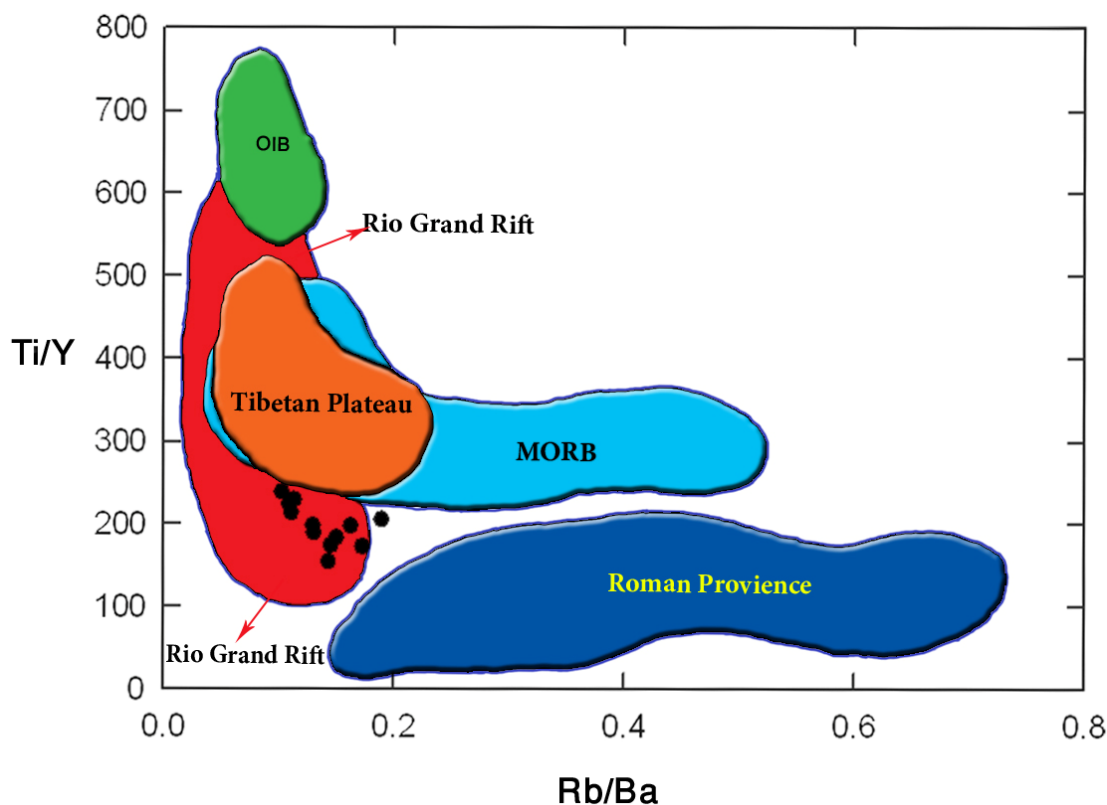
Zr/4

Y

شکل ۱۰- موقعیت بازالت های جواهردشت در نمودار $Nb*2-Zr/4-Y$ از مشد^(۱۶). همان طور که ملاحظه می شود این بازالت ها در محدوده مشترک بازالت های قوس های آتشفشانی و تولائیت های داخل صفحه واقع شده اند.

در نمودار مثلثی $Ti/100-Zr-Y*3$ از پیرس وکان^(۱۵) تمامی نمونه ها در محدوده بازالت های کالک آلکالن مناطق فرورانش قرار گرفته اند (شکل ۹). کاهش Ti و Zr به دلیل آلیش پوسته ای باعث شده که نمونه ها از راس Ti فاصله گرفته و در محیط C یعنی بازالت های کالک آلکالن جایگزین شوند. ماگمای اولیه (بدون آلیش) با احتمال زیاد مقدار Ti بالاتری داشته و جایگاه آن ها در محدوده بازالت های داخل صفحه بوده است.

در نمودار مثلثی $Nb*2-Zr/4-Y$ از مشد^(۱۶) نمونه ها در محدوده C یعنی محدوده مشترک تولایت های داخل صفحه و بازالت های قوس های آتشفشانی واقع شده اند (شکل ۱۰). فقر Nb به دلیل آلیش پوسته ای باعث شده که نمونه ها از راس Nb فاصله بگیرند. احتمالاً جایگاه ماگمای اولیه (بدون آلیش) در محدوده AI تا AII یعنی تولایت های داخلی صفحه و یا بازالت های آلکالن درون صفحه بوده است. شکل (۱۱) نمودار Ti/Y نسبت به Rb/Ba از آلیسی و دیگران^(۱۷) را نشان می دهد. در این نمودار جایگاه بازالت های محیط های اقیانوسی OIB و $MORB$ از جایگاه بازالت های محیط های کافتی و درون صفحه ای تفکیک شده اند. همان طور که ملاحظه می شود تقریباً تمامی نمونه ها در بخش قاعده ای محدوده کافت ریوگرانند با حداکثر آلیش پوسته ای جای گرفته اند.

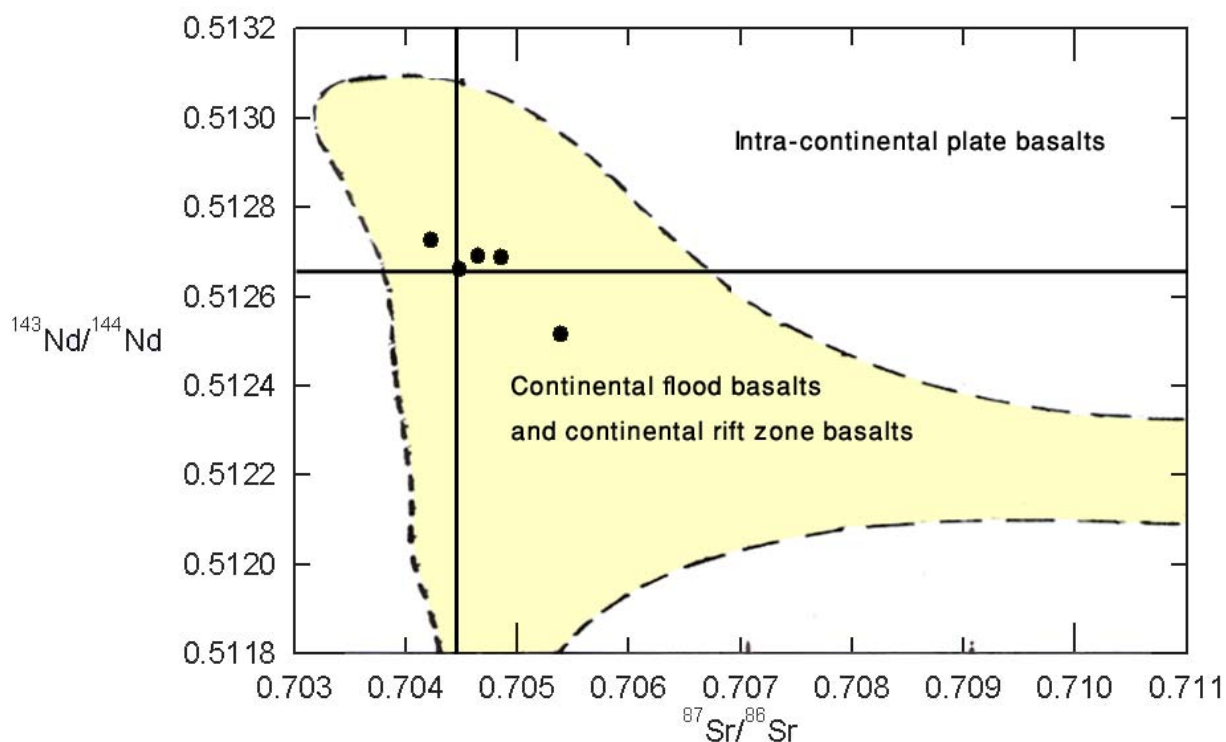


شکل ۱۱ - موقعیت بازالت های جواهردشت در نمودار Ti/Y در برابر Rb/Ba از آلیسی و همکاران^(۱۷)

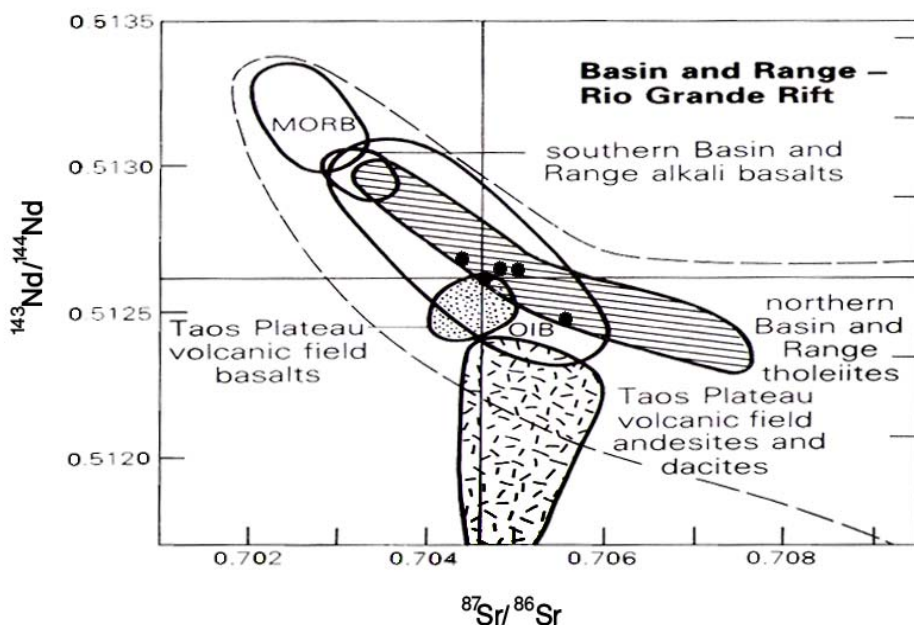
همان طور که ملاحظه می شود در نمودارهای تشخیص جایگاه تکتونیکی بازالت های جواهردشت یا در محدوده مناطق فرورانش و یا داخل صفحه قرار می گیرند. این موضوع به دلیل آلودگی ماگمای اولیه این بازالت ها با مواد پوسته ای بوده که منجر به فقر Ti, Zr, Nb و غنی شدگی از سایر عناصر در ماگما شده و کاربرد این نمودار ها را مشکل نموده است. این چندگانگی در بازالت های طغیانی قاره ای (CFB) و بازالت های مناطق کافتی (CRZ) نیز مشاهده می شود.^(۷)

بررسی نسبت های ایزوتوپی Nd و Sr بازالت های جواهردشت

در نمودار همبستگی ایزوتوپی $^{143}Nd / ^{144}Nd$ در برابر $^{87}Sr / ^{86}Sr$ (شکل ۱۲) محدوده تغییرات ایزوتوپی بازالت های داخل صفحه ای قاره ای نشان داده است.^(۷) به وضوح بازالت های جواهردشت در داخل محدوده بازالت های داخل صفحه قاره ای جای گرفته اند. روند منفی جایگیری ایزوتوپ های Nd-Sr معمولاً به هضم سنگ های پوسته زیرین قاره ای که در حد رخساره گرانولیت دگرگون شده اند، استناد می شود.^(۱۸)



شکل ۱۲ - موقعیت بازالت های جواهردشت و نمودار همبستگی ایزوتوپی Nd-Sr از ویلسون^(۷)



شکل ۱۳ - موقعیت بازالت های جواهردشت در محدوده های بازالت های مناطق کافتی درون قاره ای

در نمودار همبستگی ایزوتوپی Nd-Sr^(۷)

در شکل (۱۳) داده های ایزوتوپی Nd-Sr بازالت های مناطق کافتی درون قاره ای به منظور مقایسه با بازالت های جواهردشت نشان داده شده اند. نمونه ها به وضوح به صورت یک روند خطی در محدوده تولائیت های (Basin & Range) قرار می گیرند. همچنین یک نمونه نیز در مرز مشترک محدوده دشت آتشفشانی تائوس در محدوده کافت ریوگراندا و تولائیت های بیسین اند رنج واقع شده است. بازالت های ایالت بیسین اند رنج محدوده ای را نشان می دهند که ناشی از آلودگی پوسته ای ماگماهای نشات گرفته از گوشته منبع مورب باسنگ های پوسته قاره ای است.^(۷)

نتیجه گیری

مطالعه بر روی الگوی عناصر ناسازگار، نسبت های ایزوتوپی Nd و Sr و عناصر کمیاب و مقایسه آنها با مقادیر پوسته ای و مناطق کافتی نشان می دهد که بازالت های جواهردشت احتمالاً در ارتباط با ماگماتیسیم مناطق کافتی درون قاره ای بوده و ماگمای آنها درجات متغیری از آلیش پوسته ای را متحمل شده و از این جهت تقریباً قابل مقایسه با بازالت های تحولی کافت ریوگراندا و کافت اتیوپی و ایالت بیسین اند رنج می باشند.

References:

1. Alavi, M., *Geodyna.*, **21**, 1 (1996).
2. Graham, R.h., *S. C. S. G.*, 1 (2000).
3. Stampfli, G.M., *These Areas Permitted to Recognize Continental*, Hallaham, Geneve (1987).
4. Thompson, R.N., *Scott J. Geo.*, **18**, 49 (1982).
5. Sun, S.S., and McDonough, W.F., *Geol. Soc. Special Publ.*, **42**, 313 (1989).
6. Rollinson, H.R., *Paleopalynology*, Unwin Hyman, England. (1993).
7. Wilson, M., *Igneous Petrogenesis: a Global Tecto- Nic Approach*, Unwin Hyman, London (1989).
8. Thompson, R.N., Morrison, M.P., Dickin, A.P., and Hendry ,G.L., *Nantewich:shiva* (1983).
9. Cox, K.G., and Hawkesworth, C.J., *J. Petrol*, **26**, 355 (1985).
10. Fodor, R.V., *Earth planet. Sci. Lett.*, **84**, 423 (1987).
11. Barberi, F., and Ferrara, G., Santacrose, R., Treuil, M. Varet, J., *J. Petrol*, **16**, 22 (1975).
12. Pearce, j. A., *shiva Nantwich*, 230 (1983).
13. Dungan, M.A., Lindstrom, M.M., McMilan, N.J., Moorbath, S., Hoefs, S.J., and Haskin ,L.A., *J. Goophys. Res.*, **91**, 5999 (1986).
14. Pearce, J.A. , and Norry, M.J., *Contribution of Mineral. and petro.*, **69**, 33 (1979).
15. Pearce, J. A. , and Cann, J. R., *Earth and Planetary Sci. Lett.*, **19**, 290 (1973).
16. Meschede, M., *chem.. Geo.*, **56**, 207 (1986).
17. Alici, P., Temel, A., Gourgau, A., Kkieffer, G., and Gundogdu, M.N., *Geothrm. Res.*, **58**, 423 (1998).
18. Bernstein, S., Kelemen , P.B., Tegner, C., kurz, M.D., Blusztajn, J., and Kent Brooks, C., *Earth and Planetary Sci. Lett.*, **160**, 845 (1998).