

نقش آلودگی پوسته ای در ژنز دایک های گابرو دیوریتی غرب کاشان

زهرا سرابی- محمدحسین رضوی

دانشگاه تربیت معلم تهران - دانشکده علوم- گروه زمین شناسی

چکیده

مجموعه ساب ولکانیک نشلج (در غرب کاشان) با ترکیب دیوریت تا گابرو در آندزیتها و پیروکلاستیکهای ائوسن نفوذ کرده اند. ماگمای تشکیل دهنده این سنگها ماهیت ساب آلكالین داشته که در مقایسه با ماگمای اولیه تغییراتی را نشان می دهند. بررسی های ژئوشیمیایی نشان دهنده مقادیر بیشتر $(La/Sm)_n$ و میزان کمتر Nb/Ce و Nb/La توده های نیمه عمیق مورد مطالعه در مقایسه با گوشته اولیه می باشد. علاوه بر این موارد تغییرات وسیع عناصر لیتوفیل باشعاع بزرگ (LILEs)، تهی شدگی در عناصر نادر خاکی سنگین (HREE) و آنومالی منفی Nb همگی نقش تشکیل دهنده های پوسته را در ژنز سنگ های منطقه آشکار می سازد.

Abstract

Subvolcanic set of Nashalj (in west of Kashan) with composition of dioritic to gabbro intruded into Andesite and Pyroclastic unites Eocene. The constituent magma has subalkaline nature that show change in comparison with primary magma. Geochemical study indicate $(La/Sm)_n$ ratio is more than primary mantle and also the ratios of Nb/La and Nb/Ce are lower than it. Furthermore extensive changing of Large Ion Lithophile Elements (LILEs), depletion of High Rare Earth Elements (HREE) and negative anomaly of Nb in comparison to mantle, reveal the role of crustal components in genesis of subvolcanic rocks.

مقدمه

تأثیر آلودگی پوسته ای در نتیجه غنی شدگی عناصر کمیاب موضوعی است که سالهاست مورد بحث می باشد. مثلاً در مورد غنی شدگی بازالت های قاره ای، عده ای از پترولوژیست ها اعتقاد بر آلودگی پوسته ای دارند (تامسون و همکاران، ۱۹۸۳؛ شیفر و همکاران، ۱۹۹۲؛ آرنند و همکاران، ۱۹۹۳). اما عده ای دیگر متاسوماتیسم گوشته را به عنوان یک عامل غنی شدگی بیان می کنند (شراتون و بلک، ۱۹۸۱؛ الام و کاکس، ۱۹۹۱؛ تارنی، ۱۹۹۲) ویا عده ای هر دو عامل را دخیل می دانند (گیسون و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین غنی شدگی بونی نیت های غرب گرینلند از عناصر کمیاب هم توسط متاسوماتیسم گوشته (هال و هیوجز، ۱۹۸۷) و هم آلودگی پوسته ای (بریچ واتر و

همکاران، ۱۹۹۵) توضیح داده شده است. در این تحقیق سعی شده تا بر اساس داده های عناصر کمیاب مسئله آلودگی پوسته ای مورد بررسی قرار گیرد.

زمین شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در ۴۰ کیلومتری غرب شهرستان کاشان (منطقه نسلج) به مختصات جغرافیایی ۵۱° تا ۵۱°۵' طول شرقی و ۵۷' و ۳۳° تا ۳۴° عرض شمالی واقع شده است. توده های مورد بحث به صورت نیمه عمیق و اغلب از نوع دایک می باشند. این توده ها با سن الیگوسن(?) روی کمریند آتشفشانی ارومیه- دختر قرار گرفته اند. روند آنها شرقی- غربی، به طول حداکثر تا ۱۳ کیلومتر و ضخامت تقریبی ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر می باشند که از غرب نسلج شروع و تا جنوب شرق نراق ادامه دارند. ترکیب توده ها با توجه به مطالعات صحرایی، پتروگرافی و آنالیز مودال از گابرو تا دیوریت، کوارتز دیوریت و میکرودیوریت در تغییر است.

منطقه مورد مطالعه بخش کوچکی از زون ارومیه-دختر می باشد، که در آن نهشته های ائوسن میانی- پسین همراه با فعالیت های آتشفشانی و توده های نفوذی گسترش وسیعی دارند. علاوه بر گدازه ها و دایکها، سنگ های رسوبی شامل مارن، آهک، ماسه سنگ، شیل و گچ مربوط به سازند قم دیده می شود. توده های نیمه عمیق مورد بحث، در اثر حرکات کوهزایی ائوسن بالایی و الیگوسن زیرین (پیرنین) در آندزیتها و توفهای ائوسن تزریق شده اند.

بررسی آلودگی پوسته ای بر اساس ژئوشیمی سنگ های منطقه

بر اساس آنالیز XRF (جدول ۱) نمونه ها در نمودار سیلیس-آلکالی ماهیت ساب آلکالن داشته و در نمودار AFM در هر دو محدوده تولییتی و کالک آلکالن واقع شده اند (تصویر ۱a و ۱b).

طبق نظر متخصصان، ماگمای اولیه کالکوآلکالن دارای شرایطی است که برخی از آن ها در جدول ۲ آمده است. با توجه به مشخصات، ظاهراً توده های ساب ولکانیک منطقه مذاب اولیه نیستند. این توده ها توسط محتوای Cr (۳۲۵-۳۰۰ ppm) و Ni (۴۰-۸ ppm) پائین مشخص شده اند. $Mg \neq$ نیز با مقادیر بالا در گابروها (۶۷/۰) تا ۴۱/۰ در دیوریت ها در تغییر است که نشان می دهد ماگمای مولد متحمل تغییراتی شده است. بر اساس تحقیقات انجام شده مهمترین عامل در ایجاد تحول در ماگما تفریق بلورین می باشد، اما آلودگی پوسته ای نیز که در این مبحث بررسی می شود، نقش مهمی دارد.

الگوی تفکیک یافته عناصر نادر خاکی سبک (غنی شدگی LREE نسبت به HREE) ممکن است طی هر کدام از فرایندهای زیر صورت بگیرد:

- درجه پائین ذوب بخشی از منشأ گوشته (بلینی و همکاران، ۱۹۸۴؛ پلانک و لانگمیر، ۱۹۸۸؛ لودکا و ویدمن، ۲۰۰۰؛ راجش، ۲۰۰۴).

- آلودگی به وسیله مواد پوسته ای (ویور و همکاران، ۱۹۸۷؛ الام و کاکس، ۱۹۸۹).

- حضور گارنت باقیمانده در منشأ (بارکر و هرث، ۱۹۷۶؛ مارتین، ۱۹۸۶؛ دروموند و دفانت، ۱۹۹۰؛ ایلنیک، ۲۰۰۴؛ ال ساید، ۲۰۰۴).

از عوامل نامبرده ممکن است یک و یا همه مؤثر باشند، که برای اثبات نیاز به داده های بیشتر از جمله رادیوایزوتوپ می باشد.

نسبت های Nb/Ce و $Nb/La, (La/Sm)_n$ توده های نیمه عمیق مورد مطالعه و گوشته اولیه در جدول (۳) آورده شده است. نسبت های بسیار پائین Nb/Ce و Nb/La ، که کمتر از مقدار گوشته اولیه اند و همچنین نسبت بالای $(La/Sm)_n$ که بسیار نزدیک به مقدار میانگین پوسته می باشد، احتمال آلودگی آن ها را به وسیله پوسته تأیید می کند. همچنین یکی از عوامل تفکیک یافتگی در الگوی عناصر نادر خاکی (تصویر ۲a) آلودگی پوسته ای است. با فرض غنی بودن پوسته از LREE هر گونه آلودگی ماگمای اولیه توده های ساب ولکانیک توسط پوسته باعث غنی شدگی از این عناصر می شود.

همچنین محدوده وسیع و غلظت بالای عناصر لیتوفیل بزرگ یون (LILE) در سنگ های منطقه در مقایسه با گوشته (تصویر ۲b) ممکن است، بیانگر آلودگی پوسته ای باشد (کاکس و هاوکسورث، ۱۹۸۵). مثلاً تغییرات وسیع $Rb(9-61 ppm)$ در سنگ ها و نیز نسبت Rb/Nb شاهده ای است بر این مطلب. تیلور و مک لرن (۱۹۸۵) عدد 0.98 را برای میانگین Rb/Nb گوشته اولیه ارائه کردند. این عدد در سنگ های منطقه از این مقدار بیشتر است، که دخالت مواد پوسته ای را در خلال جایگزینی توده های نیمه عمیق شان می دهد.

معیار دیگر برای آلودگی پوسته ای غلظت Nb می باشد، که حداکثر به $14 ppm$ می رسد. ساندرس و همکاران (۱۹۹۲) و کنت (۱۹۹۵) نشان دادند که بازالت های قاره ای که توسط مواد پوسته ای تأثیر پذیرفته اند آنومالی منفی Nb ندارند و یا بسیار کوچک است. برعکس بازالت های متأثر شده به وسیله مشکله های پوسته ای آنومالی منفی بالای Nb نشان می دهند. البته فراوانی Fe در بیشتر نمونه ها نشان می دهد که کانی های اکسیدی (مگنتیت) از ماگمای اولیه خارج نشده اند، از این رو توضیح تھی شدگی Nb در این سنگ ها توسط فرایند AFC اندکی مشکل می باشد (بارنز و همکاران، ۱۹۹۹). به نظر آنومالی مثبت Zr نیز بیانگر همین مسئله باشد (تیلور و مک لرن، ۱۹۸۵).

برای ارزیابی بیشتر نقش آلودگی پوسته ای در تکامل سنگ های منطقه نمودارهای مختلفی مورد استفاده قرار گرفته که در ادامه بررسی می شوند:

- نمودار $Ce - Nd$: این نمودار توسط هورن و همکاران (۱۹۸۷) برای بررسی نقش آلودگی پوسته ای پیشنهاد شده است. در این دیاگرام نمونه های عاری از آلودگی در طول خط کندریتی که منشأ را قطع می کند واقع می شوند. اما نمونه های مورد

مطالعه با توجه به نسبت بالای Ce/Nd در بالای خط کندریتی واقع می شوند که با منشأ نسبتاً غنی شده آن ها از عناصر ناسازگار مطابقت دارد و بیانگر تأثیر مواد پوسته ای در تولید و تکامل آن هاست. این نمودار همچنین نرخ پائین ذوب بخشی را در ژنز سنگ های منطقه نشان می دهد (تصویر ۳).

- نمودار $Cr + Ni - K_2O$: این نمودار نشان دهنده $Cr + Ni$ به عنوان عناصر سازگار با کانی های مافیک در مقابل K_2O به عنوان مشکله ناسازگار می باشد. تفریق بلوری عادی در سیستم بسته به صورت یک منحنی هیپربولیک در این دیاگرام می باشد (فریز - توپفر، ۱۹۹۱). اما پراکنده گی های موجود در نمونه های مورد مطالعه نشان می دهد، آلودگی پوسته ای در طول تکاملشان نقش مهمی ایفا می کند (تصویر ۴).

نمودار $Nb/Y - La/Y$: روند نمونه ها و پراکنده گی های موجود در این نمودار نیز بیانگر دخالت پوسته فوقانی در ژنز سنگ های منطقه می باشد (تیلور و مک لرن، ۱۹۹۵). La

یک عنصر ناسازگار است که در طول تبلور تفریقی تمرکز آن در ماگما و در نتیجه نسبت La/Y افزایش می یابد. همچنین پوسته فوقانی باعث رقیق شدگی Nb و پراکندگی نمونه ها در این نمودار می شود (تصویر ۵).
با توجه به مطالب فوق در مورد ژئوشیمی توده های نیمه عمیق منطقه، توضیح پتروژنز آن ها توسط آلودگی پوسته ای همراه است، هرچند که داده های ایزوتوپی قبل از رسیدن به هر نتیجه ای لازم به نظر می رسد.

نتیجه گیری

توده های نیمه عمیق غرب کاشان با ترکیب گابرو-دیوریتی دارای ماهیت ساب آکالن بوده و در نمودار AFM در هر دو محدوده تولییتی و کالک آکالن واقع شده اند. میزان پایین Cr و Ni توده ها حاکی از ایجاد تغییر در ترکیب اولیه ماگما می باشد به نظر آلودگی پوسته ای نقش مهمی در ایجاد این تغییرات داشته باشد. شاهد این موضوع فراوانی LREE نسبت به HREE و همچنین غلظت بالای LILE (از جمله Rb) می باشد. آنومالی منفی Nb و آنومالی مثبت Zr نیز تأثیر تشکیل دهنده های پوسته ای را در ژنز دایکها محرز می کند. برای اثبات این مسئله از نمودارهای مختلفی استفاده شده است. از آن جمله نمودار Ce-Nd (هورن و همکاران، ۱۹۸۷)، Cr+Ni (فریزتویفر ۱۹۹۱) و La/Y-Nb/Y (تیلور و مک لنن ۱۹۹۵) می باشد.

منابع

- Arndt, N.T., Czamanske, G. K., Wooden, J. L., Fedorenko, V.A., 1993. Mantle and crustal contributions to continental flood basalt volcanism. *Tectonophysics* 223, 39-52
- Barker, F., Herth J.G., 1976. Generation of trondhjemitic- tonalitic liquids and Archean bimodal trondjemite- basalt suites. *Geology*, 4:596-600-
- Barnes, C. G., Shannon, W. M., Kargi, H., 1999. Diverse Middle Proterozoic basaltic magmatism in west Texas. *Rocky Mountain Geology* 34 (2).
- Bellieni G., Comin- Ciromanti P., Marques L.S., Melfi A.J. 1984 High and low TiO₂ flood basalts from the parana-plateau (Brazil): petrology and geochemical aspects bearing of their mantel origin. *N. Jahrb f. der Minera, Abhandlungen* 150:273-306.
- Borg, L.E., Clyne, A.M., Bullen, T.D., 1997. The variable role of slab drives fluids in the generation of a suite of primitive calc-alkaline lavas from the southern Cascade, California. *Can. Min.* 35: 425-452.
- Bridgwater, D., Mengel, F., Fryer, B., Wagner, P., Hansen, S.C., 1995. Early proterozoic mafic dyke in the north Atlantic and Baltic cratons, Field setting and chemistry of distinctive dyke swarms. In: Coward, M.P., Ries, A.C. (Eds). *Early Precambrian Processes*. Geological society, London, pp.193-210.
- Cox, K.G., Hawkesworth, C.J., 1985. Geochemical stratigraphy of the Deccan traps at Mahabaleshwar, Western Ghats, India, with implication for open system magmatic processes. *Journal of petrology* 26, 355-377.

- Drummond, M.S: Defant, M.J. 1990 A model for Trondhjemite- tonalite- dacite genesis and crustal growth via slab melting: Archean to modern comparisons. *Journal of geophysical research*, 95:21503-521
- Ellam, R. M., Cox, K. G., 1991. An interpretation of Karoo picrite basalts in terms of interaction between asthenospheric magmas and the mantle lithosphere. *Earth Planet. Sci. Lett.* 105, 330-342.
- El-Sayed, M.M., 2004. Geochemistry and petrogenesis of the post-orogenic bimodal dyke swarm in NW Sinai, Egypt: Constraints on the magmatic tectonic processes during the late Precambrian. Elsevier. *Chemie der Erd.* P, 1-22.
- Friz- Topfer, A., 1991. Geochemical characterization of Pan-African dyke swarm in southern Sinai: from continental margin to intraplate magmatism. *Aprecamb. Res.* 49, 282-300.
- Gamble, J.A., Christie, R.H.K., Wright, I.C., Wysoczanski, R.J., 1997. K-rich magmas from Clark volcano, southern Kermadec Arc: A paradox in the K-depth relationship. *Cand. Min.*, 35:275-290.
- Gibson, S. A., Thompson, R. N., Dickin, A. P., Leonardos, O. H., 1996. High-Ti and Low-Ti mafic potassic magmas: key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. *Earth planet. Sci. Lett.* 136, 149-165.
- Hall, R.P., Huges, D.J., 1987. Noritic dyke of southern Greenland, early Proterozoic boninitic magmatism. *Contrib. Mineral. Petro.* 97, pp.69-182.
- Horan, M. F., Hanson, G. N., Spencer, K. J., 1987. Pb and Nd isotope and trace element constraints on the origin of basic rocks in an early proterozoic igneous complex, Minnesota. *Precambrian Res.* 37, 323-342.
- Ilnicki, S. 2004. Petrogenesis of amphibolites from the SZKLARSKA POREB BELT (West Sudetes): Inferences from geochemical modeling. *Zeszyt 24*, Volume 24.
- Kent, R., 1995. Continental and oceanic flood basalt provinces: current and future perspective. In: Srivastava, R.K., Chandra, R. (EDS), *Magmatism in relation to diverse tectonic setting*, A.A. Balkema, Rotterdam, pp.17-42
- Ludka, I. Pereira., Wiedemann, C. Maria., 2000. Further sign of an enriched mantle source under the neoproterozoic ARAQUAI-RIBEIRA mobile belt. *Revista Brasileira Geociencias.* 30(1):059-089.
- Martin, H. 1986. Effect of steeper Archean Geothermal gradient on geochemistry of subduction-zone magmas. *Geology*, 14:753-756.
- Mason, B., Moor, C.B., 1982. *Principle Geochemistry*. John Wiley and sons, pp.344
- Plank, T., Langmuir, C.H., 1988. An evaluation of the global variation in the major element chemistry of arc basalts. *Earth planet. Sci. Lett.* 90, 349-370.

-McDonough,W.F., Sun,S.-S., Ringwood,A.E., Jagoutz,E., Hofman,A.W.,1992. K,Rb and Cs in the earth and moon and the evolution of the earth's mantle. *Geochemica et Cosmochimica Acta*56,1001-1012.

-Perfite,M.R., Gust,D.A., Bence,E., Arculus,R.J.,Talor,S.R.,1980. Chemical characteristics of island arc, basalt: implication for mantle source. *Chem. Geol.*30,256-277.

-Rajesh,P.K.,2004. Trace element geochemistry and genesis of Precambrian sub-alkalin mafic dikes from the central Indian craton: evidence for mantle metasomatism. *Journal of Asian Earth Science* 23 . 373-389.

-Saunders,A.D.,Storey,M.,Kent,R.,Norry,M.J.,1992. Consequences ofplum-lithosphere interaction. In: Storey,B.S,Alabaster,T.,Pankhurst,R.J.(EDS), *Magmatism and special publication* 68, pp. 41-60.

-Seifert, K.E., Peterman, Z. E., Thieben, S.E., 1992. Possible crustal contamination of Midcontinent Rift igneous rocks, examples from the Mineral Lake intrusions, Wisconsin. *Can. J. Earth Sci.* 29, 1140-1153

-Sheraton, J. W., Black, L.P., 1981. Geochemistry and geochronology of Proterozoic tholeiitic dykes of East Antarctica, evidence for mantle metasomatism. *Contrib. Mineral. Petrol.* 78, 305-317.

-Sun,S.S.,McDonough, W.F.,1989. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalt: implication composition and processes, In: for mantle processes. Saunders,A.D.,Norry,M.J.(Eds), *Magmatism in the Oceanic Geological Society of London Special Publication*,42,pp.313-345.

-Tarney,J.,1992. Geochemistry and significance of mafic dyke swarms in the proterozoic. In: condie, K.C.(Ed.), *proterozoic crustal evolution*, Elsevier, Amsterdam, pp.151-179.

-Tatsumi, Y.,Eggins,S.,1995. *Subduction zone magmatism*. Blackwell, Cambridge.

-Taylor, S.R., MacLennan, S.M.,1995, *The geochemical evolution of the continental crust: Reviews of Geophysics*, V.33,p.241-265.-Tarney, J., 1992. Geochemistry and significance of mafic dyke swarms in the Proterozoic. In: Condie, K. C. (Ed.,) *Proterozoic Crustal Evolution*, Elsevier, Amsterdam, pp. 151-179.

-Taylor,S.R.,McLennan,S.M.,1985.*Upper continental crust* . Blackwell scientific publication, oxford p.312

-Thompson, R.N., Morrison, M. A., Dickin, A. P., Hendry, G. L., 1983. Continental flood basalts. Arachnids rule OK? In: Hawkesworth, C. J., Norry, M. J. (Eds.), *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*. Shiva, Nantwich, pp. 158-185.

-Weaver, B.L.,Wood,D.A.,Tarney,J.,Joron,j.l.,1987. Geochemistry of ocean island basalt from southAtlantic: Ascension, Bouvet, St. Helena, Gough and

Tristan da cunha. In: Fittion, J.G., Upon, B.G. (Eds.) Alkaline Igneous Rock. J. Geol. Soc. London spec. Publ. 30, 253-267.

-Weaver, B.L., Tarney, J., 1984. Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. Nature 310, 575-577.

-Wilson, M., 1989. Igneous petrogenesis. Unwin Hyman, London.

تصویر ۱a, b. نمودارهای سیلیس-آلکالی (a) و (b) AFM و موقعیت نمونه‌ها در این دو نمودار

تصویر ۲a, b. نمودارهای عنکبوتی میانگین سنگهای منطقه، عادی شده نسبت به کندریت و گوشته

تصویر ۳. نمودار Nd – Ce (هورن و همکاران، ۱۹۸۷) که نقش عناصر پوسته‌ای را در ژنز سنگهای منطقه نشان می‌دهد.

تصویر ۴. نمودار Cr+Ni در مقابل K2O (فریز-تویفر، ۱۹۹۱): پراکندگی در مسیر عادی تبلور بیانگر نقش آلودگی پوسته‌ای است.

تصویر ۵. نمودار La/Y-Nb/Y (تیلور و مک لنن، ۱۹۹۵) قرار گرفتن نمونه‌ها در بخش پایین نمودار و پراکندگی موجود نشان‌دهنده دخالت پوسته در ژنز توده‌هاست.

نویسنده:

نام: زهرا

نام خانوادگی: سرابی میثخاص

میزان تحصیلات: کارشناسی ارشد

رشته تحصیلی: زمین‌شناسی-پترولوژی

محل دریافت مدرک: دانشگاه تربیت معلم

سال دریافت مدرک: ۱۳۸۴

شغل: کارشناس شرکت مهندسان مشاور همپا بهینه

آدرس: خیابان احمد قصیر (بخارست) - خیابان دوازدهم - پلاک ۱۲ - واحد ۱۳

Sample	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	FeO	FeOT	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	LOI	Total	mg#	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	(La+Yb)
BS-1	53.91	0.21	19.6	2.47	3.04	5.3	0.12	3.8	8.1	3.3	2.3	0	1.6	98	0.55	14.2	103	17.6	2.9	2.6	0.57	1.48	6.48
BS-12	57.71	0.63	15.5	3.83	5.25	8.7	0.19	2.3	9.1	3.46	1.1	0	1.3	100	0.47	17	33	7	5	5	1.12	1	11.29
BS-13	53.93	0.47	16.9	3.45	4.22	7.3	0.19	5.1	7.3	3.69	1.9	0.1	1.8	99	0.54	7.18	104	7.16	3.7	3.7	0.72	1.47	3.29
BS-	45.28	1.29	14.8	4.02	8.92	13	0.19	11	13	0.59	0.2	0	1	100	0.6	17.9	13.5	6	2	4.3	1.1	1.48	8.17
BS-16	47.77	0.55	17.9	3.7	6.3	9.6	0.17	6.6	12	2.13	0.4	0	0.7	98	0.5	12.6	16.2	3	2	4.3	1.1	1.48	5.79
BS-18	45.51	1.31	14.2	4.54	8.09	12	0.25	9.5	12	1.56	0.6	0	1.3	99	0.58	3	37	3	0.6	4.6	1.07	1.48	3.12
BS-19	59.82	0.3	15	3.26	3.41	6.3	0.08	2.6	7.1	3.19	3	0.1	0.8	99	0.43	24.6	80.9	14.9	2.6	1.1	0.29	1.48	*
BS-2	50.86	0.42	16.7	2.07	4.42	6.3	0.16	4.8	8.8	3.66	0.6	0.1	0.8	100	0.6	14.7	31	15.7	5.1	4.6	0.64	1.45	6.85
BS-20	55.17	0.41	16.1	3.51	5.48	8.6	0.07	5.3	5	3.57	0.9	0.1	3.6	99	0.5	11	29	14	2.9	1.8	0.86	1.46	*
BS-21	52.09	0.42	16.8	4.79	7.46	12	0.03	4.4	8.3	3.1	2	0.1	0.5	100	0.38	7.35	40.6	1.8	1.6	2.3	1.05	1.46	*
BS-22	61.09	0.42	15.8	3.21	2.57	5.5	0.1	2.7	8	4.38	1.7	0.2	0.8	101	0.46	21	73	14	0.3	2	0.57	3	4.72
BS-26	64.7	0.23	16.4	2.04	2.05	3.9	0.05	2.3	4.8	4.34	2.3	0.2	0.9	100	0.5	23.1	190	17	4	1	1	2	7.79
BS-3	49.98	0.8	17.4	2.57	3.21	5.5	0.23	6.5	10	2.48	0.7	0	1.4	95	0.67	9.42	20.8	7.29	3.8	4.3	0.92	1.46	4.35
BS-4	50.17	1.07	18.2	3.7	5.79	9.1	0.19	6.5	9.4	2.85	0.6	0	0.9	99	0.53	15.9	21.1	11.6	2.3	4.3	1.3	1.44	7.46
BS-5	50.68	0.81	16.8	3.68	6	9.3	0.25	5.4	8.7	2.87	0.5	0.1	0.8	97	0.5	15	30.5	1.55	0.4	4.7	0.89	1.49	7.25
BS-6	43.66	2.2	12.6	5.09	9.86	14	0.2	11	11	1.13	0.5	0	1.3	98	0.56	14	11	8	0.1	2	1.29	1	9.44
BS-7	58.17	0.51	16.8	3.6	5.64	8.9	0.16	3.4	8.8	3.04	1.3	0	1.2	101	0.41	18	24	5	7	4	1.14	1	12.13
NA-10	61.75	0.73	15.8	3.43	3.71	6.8	0.1	1.6	4.3	4.61	1.8	0.4	4.6	101	0.43	22	65	31	8	1.5	1	1	14.8
NA-11	63.33	0.3	17.6	1.66	1.76	3.3	0.02	1.8	4.3	4.39	2.5	0.2	3.1	100	0.49	23	83	14	2	1	1	2	7.76
NS-10	50.68	0.55	18.4	2.53	6.69	9	0.22	6	11	2.31	0.6	0	1.3	100	0.61	14	21	12	2.5	4.2	0.83	1.47	6.42
NS-11	55.45	0.46	17.6	3.56	5.34	8.5	0.27	4.7	8.4	2.86	0.7	0.1	1.1	100	0.61	7.92	23.9	4.64	6.3	3.6	0.81	1.48	3.6
NS-17	47.33	0.63	16.1	4.2	7.48	11	0.25	8.5	11	1.75	0.7	0	1.8	100	0.66	15.3	24.9	1.45	3.7	4.6	1	1.47	7
NS-8	44.15	1.5	16.1	4.93	8.77	13	0.18	7.3	11	1.99	0.4	0	1	97	0.59	13	12	6	0.2	2	1.19	1	8.77
NS-9	59.49	0.16	18.3	1.88	3.44	5.1	0.09	2.1	7.7	3.63	1.6	0.3	1.4	100	0.42	21.5	49.4	18.4	2.4	2.1	0.56	1.43	10.1

Sample	Ba	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ni	V	Cr	Hf	Cs	Sc	Ta	P	Ti	k	Mn
BS-1	293.3	61.1	596.4	26.54	101.9	4.2	33.09	186	36.42	1.77	1.12	31.6	1.45	174.6	1258.95	1909.29	929.31
BS-12	250	40	319	20	95	3	10	87	50	4	1	24	1.2	87.29	3776.85	9048.41	1471.42
BS-13	300.1	57.1	433.2	31.85	93.49	2.1	33.28	202	43.2	1.13	1.68	28.7	1.28	218.2	2817.65	15689.5	1471.42
BS-	61.34	9.01	208.6	14.05	48.07	2.7	35.74	238	335.4	*	1.6	47.4	0.57	43.64	7733.55	1826.28	1417.42
BS-16	74.42	16.4	626.9	13.29	87.43	1.5	32.45	206	61.58	1.93	1.44	40.8	1.4	87.29	3297.25	3486.54	1316.53
BS-18	117.8	20.7	466.4	17.28	64.23	0.8	32.56	110	108.4	0.85	0.99	42.5	0.22	43.64	7853.45	4897.76	1936.07
BS-19	409.7	91	435.7	33.37	151	8.3	37.51	*	64.1	2.74	1.85	2.83	1.7	218.2	1790.85	25235	619.54
BS-2	234.9	61.1	473	31.72	107.3	4.8	21.91	*	30.96	2.16	1.49	33.5	1.15	218.2	2517.9	5312.83	1239.08
BS-20	157.9	37.7	375.9	22.59	86.84	0.2	27.85	*	27.31	1.86	1.65	21	0.96	349.2	2457.95	7056.1	542.1
BS-21	225.6	40.5	314.8	20.84	86.84	0.2	27.55	*	63.96	1.62	0.77	32.8	1.02	261.9	2517.9	16602.6	1936.07
BS-22	346	40	407	26.5	160	7	14	46	45	5	2	15	1	349.2	2517.9	7139.11	774.43
BS-26	570	50	354	31	212	9	10	34	41	6	3	10	1	916.6	1378.85	19176	378.21
BS-3	110.2	20.7	401	14.89	78.87	1.4	23.38	113	107.1	0.95	1.15	38	1.1	0	4796	5479.85	1781.18
BS-4	153.5	24.4	263.1	16.67	60.98	1.7	30	218	38.84	*	1.08	39.4	0.62	174.6	6414.65	4648.72	1471.42
BS-5	188	20	418	21	87.37	1	32	202	75	*	1	28	1	392.8	4855.95	4482.7	1936.07
BS-6	60	16	109	7	50	10	23	289	200	6	1	32	6	87.29	13189	4150.85	1548.86
BS-7	301	43	300	21	83	8	10	124	83	4	1.6	25	1	43.64	3057.45	11040.7	1239.08
NA-10	421	42	332	31	200	9	8	131	50	5	2	12	1.2	1528	4376.35	14942.3	774.13
NA-11	340	37	405	32	219	14	11	21	70	5	*	7	1.1	654.7	1798.5	20753.3	1504.88
NS-10	110	23.1	360.9	19.4	81.77	3.1	31.78	*	96.8	1.33	1.4	38.7	1.02	87.29	3297.25	4814.75	1703.74
NS-11	142.6	24.5	435.7	20.13	94.34	0.1	25.71	*	83.2	1.84	1.45	34	0.98	218.2	2757.7	5976.93	2090.96
NS-17	138.4	26.7	333.2	15.93	69.67	1.8	31.77	70	123.4	0.84	1.38	40.3	1.15	43.64	3776.85	6059.94	1936.07
NS-8	89	10	328	14	65	9	40	274	158	*	1.38	30	*	130.9	8992.5	2905.45	1393.97
NS-9	274.1	36	614.3	23.41	122.4	0.8	13.72	*	38.81	2.6	1.61	28.2	1.04	1135	959.2	13116.1	696.96

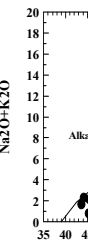
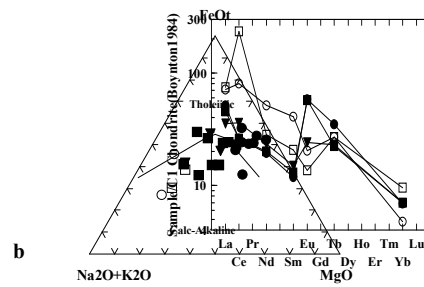
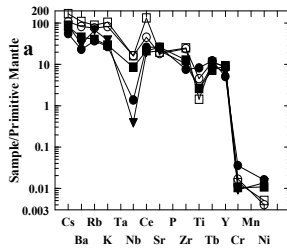
آنالیز XRF تعدادی از نمونه های مورد مطالعه

تاتسومی واگینز (۱۹۹۵)	Ni > ۱۰۰۰ Ppm , Cr > ۴۰۰ ppm Mg# > ۰/۷
بورگ و همکاران (۱۹۹۷)	Ni > ۱۰۰۰ ppm , Cr > ۲۰۰ ppm MgO > ۶%
گامبل و همکاران (۱۹۹۷)	Ni > ۱۰۰۰ ppm , Cr > ۲۰۰ ppm MgO > ۹%
پرفیت و همکاران (۱۹۸۰)	Ni > ۲۵۰ ppm Cr > ۱۰۰۰ ppm Mg# > ۰/۶۵
ویلسون (۱۹۸۹)	Cr = ۵۰۰-۶۰۰ ppm , Ni = ۲۰۰

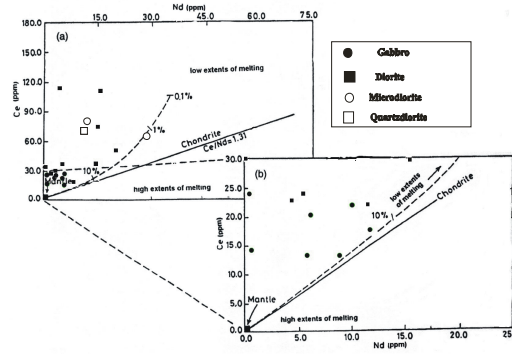
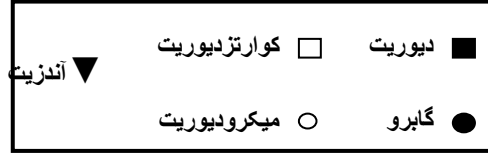
اولیه طبق نظر تعدادی از

منبع	(La/Sm) _n	Nb/Ce	Nb/La	
تحقیق حاضر	۳/۱۱	۰/۱۸۶	۰/۱۶۵	توده های نیمه عمیق منطقه
مک دونوف و همکاران ۱۹۹۳، سان و مک دونوف ۱۹۸۹	~ ۱	۰/۳۹	۱/۰۱	گوشته اولیه
ویور و تارنی ۱۹۸۴	~ ۴/۳۵	-	-	میانگین پوسته

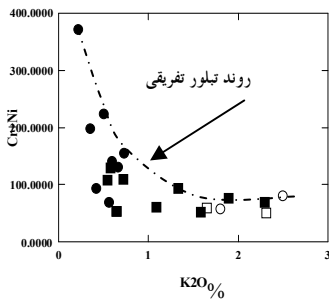
گوشته اولیه و (La/Sm)_n با میانگین پوسته



تصویر ۱a,b. نمودارهای سیلیس-آلکالی (a) و AFM (b) و موقعیت نمونه ها در این دو نمودار



نمودار Nd - Ce (هورن و همکاران، ۱۹۸۷) که نقش آستانه ای را در ژنز سنگهای منطقه نشان می دهد.



تصویر ۴. نمودار Cr+Ni در مقابل K2O (فریز-تویفر، ۱۹۹۱): پراکندگی در مسیر عادی تبلور بیانگر نقش آلودگی پوسته ای است.

