

## خصوصیات ناحیه منشاء گوشته ای بازالت های منطقه جواهر دشت (شرق گیلان)، با توجه به شواهد ژئوشیمیایی و ایزوتوپی

شهرزاد حق نظر<sup>(۱)\*</sup>، منصور وثوقی عابدینی<sup>۲</sup> و محمدپورمعافی<sup>۳</sup>

- ۱ - گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
- ۲ - دانشیارگروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
- ۳ - دانشیارگروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۱۴

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۴

### چکیده

بازالت های جواهر دشت در دامنه شمالی بخش غربی زون البرز مرکزی واقع شده است. بررسی های ژئوشیمیایی عناصر اصلی و کمیاب و نیز نسبت های ایزوتوپی  $87_{Sr}/86_{Sr}$  و  $143_{Nd}/144_{Nd}$  نشان از نشات گیری ماگمای والد این بازالت ها از یک گوشته استنوسفری منبع مورب با ترکیب لرزولیت تهی شده با رخساره اسپینل دارد. این مطالعه ما نشان می دهد که این بازالت ها در فشارهای بین ۲۰-۱۵ کیلو بار و از اعماق کمتر از ۶۰ کیلومتر نشات گرفته و در حین صعود توسط سنگ های پوسته قاره ای تحتانی آلوده شده و به همین دلیل خصوصیات نواحی غنی شده را به طور کاذب نشان می دهند.

**واژه های کلیدی:** آلودگی پوسته ای، اسپینل لرزولیت، بازالت های جواهر دشت، گوشته منبع مورب

### مقدمه

(به وسیله هضم و آلیش) ترکیب ماگماها را تحت تاثیر قرار می دهند. خصوصاً آلیش پوسته ای موجب تغییر و تعدیل خصوصیات اولیه ماگماهای نشات گرفته از گوشته شده و مطالعه خصوصیات ناحیه منشاء و محاسبات مربوط به درجه ذوب بخشی که بر مبنای نمونه های اولیه و بدون آلیش بنیان گذاری شده اند را با مشکل مواجه می سازد.

در این مطالعه ما به کمک شواهد ژئوشیمیایی و ایزوتوپی خصوصیات ناحیه منشاء بازالت های جواهر دشت را مورد بررسی قرار گرفته است.

برای ژنز بازالت ها، ترکیب گوشته از بیشترین اهمیت برخوردار است. در این رابطه موقعیت یا ژرفای محیط ساخته شدن مذاب در گوشته استنوسفری و یا لیتوسفری نقش اساسی دارد. ژنز بازالت ها می تواند متأثر از منشاء های گوشته ای متفاوت باشد. این منابع شامل: منابع گوشته ای تهی شده یعنی منبع مورب تهی شده (DMM)، منبع MORB، منبع HIMU و منابع گوشته ای غنی شده شامل: منبع EM1 و منبع EM2 است (Weaver, 1991). این منابع به خوبی توسط مقادیر ایزوتوپی  $Nd$ ،  $Sr$  و  $Pb$  از هم تفکیک می شوند.

اما در محدوده های گوشته استنوسفری یعنی منابع HIMU, EM2, EM1, MORB که برای منشاء بازالت های قاره ای و اقیانوسی مسئولند، ترکیب لیتوسفر قاره ای هتروژن (به علت تولید مذاب یا متاسوماتیسمگوشته ای) و همچنین پوسته قاره ای

### موقعیت زمین شناسی و جغرافیایی

منطقه جواهر دشت در ۴۵ کیلومتری جنوب شرق شهرستان رودسر (در شرق گیلان) و در موقعیت  $36^{\circ}53'$  عرض شمالی و  $50^{\circ}22'$  طول شرقی قرار گرفته است.

\* نویسنده مرتبط

خصوصیات ناحیه منشاء گوشته ای بازالت های منطقه جواهردشت ...

تفکیک هستند:

- ۱- اولیوین بازالت ها
- ۲- اولیوین بازالت های آندزیتی
- ۳- آندزیت های بازالتی و ترم های تفکیک یافته
- ۴- دلریت ها و اولیوین دلریت ها که بیشتر به صورت دایک دیده می شوند
- ۵- برش های آتشفشانی و توفهای برشی شده و بخش های جوش خورده

بافت غالب بازالت های منطقه، پورفیریک با خمیره میکروولیتی و گلووموپورفیریک می باشد. از ویژگی های کانی شناسی بازالت های جواهر دشت وجود فنوکریست های تیتان اوزیت بوده که دارای ساختمان منطقه ای متحد المركز و حاشیه قهوه ای متمایل به بنفش می باشند.

### بررسی خاستگاه ماگمایی با توجه به شواهد ژئوشیمیایی عناصر اصلی و کمیاب

امروزه از مقدار نسبت های عناصر کمیاب ناسازگار شاخص، برای تشریح و شناسایی منابع مختلف گوشته ای و همچنین تحولات ماگمایی نظیر آرایش پوسته ای، هضم و تفریق بلوری استفاده می شود (Hofmann et al 1986, Weaver 1991, Wilson 1989, Jung 2003, Krienitz et al 2006).

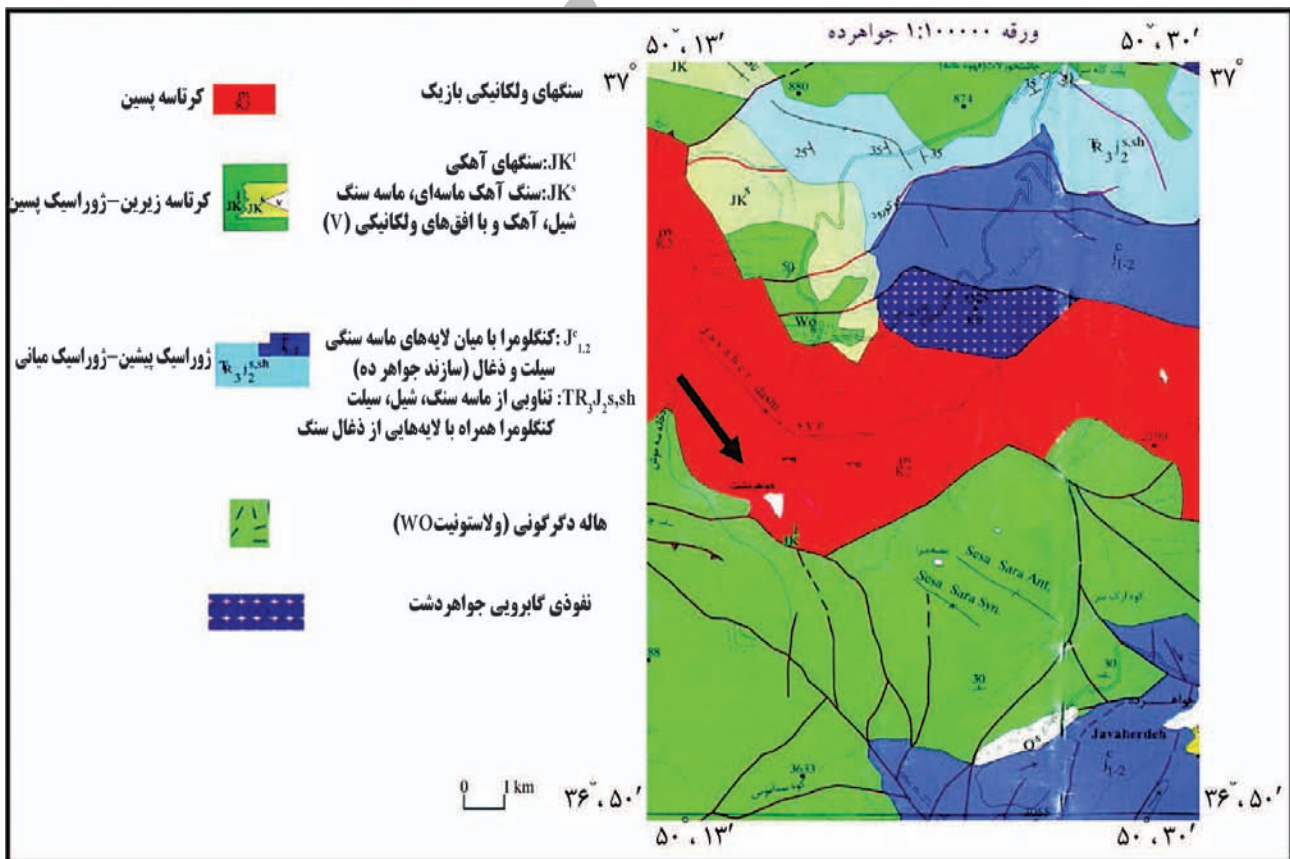
این منطقه در تقسیم بندی های زون های زمین شناسی و ساختاری ایران در دامنه شمالی بخش غربی زون البرز مرکزی واقع شده است. رخنمون عمده سنگ های منطقه طبق نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ جواهرده، متعلق به دوران مزوزوئیک بوده و برونزد غالب سنگ های ماگمایی منطقه جواهردشت سنگ های بازالتی و گابروئیدی به سن کرتاسه می باشد (شکل ۱).

### روش مطالعه

پس از مطالعه و نمونه برداری صحرائی تعداد ۱۵۰ نمونه برای مطالعات میکروسکوپی برداشت گردید. پس از مطالعات پتروگرافی و تفکیک دقیق سنگ های بازالتی منطقه، تعداد ۱۲ نمونه برای تجزیه شیمیایی عناصر اصلی و کمیاب انتخاب شد و به وسیله دستگاه XRF(MAGIX-PRO) سازمان زمین شناسی مورد تجزیه عنصری قرار گرفت (جدول ۱). از بین نمونه های فوق پنج نمونه برای مطالعه ایزوتوپی و تعیین نسبت های  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  و  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  انتخاب شدند و در آزمایشگاه ایزوتوپی دانشگاه Carleton اتاوا در کانادا مورد تجزیه ایزوتوپی قرار گرفتند (جدول ۲).

### سنگ نگاری

بر اساس مطالعات میکروسکوپی صورت گرفته بر روی نمونه های برداشت شده، واحدهای سنگی ذیل از یکدیگر قابل



شکل ۱- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه که بخشی از ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ جواهر ده می باشد.

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

نمونه	J-B-16	J-B-25	J-B-13	J-B-8	J-B-10	J-B-3	J-B-5	J-B-22	J-B-17	J-B-2	J-B-4	J-B-27
SiO <sub>2</sub>	48.29	48.30	48.77	52.28	48.24	49.02	45.98	49.69	48.23	50.22	46.17	48.63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.42	13.34	17.69	15.39	15.87	16.11	12.54	15.34	12.67	14.16	13.13	15.05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.92	12.21	11.02	11.28	11.69	12.15	12.27	11.49	11.63	11.43	11.78	13.54
MgO	4.89	7.73	4.61	4.76	6.44	3.75	9.42	4.79	8.94	6.57	8.76	4.25
CaO	8.91	8.57	9.37	6.49	9.51	8.56	10.27	8.13	9.30	9.67	11.08	8.72
Na <sub>2</sub> O	2.25	2.25	2.35	2.39	2.64	2.33	1.70	1.94	2.20	2.10	1.82	2.84
K <sub>2</sub> O	2.43	1.87	1.70	2.29	0.82	3.27	1.70	3.39	1.73	2.47	1.59	2.16
MnO	0.13	0.13	0.11	0.13	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.12	0.13	0.15
TiO <sub>2</sub>	1.10	1.18	0.97	0.97	0.94	1.17	0.78	0.98	1.03	0.95	0.84	1.19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.35	0.22	0.24	0.22	0.22	0.36	0.28	0.29	0.38	0.21	0.23	0.28
Mg <sup>#</sup>	46.1	55.8	45.8	44	51.7	37.5	60.5	44	61.1	53.3	60	38.4
L.O.I.	3.34	3.69	2.68	3.3	3.05	2.58	4.23	3.45	3.11	1.77	3.94	2.87
Sn	2.4	2.4	2.3	2.7	2.3	2.2	2.5	2.2	2.0	2.5	2.1	2.2
Th	2.2	<2	3.9	<2	2.9	<2	2.1	<2	4.0	<2	<2	<2
V	259.2	232.8	221.9	205.8	203.2	242.1	226.3	236.6	200.5	245.0	248.8	268.2
Nb	12.9	11.1	10.2	13.5	12.5	13.5	7.6	11.7	12.1	8.5	6.0	13.3
Ba	357.1	540.0	391.7	499.3	253.5	375.8	269.0	398.8	298.3	388.4	290.5	380.1
Ce	40.2	48.4	37.5	51.0	31.9	35.9	35.1	38.3	33.0	39.3	32.0	35.0
Hf	7.2	5.5	4.6	8.8	4.4	<4	4.6	7.2	8.1	11.3	8.5	5.8
Pb	8.4	9.2	8.1	17.7	7.8	8.2	8.1	10.1	7.8	7.8	8.2	8.6
Nd	37.0	43.7	7.3	18.2	15.0	31.2	28.0	11.4	22.1	18.2	12.6	38.9
Ni	<5	8.0	<5	6.9	<5	<5	129.4	12.9	118.2	35.5	115.5	<5
Rb	39.8	59.2	51.1	71.8	28.9	71.4	39.3	69.1	48.7	50.9	43.8	39.3
Sr	600.2	579.2	817.2	594.1	715.9	687.9	509.7	642.6	513.3	639.5	568.3	612.1
Y	31.0	31.7	29.5	37.9	24.7	34.3	27.0	34.2	31.4	30.2	27.6	30.3
Cr	28.8	92.3	15.7	<10	41.5	<10	307.8	46.9	221.3	141.0	328.7	19.5
Zr	140.9	131.8	153.6	158.3	151.8	154.3	114.0	153.3	135.6	137.4	117.5	148.1
Tb	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
Ta	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Eu	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Sc	27.5	30.5	26.5	25.1	29.3	27.6	29.1	27.0	26.5	31.2	32.3	26.6
Cu	123.4	83.1	112.5	54.9	47.6	134.8*	120.8	125.8	97.1	141.1*	124.9	148.7*
Co	37.7	41.1	35.0	30.4	38.0	38.9	42.2	33.9	37.0	38.0	39.7	43.9
Zn	86.1	117.6	97.9	247.5*	80.0	99.1	88.1	104.0	94.5	97.9	83.5	114.8
Cs	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Ga	19.9	19.8	21.9	23.0	20.8	21.1	19.2	21.6	21.9	20.7	18.3	19.9
Mo	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

\*: بیشتر از بالاترین حد قابل اندازه گیری

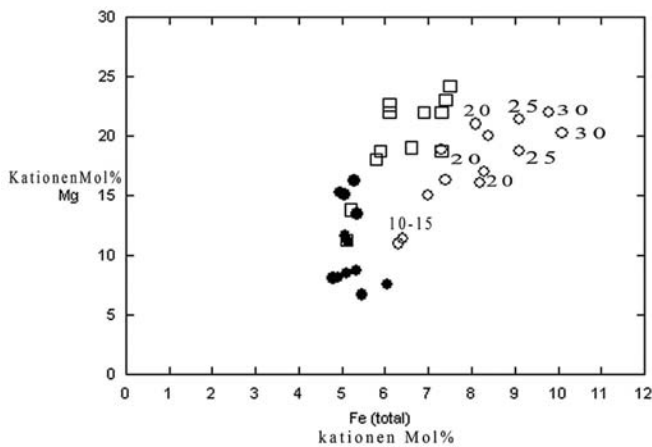
خصوصیات ناحیه منشاء گوشته ای بازالت های منطقه جواهردشت ...

و میانی از (Rudnick & Fountain, 1995) و پوسته بالای از (Taylor & McLennan, 1985) اقتباس شده است.

نمونه ها به وضوح مذاب های در ارتباط با منابع تهی شده MORB را به همراه آلیش پوسته ای با پوسته زیرین و میانی نشان می دهند.

در شکل (۶) تغییرات درصد مولی کاتیونی (Mg) در برابر تغییرات درصد مولی کاتیونی (Fe<sub>total</sub>) از (Furman, 1995) نشان داده شده است.

دایره های توخالی ترکیب مذاب های آزمایشگاهی برای یک گوشته



شکل ۶- نمودار تغییرات درصد مولی کاتیونی (Mg) در برابر درصد مولی کاتیونی (Fe<sub>total</sub>) برای بازالت های جواهردشت (اقتباس از (Furman, 1995) (اعداد، فشار را بر حسب کیلو بار نشان می دهند)

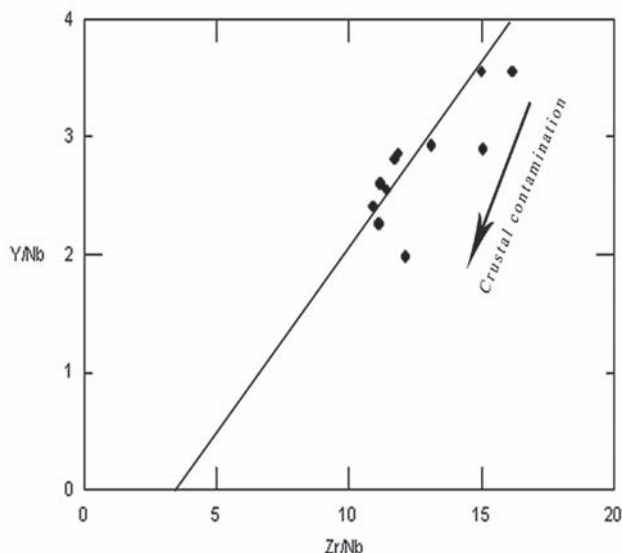
در این راستا در شکل (۲) تغییرات Y/Nb در برابر Zr/Nb برای بازالت های جواهردشت ارائه داده شده است. از این نمودار به منظور تاثیر پلوم های OIB بر ژئوشیمی MORB استفاده می شود (Wilson, 1989). همانطور که ملاحظه می شود بازالت های جواهردشت آشکارا محدوده ای را بر روی یک روند که آمیزه ای از منابع MORB تهی شده منابع غنی شده (مشخصه ریفت کینا و یا منبع غنی شده OIB تریستن داکونها از نوع EM1) است، اشغال می کنند. همانطور که ملاحظه می شود این بازالت ها روندی به سمت منابع غنی شده نشان می دهند. اما مطابق شکل (۳) بازالت های جواهردشت شواهد آلیش پوسته ای را نشان داده و روند بازالت های تحولی ریفت ریوگراند را تعقیب می نمایند (Dungan et al 1986). این موضوع باعث شده که هر دو نسبت Y/Nb و Zr/Nb کاهش یابد و در نتیجه نمونه ها به سمت منابع غنی شده سوق پیدا نمایند.

در شکل (۴) در نمودار تغییرات Zr/Nb در برابر Y/Nb، مقادیر میانگین در N-MORB و E-MORB (Sun & McDonough, 1989) و OIB و پوسته زیرین و میانی (Rudnick & Fountain, 1995) و پوسته بالای (Taylor & McLennan, 1985) به منظور مقایسه با بازالت های جواهردشت نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود نمونه ها روندی از N-MORB به سمت منابع OIB داشته و آلیش یافتگی با پوسته زیرین و میانی را نشان می دهند. این نمودارها به وضوح دخالت یک منبع مورب تهی شده را در پرتوژنز بازالت های جواهردشت نشان می دهد.

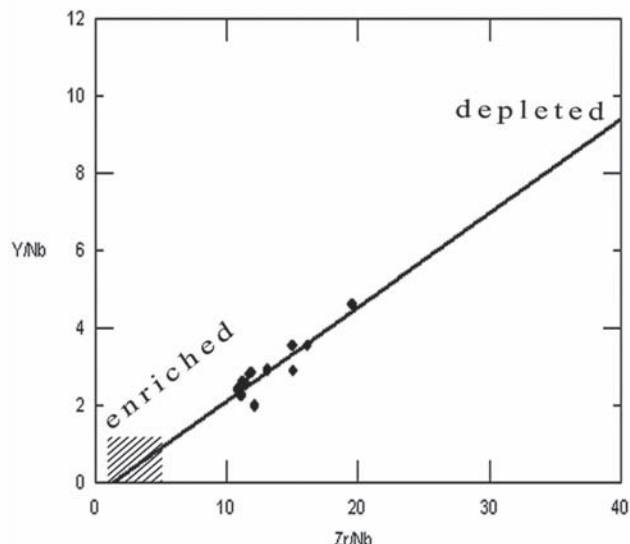
در شکل (۵) تغییرات Rb/Y در برابر Nb/Y برای بازالت های جواهردشت از (Zhao & Zhou, 2007) نشان داده شده است. مقادیر OIB از (Sun & McDonough, 1985) و مقادیر پوسته زیرین

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

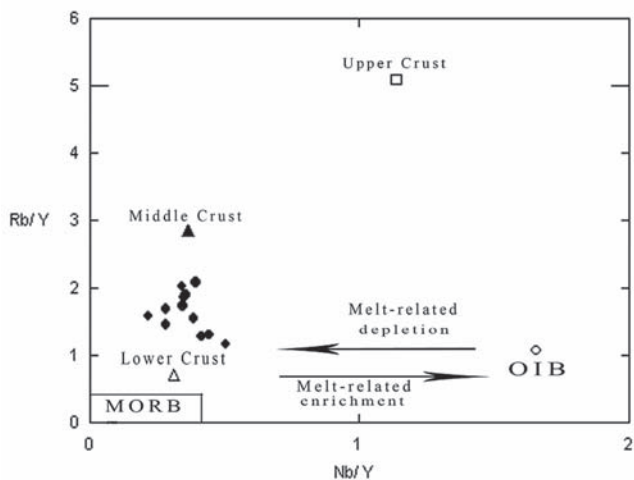
Sample	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	2-sigma	<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd	2-sigma
J-B-2	0.704482	0.000010	0.512660	0.000009
J-B-3	0.704648	0.000010	0.512692	0.000009
J-B-4	0.704225	0.000010	0.512727	0.000008
J-B-8	0.705387	0.000011	0.512517	0.000008
J-B-25	0.704856	0.000012	0.512688	0.000008
NBS987	0.710254	0.000011		
La Jolla			0.511848	0.000006



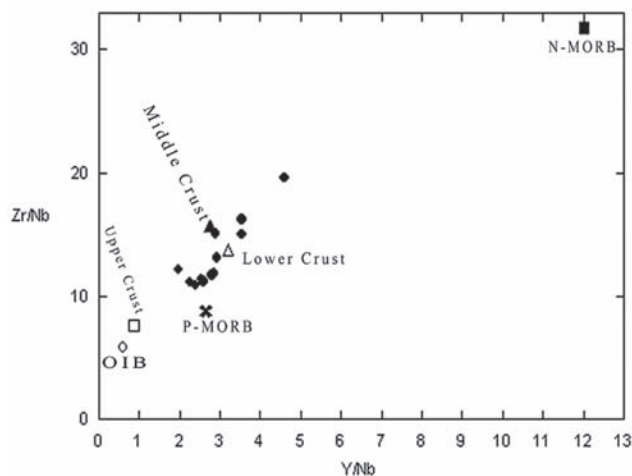
شکل ۳- نمودار تغییرات Y/Nb در برابر Zr/Nb برای بازالت های جواهردشت. روند آلودگی پوسته ای از Dungan et al. (1986) اقتباس شده است.



شکل ۲- نمودار تغییرات Y/Nb در برابر Zr/Nb برای بازالت های جواهردشت. (اقتباس از Wilson, 1989)



شکل ۵- نمودار تغییرات Rb/Y در برابر Nb/Y برای بازالت های جواهردشت (اقتباس از Zhao & Zhou, 2007) مقادیر OIB از (Sun & McDonough, 1989) و پوسته زیرین و میانی از (Rudnick & Fountain, 1995) اقتباس شده است.



شکل ۴- نمودار تغییرات Y/Nb در برابر Zr/Nb برای بازالت های جواهردشت. مقادیر MORB N و P از (Sun & McDonough, 1989) و پوسته زیرین و میانی از (Rudnick & Fountain, 1995) اقتباس شده است.

باری (احتمالاً بین ۱۵ تا ۲۰ کیلو باری) و از اعماق کمتر از ۶۰ کیلومتری نشات گرفته اند .

### بررسی خصوصیات ناحیه منشاء با توجه به شواهد ایزوتوپی

اهمیت مطالعه نسبت های ایزوتوپی در آن است که این نسبت ها در یک ماگما مشخص کننده ناحیه منشایی هستند که ماگماها از آنجا نشات گرفته اند. البته این موضوع مشروط به دو عامل است.

اول: ماگما های اولیه نشات گرفته از ناحیه منشاء با بخش هایی از ماگما های دیگر با ویژگی های ژئوشیمیایی و ایزوتوپی متفاوت اختلاط نیافته باشند.

دوم: ماگما های اولیه به وسیله تاثیر متقابل با سنگ دیواره به عنوان مثال لیتوسفر قاره ای یا سنگ های پوسته قاره ای آلاینش نیافته باشند (Wilson 1989, Rollinson 1993).

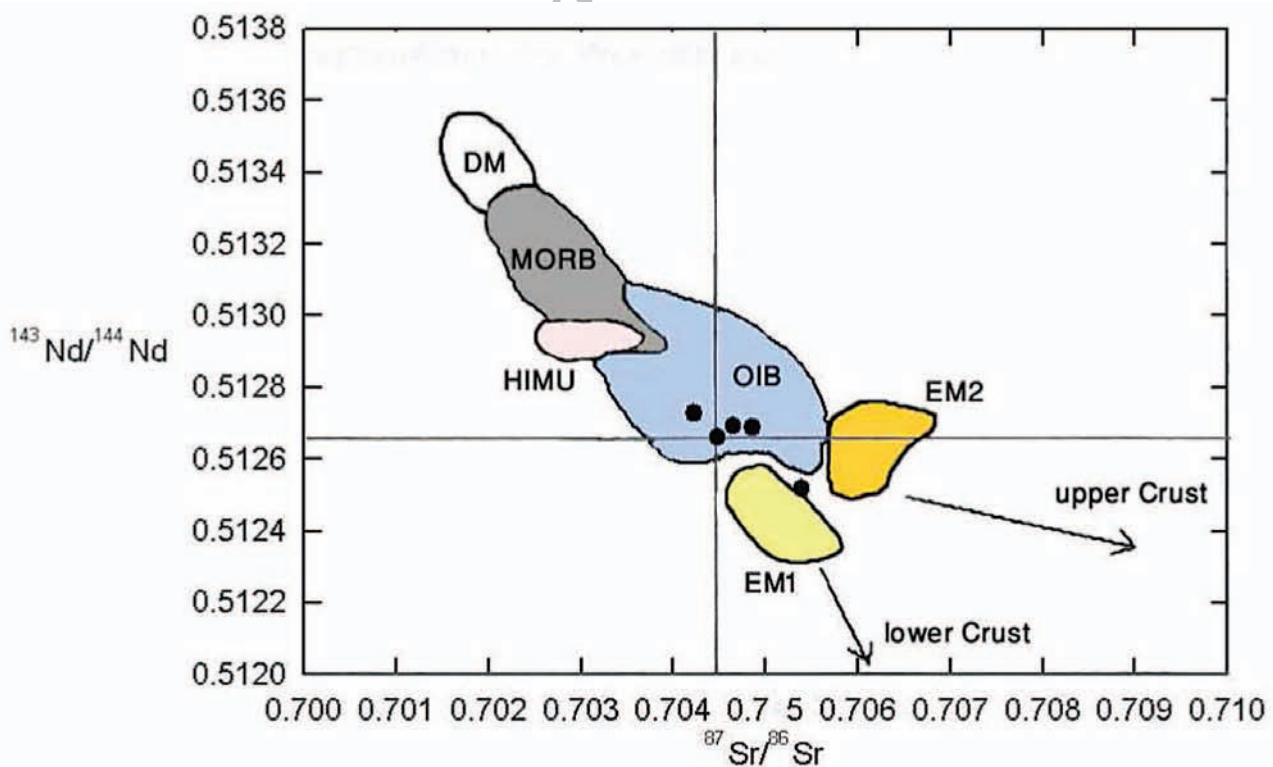
بنابراین بررسی علائم ایزوتوپی سنگ های هر منطقه اجازه شناسایی ترکیب گوشته و همچنین فرآیندهای ماگمایی چون اختلاط، آلاینش و هضم را می دهد. به خصوص پذیرش اجزاء غنی شده مثل پوسته قاره ای توسط مواد گوشته ای، پیش از هر چیز با مشخصات ایزوتوپی احراز هویت می شود (Jung, 2003).

در نمودار همبستگی ایزوتوپی  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  در برابر  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (شکل ۷) چهار نمونه در محدوده گوشته ای که بر اساس بازالت های اقیانوسی غیر آلوده (OIB) تعریف گردیده، قرار می گیرند.

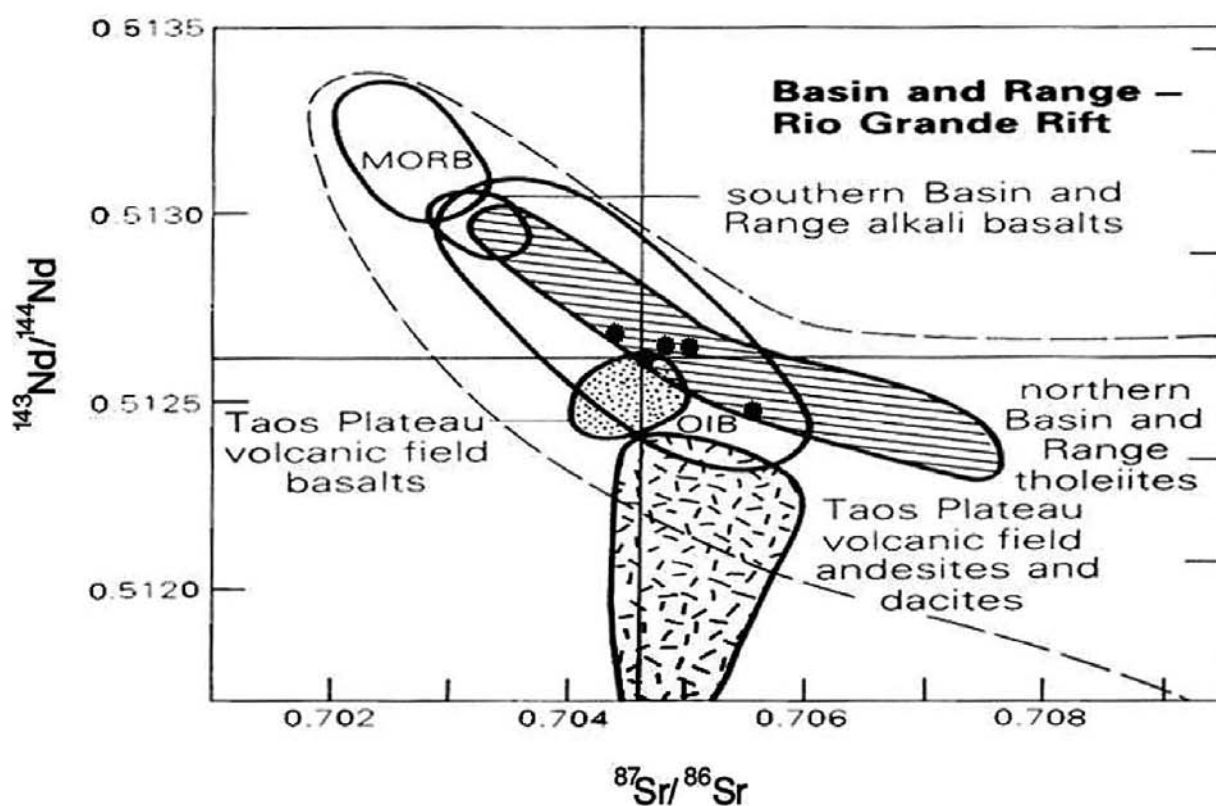
غنی و مربع های توخالی ترکیبات مذاب های آزمایشگاهی بدست آورده شده برای گوشته فقیر مابین فشارهای ۱۰ تا ۳۰ کیلو باری، نشان داده شده است (اقتباس از Hirose & Kushiro, 1993). دوایر توپر موقعیت بازالت های جواهردشت را در نمودار نشان می دهند. گرچه مطالعات آزمایشگاهی بر روی سنگ های گوشته ای خشک و بدون فازهای آبدار (حاوی OH) عمل و اجرا می شود. اما چون بخش اصلی فازهای کنترل کننده Fe و Mg به وسیله اولیون و کلینوپیروکسن کنترل می شوند، لذا از این نتایج می توان در اینجا بر روی سنگ های منطقه هم استفاده نمود (Jung, 2003).

همانطور که مشخص است نمونه ها روند گوشته فقیر را نشان می دهند. شش نمونه اولیه تر که عدد منیزیم مابین ۵۲ تا ۶۱ دارند، در محدوده زیر ۲۰ کیلو بار و عمده تا ۱۵ تا ۲۰ کیلو باری قرار گرفته اند. با توجه به اینکه منطقه عبور و تحول بین دو کانی اسپینل و گارنت مابین فشارهای ۲۰ تا ۲۵ کیلو باری که مطابق یک عمق ۶۰ تا ۷۵ کیلومتری قرار دارد، می باشد (Jung, 2003). لذا محدوده فشار ۱۵ تا ۲۰ کیلو باری، با توجه به دیاگرام های (Green & Ringwood, 1967) و (Takahashi & Kushiro, 1983) مطابق یک عمق تقریبی ۴۵ تا ۶۰ کیلومتری بوده و در محدوده پایداری رخساره اسپینل قرار می گیرند.

بنابراین از مطالب فوق این مطلب واضح می شود که ناحیه منشاء این بازالتها، گوشته منبع MORB با ترکیب لرزولیت تهی شده با رخساره اسپینل بوده که در فشارهای زیر ۲۰ کیلو



شکل ۷- موقعیت بازالت های جواهردشت در نمودار همبستگی ایزوتوپی Nd-Sr. محدوده های OIB, EM1, EM2, HIMU از Hofmann, (1997) محدوده مورب از Wilson, (1989) و محدوده DM از (Zindler & Hart, 1986) و روند پوسته تحتانی و فوقانی از (Jung, 2003) اقتباس شده است.



شکل ۸- موقعیت قرارگیری نمونه های بازالت های جواهردشت در محدوده های بازالت های مناطق ریفتی درون قاره ای در نمودار همبستگی ایزوتوپی Nd-Sr (اقتباس از Wilson, 1989).

داده شده است. نمونه ها به وضوح به صورت یک روند خطی در محدوده تولائیت های «باسین اند رنج» قرار می گیرند. همچنین یک نمونه هم در مرز محدوده دشت آتشفشانی تائوس در محدوده ریفت ریوگراندا واقع شده است. بازالت های «باسین اند رنج» محدوده ای را که بر حسب آمیزش یک منبع مورب با یک لیتوسفر زیر قاره ای غنی شده و یا آلودگی پوسته ای ماگماهای نشات گرفته از گوشته منبع مورب با سنگ های پوسته قاره ای را نشان می دهند (Wilson, 1989). روند منفی قرارگیری ایزوتوپیهای Nd-Sr معمولاً به هضم رخساره گرانولیتی پوسته استناد می شود (Bernstein et al., 1998).

### نتیجه گیری

مطالعه ژئوشیمیایی و ایزوتوپی دخالت یک گوشته استنوسفری منبع مورب را در پتروژنز بازالت های جواهردشت نشان می دهد. نتیجه مطالعه حاکی از آن است که ماگمای این بازالت ها از منابع گوشته ای استنوسفری تهی شده منبع مورب با رخساره اسپینل از اعماق کمتر از ۶۰ کیلومتری و فشارهای بین ۱۵ تا ۲۰ کیلو باری نشات گرفته و در حین صعود به درجاتی با سنگهای پوسته قاره ای تحتانی و میانی آلوده شده و به همین دلیل از نظر

در حالیکه یک نمونه در خارج از محدوده های نشان داده شده واقع شده و روند پوسته تحتانی را نشان می دهد. این موضوع در بسیاری از بازالت های ریفتی درون قاره ای (CRZ) و بازالت های طغیانی قاره ای (CFB) هم دیده می شود. در نمودارهای همبستگی ایزوتوپی Sr-Nd بازالت های طغیانی قاره ای و بازالت های ریفتی درون قاره ای عمدتاً در محدوده گوشته ای که با توجه به ترکیب ایزوتوپی، بازالت های اقیانوسی غیر آلوده شده (MORB + OIB) مشخص گردیده اند، قرار می گیرند. در حالی که بعضی خارج از محدوده های فوق الذکر واقع می شوند. این موضوع در ارتباط با آرایش پوسته ای و یا مذابهای بخشی نشات گرفته از لیتوسفر زیر قاره ای تفسیر شده است (Wilson, 1989). در نتیجه باید خاطر نشان نمود که قرارگیری نمونه ها در داخل محدوده های نشان داده شده لزوماً دلالت بر آن ندارد که این ماگماها در ارتباط با منابع مربوط به آن محدوده ها باشند. چرا که اختلاط و آرایش پوسته ای سبب جابجایی نمونه ها در طول محدوده های بازالت های اقیانوسی می شود.

در شکل (۸) داده های ایزوتوپی Nd-Sr بازالت های مناطق ریفتی درون قاره ای در محدوده ایالت «باسین اند رنج» و ریفت ریوگراندا به منظور مقایسه با بازالت های جواهردشت نشان

خصوصیات ناحیه منشاء گوشته ای بازالت های منطقه جواهردشت ...

- Krienitz, M.-S., Haase, K.M., Mezger, K., Eckardt, V. & Shaikh-Mashail, M.A., 2006. Magma genesis and Crustal contamination of continental interplate lavas in northwestern Syria. *Contrib. Mineral. Petrol.* 151, 698-716.

- Rollinson, H.R., 1993. *using Geochemical Data: Evaluation, presentation, Interpretation.* Longman Scientific and Technical, England, 352p.

- Rudnick, R.L., & Fountain, D.M., 1995. Nature and composition of the continental crust: A lower crustal perspective. *Rev. Geophys.* 33, 267-309.

- Sun, S.S. & McDonough, W.F., 1989. Magmatism in the Oceanic Basalts [A.D. Saunders & M.J. Norry, Herausgeber], *Geol. Soc. Special Publ.* 42, 313-345.

Norry, Herausgeber], *Geol. Soc. Special Publ.* 42, 313-345.

- Takahashi, E., & Kushiro, I., 1983. Melting of a dry Peridotite at high pressures and Basalt magma genesis, *Amer. min.* 68, 859-879.

- Taylor, S.R., & McLennan, S.M., 1985. *The continental crust: its composition and evolution*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 312p.

- Weaver, B.L., 1991. Trace element evidence for the origin of ocean-island basalts *Geology.* 19, 123-126.

- Wilson, M., 1989. *Igneous petrogenesis – A global tectonic approach*, Unwin Hyman London, 466p.

- Zhao, J.H. & Zhou, M.F., 2007. Geochemistry of Neoproterozoic mafic intrusions in the Panzhihua district (Sichuan province, SW China): Implication for Subduction related metasomatism in the upper mantle. *precam. Res.*, 152, 27-47.

ژئوشیمیایی و ایزوتوپی از خصوصیات منابع منشاء خود فاصله گرفته است.

## منابع

- نقشه زمین شناسی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ جواهرده، ۱۳۸۱. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- Bernstein, S., Kelemen, P.B., Tegner, C., Kurz, M.D., Blusztajn, J., & Kent Brooks, C., 1998.

Post-breakup basaltic magmatism along the East Greenland tertiary rifted margin. *Earth and Planetary Science Letters*, 160, 845-862.

- Dungan, M.A., Lindstrom, M.M., McMillan, N.J., Moorbath, S., Hoefs, J. and Haskin, L.A., 1986. Open system magmatic evolution of the Taos plateau volcanic field, northern New Mexico I: the petrology and geochemistry of Servilleta basalt. *J. Geophys. Res.* 91, 5999-6028

- Furman, T., 1995. Melting of metasomatized subcontinental lithosphere: undersaturated mafic

Lavas from Rungwe, Tanzania. *Contrib. Mineral. Petrol.* 122, 97-115.

- Green, D.H. & Ringwood, A.E., 1967. The genesis of basaltic magmas. *Contrib. Mineral. Petrol.* 15, 103-190.

- Hirose, K. & Kushiro, I., 1993. Partial melting of dry Peridotites at high pressures: determination of compositions of melts segregated from peridotite using aggregates of diamond. *Earth Planet. Sci. Lett.* 114, 477-489.

- 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.

- Jung, C., 2003. *Geochemische und Isotopen-geochemische Untersuchungen an Tertiären*

Vulkaniten der Hoheifel ein Beitrag zur Identifizierung der Mantelquellen von rift-bezogenen Vulkaniten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades Naturwissenschaften, vorgelegt dem Fachbereich Geowissenschaften der Philipps-Universität Marburg.