زمین‌شیمی و سنگ‌شناسی توالی گوشته‌ای در افیولیت‌های نائین

نوشته: محمد رهگشای*، جواد مهدی پور قاضی*، هادی شفائی مقدم**
*دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
**دانشکده علوم زمین، دانشگاه علوم پایه دامغان، دامغان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش:۱۳۸۶/۱۲/۰۴

چکیده

توالی گوشته‌ای مجموعه افیولیتی نائین علاوه بر پریدوتیت‌ها (هارزبورژیت‌های Cpxدار، لرزولیت ها و به طور محلی ورلیت‌ها و دونیت‌ها) از گابروهای پگماتیتی، لکه‌های گابرویی، دایک‌های گابرویی- دیابازی، پیروکسنیتی و وبستریتی تشکیل شده است. مطالعات سنگ‌شناسی و زمین‌شیمیایی، بیشتر پریدوتیت‌های این منطقه را هارزبورژیت‌های Cpxدار معرفی کرده است که دارای اسپینل‌های غنی از آلومینیم، با عدد کروم Cr# = ۱۶/۱۲-۴۱/۵۵ است که در دمای حدود ۱۰۰۰ °C به تعادل رسیده‌اند. گابروهای پگماتیتی به صورت انبان های کوچک درون پریدوتیت‌ها دیده شده که دارای Cpx و پلاژیوکلاز دگرشکل شده هستند. دایک‌های گابرویی و دیابازی به طور عموم رودنگیتی شده‌اند و درون پریدوتیت‌ها بدون حاشیه سرد نفوذ کرده‌اند. این دایک‌ها از نظر زمین‌شیمیایی با گدازه‌های بالشی (پیلولاواها) و میکروگابروهای توالی پوسته‌ای هم منشأ بوده اما درصدهای متفاوت ذوب بخشی را نشان می‌دهند. همچنین بر اساس زمین‌شیمی سنگ‌های مافیک و پریدوتیت‌ها، می‌توان افیولیت نائین را مرتبط به گسترش یک حوضه پشت کمان دانست.

کلید واژه‌ها: توالی گوشته‌ای، پریدوتیت، ذوب بخشی، حوضه پشت کمان، افیولیت نائین

مقدمه

توالی گوشته‌ای مهم‌ترین و عمده‌ترین سنگ‌شناسی موجود در هر مجموعه افیولیتی بوده که شناخت این توالی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را از ایجاد، مهاجرت و تحول ماده مذاب ارائه دهد. علاوه بر این، تعیین تیپ افیولیت‌ها نیز ارتباط تنگاتنگی با شناخت مجموعه گوشته‌ای دارد. از سوی دیگر، درجه غنی‌شدگی و یا تهی‌شدگی توالی گوشته‌ای (از عناصر ناسازگار) نیز می‌تواند اطلاعات جامعی در مورد مذاب ایجاد شده ارائه دهد.

مجموعه افیولیتی نائین در شمال باختر بلوک لوت، بخشی از کمربند افیولیتی نائین - بافت است که در امتداد گسل امتداد لغز نائین- بافت رخنمون دارد. زمین‌شناسی این منطقه توسط Davoudzadeh (1972) بررسی شده است. تاکنون بحث‌های متعددی درباره محیط پیدایش این مجموعه افیولیتی مطرح شده که بیشتر مطالعات بر منشأ گرفتن کمربند افیولیتی نائین- بافت از یک پوسته اقیانوسی باریک وکم‌ژرفا تأکید کرده‌اند(Berberian & King, 1981; Arvin & Robinson,;1996 Arvin &Shokri,1997;Ghazi&Hassanipak,2000;Babaie et al., 2001).از سوی دیگر، مطالعات جدید، این افیولیت‌ها (نائین- بافت) را مرتبط با گسترش یک حوضه پشت کمانی بین بلوک لوت وحاشیه فعال ایران مرکزی (زون سنندج- سیرجان) دانسته‌اند (Shahabpour,2004; Agard et al., 2006).این مجموعه متشکل از ورقه‌های روی هم رانده شده‌ای از پریدوتیت- سرپانتینت بوده که در خاور توسط واحدهای رسوبی ترشیری و در باختر توسط واحدهای آتشفشانی ترشیری احاطه شده‌اند (Davoudzadeh, 1972). مرز واحدها در این مجموعه، زمین‌ساختی است و رانده شدن مکرر واحدهای افیولیتی بر روی یکدیگر در اثر عملکرد گسل‌های راندگی اصلی، ساختارهای دوپلکسی را به‌وجود آورده است (شکل۱). پریدوتیت‌های این مجموعه افیولیتی، متشکل از هارزبورژیت‌های دارای کلینوپیروکسن و لرزولیت‌ها است که به‌طورعموم سرپانتینی شده‌اند. توالی پوسته‌ای در این مجموعه افیولیتی نازک بوده و متشکل از گدازه‌های بالشی، دیابازها، گابروهای همسانگرد به همراه آهک‌های پلاژیک و چرت است.

روش مطالعه

پس از مطالعات صحرایی، از حدود ۷۰ نمونه سنگی مقطع نازک و صیقلی برای مطالعات سنگ‌نگاری و تجزیه‌های شیمیایی کانیایی تهیه شده است. همهٔ تجزیه‌های کانیایی در دانشگاه نانسی فرانسه با دستگاه الکترون میکروپ Cameca Sx-50 با ولتاژ ۱۰KeV و جریان nA ۱۲ صورت گرفته است. تجزیه شیمیایی حدود ۳۰ نمونه سنگی به روش ICP-Ms و CP-AES درآزمایشگاه زمین‌شیمی داتشگاه لوئی پاستور استراسبورگ فرانسه (Centre de Geochimie de La Surface, Strasbourg) انجام شده است.

معرفی واحدهای توالی گوشته‌ای

۱- پریدوتیت‌ها

۱-۱- توصیف و سنگ‌نگاری: پریدوتیت‌ها مهم‌ترین واحد توالی گوشته‌ای هستند که در این مجموعه افیولیتی به‌طورعموم سرپانتینیتی وکمتر میلونیتی شده‌اند. عمده‌ترین سنگ‌های پریدوتیتی این مجموعه از هارزبورژیت‌های کلینوپیروکسن‌دار و لرزولیت تشکیل شده‌اند.

- **هارزبورژیت‌های کلینوپیروکسن‌دار:** در این سنگ‌ها، بلورهای دگرشکل شدهٔ اولیوین در میان شبکه‌های سرپانتین به صورت بافت شبکه‌ای (Mesh Texture) احاطه شده‌اند. پورفیروکلاست‌های Opx به طور بخشی باستیتی شده (شکل A ۲) و علاوه بر این، دارای تیغه‌های برون‌رانشی (اکسولوشن) CPX هستند که در راستای نوارهای شکنجی(kink band) موجود در این پوروفیروکلاست‌ها خم شده‌اند. دانه‌های کرومیت به شکل آمیبی و کرمی دیده می‌شوند. این سنگ‌ها کمتر از ۵٪ کلینوپیروکسن دارند. حضور کروم کلریت و همچنین کمتر از یک درصد دانه‌های سولفید (به‌طور عمده کالکوپیریت) از دیگر مشخصه‌های این پریدوتیت‌ها است.

- **لرزولیت‌ها:** سرپانتینی شدن کمتری را متحمل شده‌اند و در عوض دگرسانی تالکی را نشان می‌دهند. این سنگ‌ها دارای پورفیروکلاست‌ها و نئوبلاست‌های اولیوین (حاصل از تبلور دوباره)، هستند. کلینوپیروکسن‌ها دارای رخ‌های خمیده و نوار شکنجی و برخی

از آنها دارای میانبارهایی از اولیوین هستند. سه نوع لرزولیت بر اساس کانی‌های فرعی تشخیص داده شده است: ۱- آمفیبول لرزولیت‌ها که دارای نئوبلاست‌های آمفیبول به صورت فاز بین دانه‌ای هستند. این نوع لرزولیت‌ها، بیگانه‌سنگ‌های پریدوتیتی هستند که در توده‌های گابرویی یافت می‌شوند. ۲- اسپینل لرزولیت‌ها دارای کروم اسپینل به صورت بلورهای خود شکل با رنگ قهوه‌ای روشن (با ترکیب پیکوتیت) (شکل B ۲). ۳- پلاژیوکلاز- اسپینل لرزولیت‌ها که در این مورد، تصور بر این است که پریدوتیت‌های ژرف پلاژیوکلازدار محصولات آلودگی یک پریدوتیت باقیمانده بدون پلاژیوکلاز، توسط مذاب‌های بازالتی است (Cannat,1997).

- **ورلیت‌ها:** ورلیت‌ها به صورت دایک‌های تزریقی با حاشیه و دیواره واضح به طور محدود دیده می‌شوند. این دایک‌های ورلیتی در هارزبورژیت‌های به‌شدت تهی‌شده تزریق شده‌اند. این ورلیت‌ها دارای پورفیروکلاست‌های اولیوین، Cpx و کمتر از ۵٪ Opx هستند. از ویژگی‌های مهم این مجموعه، میلونیتی شدن و تبلور دوباره دینامیکی شدید است. پورفیروکلاست‌های اولیوین و Cpx به‌شدت دگرشکل بوده و نوارشکنجی نشان می‌دهند.

- **دونیت‌ها:** به طور محدود در منطقه دیده می‌شوند که به‌شدت سرپانتینی شده (فاقد باستیت) بوده و دارای بلورهای خود شکل کرومیت هستند. پیوستگاه سه گانه (Triple Junction) با زاویه ۱۲۰ درجه در بین ریخت‌نما(pseudomorph) های اولیوین دیده می‌شود.

۱-۲- زمین‌شیمی کانیایی: مقدار NiO اولیوین‌ها در طیفی بین (wt٪)۰/۵۷۳و۰/۰۵۴ و عدد منیزیم آنها [100(Mg)/(Mg+Fe^{2+})]#Mgبرابر ۹۰- ۹۲٪ است و در محدوده ترکیبی فورستریت قرار می‌گیرند. ارتوپیروکسن‌ها به‌طورعموم انستاتیت با ترکیب $Wo_{0.79}En_{90.4}Fs_{8.8}$ تا $Wo_{3.2}En_{87.9}Fs_{8.9}$ و دارای مقدار متغیر CaO (wt٪) ۰/۴۱-۲/۰۶ و Al_2O_3 (wt٪) ۱/۲۲-۳/۹۹ و Cr_2O_3 (%wt) ۰/۰۶-۱/۰۰۶ هستند. کلینو پیروکسن‌ها در این سنگ‌ها به‌طورعموم دیوپسید با ترکیب $Wo_{49.8}En_{46.6}Fs_{3.6}$ تا $Wo_{47.3}En_{49}Fs_{3.3}$ بوده و مقدار Al_2O_3 و Cr_2O_3 آنها به‌ترتیب بین(wt٪)۲/۵۵-۴/۷۶و(wt٪)۰/۶۲-۱/۰۰۶ در تغییر است. اسپینل‌های موجود در این پریدوتیت‌ها به دو دسته خیلی غنی از Al با ترکیب $[(Mg_{0.74}Fe_{0.26})(Cr_{0.31}Al_{1.64}Fe_{0.04})_2O_4]$ و غنی از Al با ترکیب $[(Mg_{0.61}Fe_{0.39})(Cr_{0.79}Al_{1.12}Fe_{0.33})_2O_4]$-$[(Mg_{0.67}Fe_{0.33})(Cr_{0.66}Al_{1.32}FeO_{0.03})_2O_4]$ تقسیم می‌شوند. در این اسپینل‌ها، با افزایش مقدار عدد کروم# Cr مقدار TiO_2نیز افزایش می‌یابد. مقدار Cr_2O_3 بین (wt٪) ۳۴/۰۴- ۱۴/۹۲و مقدار Al_2O_3 بین (wt٪) ۳۲/۰-۵۲/۱ است. عدد کروم # Cr در این اسپینل‌ها بین ۴۱/۵۵-۱۶/۱۲ ٪ در تغییر است.

۱-۳- محاسبات دماسنجی: برای به‌دست آوردن دمای تعادلی برای پریدوتیت‌های نائین از روش‌های Taylor (1998) و Brey & Kohler (1990) و Sachtleben & Seck (1981) استفاده شد. در سه نمونه با استفاده از روش Taylor (1998) که در آن ترکیب کانی‌هایOPX- CPX در فشار ۱/۵GPa مد نظر است، دمای به‌دست آمده بین ۸۸۶° C تا ۱۰۸۳° C در تغییر است. در روش Brey & Kohler (1990) که بر اساس ترکیب کانی‌های OPX-CPX صورت گرفته دمایی در حدود ۹۴۲ ° C تا ۱۱۷۸ °C به‌دست آمده است. برای روش Sachtleben & Seck (1981)که (بر اساس ترکیب کانی‌هایOli Opx, Spi محاسبه می‌شود)میانگین دمایی به‌دست آمده برابر ۱۲۳۷°C است.

۱-۴- زمین‌شیمی کل سنگ: پریدوتیت‌های توالی گوشته‌ای نائین با مقادیر بالای MgO و مقادیر پایین TiO_2, Al_2O_3, CaO مشخص می‌شوند. عدد Mg این پریدوتیت‌ها بین ۸۰/۹۱-۷۵/۱۶ در تغییر است. در الگوی REE ها (بهنجار شده نسبت به کندریت) برای پریدوتیت‌ها، تهی‌شدگی در تمام REE ها با شیب منفی از HREE به LREE دیده می‌شود. بالاتر بودن مقادیر HREE ها در برخی از نمونه‌ها با بالا بودن مقدار CPX در این سنگ‌ها در ارتباط است، Cpx مستعدترین کانی در پذیرش عناصر HREE است. در الگوی چند عنصری بهنجار شده به گوشته اولیه بی‌هنجاری‌های مثبتی در Ba ,Pb ,U ,Sr ,Rb دیده می‌شود که می‌تواند در ارتباط با فرایند متاسوماتیسم توسط سیال‌های مشتق شده از صفحه فرورانش شده و یا در اثر پدیده سرپانتینیتی شدن باشد (شکل A۳).

۲- پیروکسنیت‌ها و وبستریت‌ها

- **توصیف و سنگ‌نگاری:** پیروکسنیت‌ها و وبستریت‌ها به صورت دایک، عدسی و یا تجمع‌های کوچکی در پریدوتیت‌های توالی گوشته‌ای مجموعه افیولیتی نائین دیده می‌شوند. این واحدهای سنگی در برخی موارد بافت انباشته‌ای(کومولایی)(شکل C۲) و در برخی موارد دیگر بافت میلونیتی نشان می‌دهند. بلورهای اولیوین در این سنگ‌ها به دو صورت دیده می‌شوند: ۱- به‌صورت دانه‌های بزرگ و گردشده در اولیوین وبستریت‌ها. در این مورد، شکل دانه‌های کلینوپیروکسن و ارتوپیروکسن از فضای حفظ شده بین بلورهای اولیوین پیروی می‌کند، یعنی به صورت فاز اینترکومولوسی در فضای بین اولیوین‌ها تشکیل شده‌اند. پیروکسن‌ها آثاری از دگرشکلی پلاستیک (به صورت خاموشی موجی، نوارشکنجی و غیره) را نشان نمی‌دهند. ۲- به شکل بلورهای دانه ریز و گردشده که به صورت چادوکریست (Chadocryst)، یا به صورت پویی‌کیلیتیکی، در ایکوکریست‌های (Oikocryst) کلینوپیروکسن و ارتوپیروکسن دیده می‌شوند. به نظر می‌رسد که این تیپ از پیروکسنیت‌ها در ادامه افزایش حجم مذاب ایجاد کننده آلودگی‌های ماگمایی در پریدوتیت‌های توالی گوشته‌ای ایجاد شده اند.

- **زمین‌شیمی کانیایی:** اولیوین‌ها در این سنگ‌ها به‌طورعموم ترکیب فورستریتی (۸۵-۸۶ درصد) و مقادیر NiO کمتر از (wt٪) ۰/۴۷۸ دارند.

- **زمین‌شیمی کل سنگ:** مقادیر Al_2O_3, CaO در پیروکسنیت‌ها پایین، و به‌طور میانگین به ترتیب (٪ wt) ۱۰ و ۲/۴۲ است. مقادیر این اکسیدها در اولیوین وبستریت‌ها نسبت به پیروکسنیت‌ها بالاتر بوده و به ترتیب (٪ wt)۱۳و۹/۳۶ است. عدد منیزیم این سنگ‌ها درطیفی بین ۷۰-۷۳ ٪ در تغییر است. الگوی بهنجار شده REE های این سنگ‌ها تهی‌شدگی در تمام این عناصر را نشان می‌دهند. نسبت $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ در طیفی بین ۰/۰۳-۰/۱۴ متغیر است. غنی‌شدگی درK, P, Ba, U, Pb و تهی شدگی در Th, Nb, Nd, Ti از ویژگی‌های این سنگ‌ها در الگوی بهنجار شده به گوشته اولیه است (شکل B ۳).

۳- آلودگی‌های گابرویی

- **توصیف و سنگ‌نگاری:** اگر ماده مذاب نتواند راه خود را در پریدوتیت‌ها به صورت شکستگی‌های مویین (hydraulic fracturing) باز نماید، در پریدوتیت‌ها منتشر شده و تولید آلودگی می‌کند. این پدیده به‌طورعموم به سبب ژرفای زیاد (در نتیجه فشار زیاد) پریدوتیت‌ها اتفاق می‌افتد (Nicolas, 1989). این سنگ‌ها در مشاهدات صحرایی با گسترش نوارها و دانه‌های پلاژیوکلازی در پریدوتیت‌ها شناخته شده‌اند (شکل E۲). کلینوپیروکسن‌ها در آلودگی‌های گابرویی شامل دو نوع‌اند : ۱- کلینوپیروکسن‌هایی که دارای رخ‌های خمیده و یا نوارشکنجی بوده و می‌تواند نشانگر تراوش ماگمایی به صورت خمیر مذاب باشند. ۲- کلینوپیروکسن‌هایی که فاقد نوارشکنجی بوده و حاصل تبلور دوباره در اثر دگرگونی گوشته‌ای‌اند. بیشتر پلاژیوکلازها در اثر تأثیر محلول‌ها دگرسان شده‌اند (شکل‌های F,D۲) و اما در بیشتر پلاژیوکلازهای سالم دوقلوهای مکانیکی دیده می‌شوند که نشان دهنده آن است

که پریدوتیت‌ها در هنگام تزریق این آلودگی‌های گابرویی دگرشکلی پلاستیکی نیز متحمل می‌شده‌اند(Nicolas,1989; Jin et al.,1994) .

– **زمین‌شیمی کانیایی:** اولیوین‌ها در سنگ‌ها، ترکیبی بین ۸۲–۸۵ ٪ فورستریت و NiO حدود (wt٪) ۰/۰۵۸–۰/۳۹ دارند. کلینوپیروکسن‌ها نیز دارای ترکیب $[Wo_{47.54}\ En_{46.99}\ Fs_{5.47}$-$Wo_{41.57}\ En_{50.65}\ Fs_{7.78}]$هستند. مقدار Al_2O_3 و Cr_2O_3 این کلینوپیروکسن‌ها به ترتیب (wt٪) ۳/۷۶–۰/۸۳ و(wt٪) ۱/۰۶–۰/۴۰۱ در تغییر است.

– **زمین‌شیمی کل سنگ:** مقدار عدد Mg این سنگ‌ها تغییراتی بین ۶۷/۹ و۷۷/۴ ٪ را نشان می‌دهند . نسبت $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ برای این سنگ‌ها در حدود ۰/۵۴–۰/۵۳ است. این سنگ‌ها به‌طورعموم تهی‌شده در کل REEها هستند. نمونه BS05-1 نسبت به دو نمونه دیگر تهی‌شدگی بیشتری را نشان می‌دهدکه بیانگر تفاوت در منشأ آنها همراه با درجه ذوب بخشی متفاوت است. غنی شدگی در عناصر Pb, Ba ,U و تهی شدگی در Nb از مشخصه‌های این سنگ هاست (شکل۳C).

۴– گابروهای پگماتیتی

– **توصیف و سنگ‌نگاری:** به صورت انباشته‌های کوچک و پراکنده‌ای درون پریدوتیت‌ها دیده می‌شوند که به‌طورعموم از Cpx و پلاژیوکلاز تشکیل شده‌اند. Cpx ها به‌طورعموم دگرشکل بوده که نشان دهنده صعود توده گابروی پگماتیتی به صورت خمیر مذاب (Melt Mush) است.

– **زمین‌شیمی کل سنگ:** مقدار# Mg محاسبه شده حدود ۶۷ ٪ است و الگوی REE (بهنجار شده به کندریت) برای این سنگ‌ها مسطح بوده و علاوه بر این میزان کل REEها برای گابروهای پگماتیتی پایین است که این امر به سبب کانی‌شناسی ساده آنها (متشکل از پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن) است. غنی‌شدگی از عناصری مانند Pb ,Sr ,U Cs, Ba, و تهی‌شدگی از عناصر Ta, Nb از ویژگی‌های این گابروهاست (شکل۳D).

۵– دایک‌ها و سیل‌های گابرویی

– **توصیف و سنگ‌نگاری:** در پریدوتیت‌های این مجموعه افیولیتی، دایک‌ها و سیل‌های گابرویی بدون حاشیه سرد وجود دارند، که به طور معمول ریزدانه بوده و دارای کلینوپیروکسن (با میانبارهای الیوین)، پلاژیوکلاز و اولیوین است. تالک و کلسیت به صورت رگه‌هایی در آنها وجود دارد. بافت آنها عموماً اینترگرانولارتا افیتیک است.

– **زمین‌شیمی کل سنگ:** دارای SiO_2با مقدار میانگین ۴۲/۵ درصد وTiO_2 پایین با مقدار میانگین ۰/۷۸ درصد است. الگوی بهنجار شده (کندریت) REE تقریباً مسطح است و علاوه بر این، Th ,U ,Pb ,Sr برای این سنگ‌ها بی‌هنجاری مثبت و Nb بی‌هنجاری منفی را نشان می‌دهند (شکل۳E) که مشخصه ماگماهای مرتبط با IAT یا تولئیت جزایر کمانی است.

۶– دایک‌های دیابازی

– **توصیف وسنگ‌نگاری:** دایک‌های دیابازی ریشه در پریدوتیت‌های منطقه دارد و عموماً رودنگیتی شده‌اند. پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن از کانی‌های اصلی است. وزوویانیت، سرپانتین، اپیدوت، اکتینولت، کلریت، هیدروگروسولاریت و پکتولیت از کانی‌های فرعی و ثانویه تشکیل دهنده این دایک‌ها است (شکل۲ G).

– **زمین‌شیمی کانیایی:** مقدار CaO, TiO_2, Al_2O_3 کلینوپیروکسن‌های موجود در دایک‌های دیابازی متغیر بوده و به ترتیب تغییراتی بین(wt%) ۱۸/۱۳–۲۰/۶۱ و(wt%) ۰/۳۸۴–۰/۱۴۲ و(wt%) ۳/۷۵–۱/۱۲ را نشان می‌دهند.

– **زمین‌شیمی کل سنگ:** مقدار CaO, TiO_2, Al_2O_3 در این دایک‌ها به ترتیب (wt%) ۱۵–۱۰/۱و(wt%) ۱/۱۱–۰/۵و (wt%)۴/۸۸–۲۹در تغییر است. نسبت $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ در طیفی بین ۰/۴۲–۰/۹۹ در نوسان است. الگوی پراکندگی REEها (بهنجارشده به کندریت) برای دایک‌های دیابازی به‌نسبت مسطح بوده که این امر با غنی‌شدگی در Pb, Ba, U, Rb (LREE) و تهی شدگی در Nb, Ta نمایانگر تشابه با ماگماهای مرتبط با تولئیت‌های جزایر کمانی است (شکل۳F).

مقایسه با توالی پوسته‌ای

میکرو گابروها و گدازه‌های بالشی از سنگ‌های مافیک توالی پوسته‌ای هستند که به‌طور محدود در این منطقه گسترش یافته‌اند. میکروگابروها دارای الگوی REE تقریباً مسطح بوده که در Nb ,Ta بی‌هنجاری منفی و در بیشتر عناصر LIL بی‌هنجاری مثبت نشان می‌دهند (شکل۳G). نسبت $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ دراین سنگ‌ها در طیفی بین ۰/۵۱ و ۱/۲۶ می‌باشد. گدازه‌های بالشی نیز روند مسطحی را در الگوی بهنجار شده REE ها نشان می‌دهند. همچنین گدازه‌های بالشی درعناصر LIL بی‌هنجاری مثبت و در Nb ,Ta بی‌هنجاری منفی را نشان می‌دهند (شکل۳H). این ویژگی‌های زمین‌شیمیایی، از مشخصه بازالت‌هایی است که در محیط‌های مرتبط با فرورانش به وجود می‌آیند. نسبت $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ بین ۰/۴۵و۱/۰۱ در تغییر است. دایک‌های گابرویی- دیابازی توالی گوشته‌ای به همرا میکروگابروها وگدازه‌های بالشی از نظر ترکیبی در نمودار (Winchester & Floyd, 1977; Pearce, 1996) ;$Log(Nb/Y)$-$Log(Zr/TiO_2)$ در محدوده بازالت قرار گرفته‌اند (شکل۴). همچنین بر اساس نمودارهای Zr-Nb-Y (Meschede,1986) (شکل۵) بیشتر نمونه‌ها گرایش به MORB و بازالت‌های جزایر کمانی نشان می‌دهند. در نمودارTi/1000 در برابر V (Shervais,1982) (شکل۶) و همچنین در نمودار سه‌تایی Hf/3 ,Th ,Nb/16 (Wood, 1980) (شکل ۷) سنگ‌های مافیک منطقه ویژگی‌های بین MORB و IAT را نشان می‌دهند.

سنگ‌زایی

مقدار# Mg در پریدوتیت‌های گوشته‌ای به‌طورعموم شاخصی برای تعیین درجه تهی‌شدگی گوشته یا درجه ذوب بخشی است به‌طوری که در نسبت‌های بالای#Mg، درجه ذوب بخشی بالا است (Coleman, 1977; Nicolas & Prinzhofer, 1983) . علاوه بر این، از عناصر Na, Al, Cr, Ti نیز می توان برای تعیین درجه تهی‌شدگی استفاده کرد به طوری‌که Ni, Cr از عناصر سازگار بوده و در درجه کم ذوب بخشی در پریدوتیت میزبان، باقی مانده و وارد مذاب نمی‌شوند، ولی عناصر Al, Na, Ti از عناصر ناسازگار بوده و در درجات اندک ذوب بخشی نیز وارد مذاب می‌شوند. عدد کروم # Cr اسپینل در پریدوتیت‌ها معیاری مناسب برای تعیین درجه تهی‌شدگی یک منبع گوشته‌ای است. افزایش مقدار# Cr اسپینل در پریدوتیت‌ها نشان دهنده افزایش درجه ذوب بخشی است(Dick & Bullen, 1984; Arai,1994). همان‌طور که نمودارهای $(Cr^*100)/(Cr+Al)$ در برابر $(Mg^*100)/(Mg+Fe2+)$ برای اسپینل‌های موجود در پریدوتیت‌ها (Dick & Bullen,1984) و نمودار عدد کروم# Crاسپینل‌ها در برابر عدد منیزیم# Mg اولیوین‌ها (Arai,1994) مشخص است، پریدوتیت‌های منطقه مورد مطالعه بیشتر از نظر ترکیبی گرایش به پریدوتیت‌های اقیانوسی(abyssal peridotites) داشته و درصد پایینی از ذوب بخشی در حدود ۷–۱۷٪ را نشان می‌دهند (شکل۸ و۹). الگوی REEهای پریدوتیت‌های نائین در مقایسه با پریدوتیت‌های آلپی (Li,1992) و پریدوتیت‌های محور میان اقیانوسی خاور آرام (Niu & Hekinian, 1997; Girardeau & Francheteau, 1993) (EastPacificRise) روند تقریباً مشابهی را نشان می‌دهد. از سوی دیگر، این الگو نسبت به

پریدوتیت‌های تهی‌شده‌ای همچون دیاپیر مقصد (Maqsad) (Godard et al., 2000) و همچنین پریدوتیت‌های Wuqbah (Girardeau et al., 2002) عمان، به علت تفاوت در درجه تهی‌شدگی، روند متفاوتی را نشان می‌دهند (شکل ۱۰).

برای به‌دست آوردن درصد ذوب بخشی پریدوتیت‌ها از نمودارهای لگاریتمی Yb در برابر V , SC (Pearce & Parkinson.,1993) استفاده شده است. بر اساس این نمودارها، پریدوتیت‌ها تقریباً ۷–۱۸٪ ذوب بخشی را متحمل شده‌اند (شکل ۱۱). نمودار Ybدر برابر V برای به‌دست آوردن فوگاسیته اکسیژن در هنگام ذوب بخشی نیز در پریدوتیت‌ها پیشنهاد شده است (Pearce & Parkinson, 1993; Melcher et al., 2002). نمودارهای Vدر مقابل Yb برای پریدوتیت‌های نائین نشان دهنده *fO2* بالا نسبت به پریدوتیت‌های مرتبط با موربها است که نشان می‌دهد پریدوتیت‌های این منطقه مربوط به پریدوتیت‌های مناطق SSZ است. بر اساس الگوی REEها برای پریدوتیت‌های منطقه به‌کمک نمودار ارائه شده توسط Lonov et al. (2002)و Kinzler (1997) مقدار ذوب بخشی تقریباً برابر ۷–۱۸٪ است (شکل ۱۲).

دایک‌های گابرویی– دیابازی، گدازه‌های بالشی و میکروگابروها در الگوی REEها (بهنجار شده به کندریت) روند تقریباً مسطح نسبت به کندریت را نشان می‌دهند. همچنین این سنگ‌ها در HFSE تهی‌شدگی و در LILE غنی‌شدگی را در نمودارهای چند عنصری (بهنجار شده به گوشته اولیه) نشان می‌دهند که می‌تواند مرتبط با ویژگی‌های مناطق IAT باشد. سنگ‌های مافیک این منطقه ویژگی‌های سری ماگمایی تولئیت‌های کم پتاسیم را نشان می‌دهند و همچنین در نمودارهای تشخیص جایگاه تشکیل سنگ‌های مافیک، سنگ‌های مافیک این منطقه ویژگی مناطق MORB وIAT را نشان می‌دهند (شکل‌های ۵ و۶ و۷). بازالت‌های مناطق پشت کمانی از نظر زمین‌شیمیایی حدواسط بین MORB و IAT هستند که این مسئله به‌احتمال می‌تواند از آمیختگی این دو ناشی شده باشد (Saunders & Tarney, 1991). با مشاهده چنین ویژگی در سنگ‌های مافیک نائین، زایش آن را می‌توان با یک محیط پشت کمانی مرتبط دانست.

نتیجه گیری

افیولیت‌های نائین از جمله افیولیت‌هایی است که به‌طورعمده از سنگ‌های توالی گوشته‌ای به‌ویژه پریدوتیت‌ها تشکیل شده است. پریدوتیت‌های افیولیت نائین به‌طورعمده از هارزبورژیت‌های Cpxدار و لرزولیت‌ها با درجه ذوب بخشی حدود ۷–۱۸٪ تشکیل یافته که بر اساس مطالعه حاضر می‌توان این پریدوتیت‌ها را مرتبط با یک محیط SSZ دانست. تفاوت درجه ذوب بخشی این پریدوتیت‌ها، باعث ایجاد سنگ‌هایی با درجه غنی‌شدگی متفاوت در REEها شده است. علاوه بر این تفاوت در غنی‌شدگی REEها را می‌تواند ناشی از ذوب دو مرحله‌ای منشأ گوشته‌ای نیز دانست.

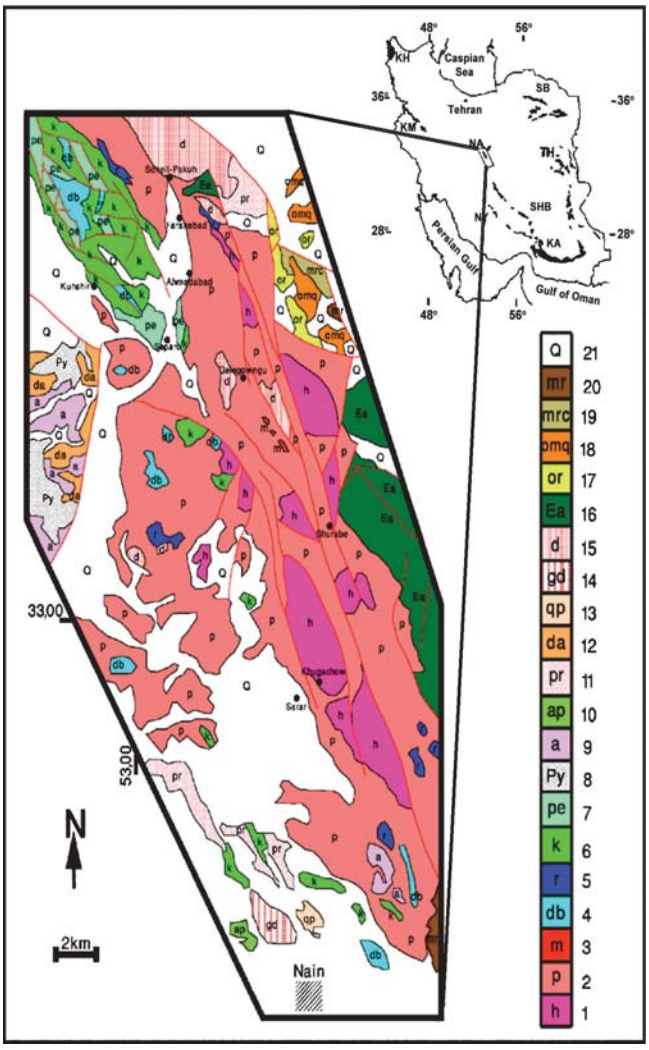
آلودگی‌های گابرویی در ژرفاهای زیاد، در اثر درجه ذوب بخشی کم پریدوتیت‌های تهی‌شده ایجاد شده است. مذاب حاصل از این نرخ کم ذوب، تحت شرایط تغییر پلاستیکی نتوانسته راه خود را به صورت شکستگی‌های هیدرولیکی به بالا باز کنند و در پریدوتیت‌ها انتشار یافته و باعث آلوده کردن پریدوتیت‌های اطراف شده است.

دایک‌های گابرویی با درجه تفریق بخشی بالاتری نسبت به گابروهای پگماتیتی و آلودگی‌های گابرویی به صورت دایک‌های تزریقی در هارزبورژیت‌های که در زیر منحنی سولیدوس قرار داشته‌اند، تزریق شده‌اند.

سنگ‌های مافیک این مجموعه افیولیتی ویژگی‌های سری‌های تولئیتی جزایر کمانی را نشان می‌دهند. همچنین این سنگ‌ها در نمودارهای زمین‌ساختی–ماگمایی و نمودارهای پراکنش عناصر فرعی ویژگی‌های بین محیط‌های پشته‌های میان اقیانوسی تهی‌شده و جزایر کمانی را نمایان می‌کنند. با توجه به این‌که این ویژگی‌ها بیشتر مرتبط به حوضه‌های حاشیه‌ای کششی هستند، می‌توان برای محیط تشکیل افیولیت نائین، یک حوضه پشت کمانی را پیشنهاد داد.

سپاسگزاری

از J. Ravaux در آزمایشگاه میکروپروب دانشگاه نانسی و از R. Boutin و R. Thuizat در آزمایشگاه زمین‌شیمی دانشگاه لوئی پاستور به سبب همکاری طی تجزیه نمونه‌های این تحقیق تشکر می‌کنیم. همچنین از داوران محترم و ناشناس این مقاله، بابت رهنمودهای ارزشمندشان بسیار سپاسگزاریم.



۱– هارزبورژیت ۲– سرپانتینیت با دایک‌های دیابازی وگابرویی ۳– سنگ‌های دگرگونی ۴– دیاباز ۵– رادیولاریت ۶– سنگ آهک پلاژیک سنونین– ماستریشتین ۷–سنگ آهک پالئوسن میانی تا ائوسن زیرین ۸– سنگهای آذرآواری‌های ائوسن ۹–آندزیت– تراکی آندزیت ۱۰–آندزیت پورفیری ۱۱– پورفیریت ۱۲– گدازه‌های داسیتی ۱۳– کوارتز پورفیری ۱۴–گرانودیوریت اولیگوسن پایینی ۱۵–دیوریت ۱۶– سازند آخوره ۱۷– کنگلومرا– ماسه سنگ – مارن اولیگوسن بالایی ۱۸– سنگ آهک و ماسه سنگ آهکی اولیگوسن – میوسن ۱۹– کنگلومرای میوسن– پیلوسن ۲۰– سازند سرخ بالایی ۲۱– رسوبات کواترنری

شکل ۱– موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه پراکندگی افیولیت‌های ایران و نقشه زمین‌شناسی افیولیت‌های نائین

جدول۱- نتایج تجزیه کل سنگ برای سنگ‌های مافیک و اولترامافیک افیولیت‌های نائین

Series Name	gabbro-dike	Gabbroic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	impregnated peridotite	impregnated peridotite
sample_id	BS05-17	BSP-3	BAH-14	BS05-13	BS05-16	BKSh-7	BKB05-4	BS05-1
SiO2	54.3	30.8	53.4	41.9	51	55.1	41.5	45
TiO2	0.759	0.826	0.751	0.164	0.507	1.11	0.198	0.088
Al2O3	14.8	22	14.1	10.1	14.7	15.0	4.7	1.59
FeOt	11.4	3.93	9.9	6.42	8.91	9.75	11	6.3
MnO	0.262	0.075	0.145	0.095	0.207	0.232	0.161	0.106
MgO	6.21	5.7	3.57	6.77	7.52	2.22	30	27.8
CaO	5.14	25.7	13.1	29	7.88	4.88	4.5	11.9
Na2O	3.77	0	0	0.25	4.51	6.08	0.31	0
K2O	0.84	0	0	0.01	0.522	0.143	0.1	0.06
P2O5	0.1	0.108	0.06	0.04	0.02	0.131	0.02	0.01
LOI	2.79	9.54	4.25	4.12	2.91		6.14	6.02
Total	100.41	98.67	99.26	98.85	98.65		98.64	98.89
Ba	59	2.44	5	20	23.3	47	14	9
Rb	7.51	0.397	0.271	0.262	2.68	1.47	0.696	0.045
Sr	137	247	86	52	83.2	560	46	15
Y	19.5	20.1	18.9	6.39	13	19	6.21	3.25
Zr	44	61.6	32.5	27.4	17.5	32	13.2	1.56
Nb	0.616	0.642	0.45	1.09	0.261	0.380	0.443	0.094
Th	0.464	0.337	0.213	0.238	0.09	0.096	0.083	0.005
Pb	1.84	0.988	5.47	1.97	6.87	2.81	2.63	0.261
Zn	98	36.2	73	33	120	84	79	28
Cu	80.2	5.49	61.1	33.2	83.2	10	17.8	10.5
Ni	23	65.7	29	54	56	9	988	504
V	303	142	411	196	264	265	109	111
Cr	30	66	6	231	177	12	2215	2390
Hf	1.3	1.97	1.12	0.731	0.64	1.01	0.351	0.049
Cs	0.412		0.019	0.037	0.032	0.044	0.087	0.003
Sc	41	13.4	34	34	41.6	40	19	43
Ta	0.047	0.404	0.031	0.077	0.03	0.038	0.015	
Co	35.6	17.6	29.4	29.7	31	15.2	113	74.4
U	0.153	0.148	0.141	0.208	0.062	0.234	0.033	0.048
W	2.32	2.65	0.753	1.14		0.360	0.296	0.254
La	2.21	2.73	1.56	1.24	0.852	1.71	0.493	
Ce	5.55	7.74	4.35	2.62	2.36	4.07	1.39	0.096
Pr	0.909	1.33	0.756	0.348	0.443	0.720	0.244	0.032
Nd	5.08	7.28	4.27	1.59	2.5	4.13	1.27	0.269
Sm	1.89	2.5	1.62	0.419	1.02	1.64	0.516	0.167
Eu	0.728	0.954	0.647	0.171	0.479	0.585	0.193	0.092
Gd	2.44	2.65	2.7	0.608	1.59	2.280	0.654	0.287
Tb	0.44	0.504	0.417	0.122	0.269	0.408	0.126	0.059
Dy	3.35	3.9	2.98	0.913	2.02	2.85	0.967	0.511
Ho	0.775	0.873	0.73	0.235	0.487	0.658	0.234	0.113
Er	2.08	2.41	1.97	0.669	1.23	1.87	0.572	0.277
Tm	0.341	0.388	0.338	0.121	0.204	0.331	0.088	0.044
Yb	2.1	2.28	2.07	0.849	1.36	1.90	0.633	0.267
Lu	0.355	0.335	0.332	0.143	0.218	0.292	0.1	0.047
Ti	4549.438	4951.036	4501.486	983.0144	3038.953		1186.81	527.4711

Series Name	impregnated peridotite	Micro gabbro	Micro gabbro	Micro gabbro	Micro gabbro	Micro gabbro	pegmatite gabbro	peridotite
sample_id	BSP4	BAH-19	BAH-20	BS05-10	BS05-4A	BS05-4B	BKSH-6	BKB-1
SiO2	39.4	50.5	53.9	52.2	49.3	48.8	49.7	36.5
TiO2	0.272	0.512	1.05	0.897	0.806	0.847	0.119	0.011
Al2O3	4.27	15.1	14.4	15.4	15.3	15.4	16.7	1.14
FeOt	8.97	9.03	12.3	10.9	8.5	8.84	4.66	7.63
MnO	0.13	0.166	0.222	0.166	0.165	0.163	0.084	0.103
MgO	34.1	8.43	5.11	6.44	6.79	6.56	12.2	41.7
CaO	3.5	7.63	4.92	5.48	11.4	11	13.6	1.15
Na2O	0.365	3.82	4.74	2.68	3.27	3.63	0.73	0.03
K2O	0.088	1.04	0.43	3.02	0.85	0.79	0.08	0.13
P2O5	0.017	0.05	0.1	0.085	0.08	0.08	0.03	0.01
LOI	7.52	2.73	2.48	2.28	3.22	3.23	2.15	10.79
Total	98.69	99.06	99.67	99.59	99.66	99.41	100.05	99.21
Ba	3.37	79	23	177	110	102	37	4
Rb	0.856	8.42	2.64	15	13.8	13.2	1.01	0.216
Sr	8.35	132	130	252	216	232	201	17
Y	6.04	13.1	26	17.2	21.5	20.3	3.63	0.922
Zr	15.3	23.5	60.9	39.5	51.8	49.3	4.49	1.74
Nb	0.172	0.379	0.677	0.487	2.05	1.93	0.118	0.051
Th	0.081	0.295	0.578	0.332	0.282	0.158	0.085	0.05
Pb	3.04	2.26	2.39	2.73	2.01	0.704	0.782	1.52
Zn	86.8	64	116	71.6	90	76	33	57
Cu	46.9	42.2	37.3	1.27	30.6	24.3	26.4	3.76
Ni	1618	71	19	47.7	98	84	217	1851
V	74.7	256	379	299	249	241	124	41
Cr	2845	234	10	173	353	352	786	1732
Hf	0.516	0.792	1.97	1.21	1.46	1.37	0.165	0.028
Cs	0.197	0.395	0.042	0.129	0.586	0.52	0.103	0.01
Sc	12.9	39	41	35	40	37	31	9
Ta	0.023	0.038	0.059	0.036	0.141	0.155	0.005	0.013
Co	102	36.1	36.8	38.3	46.2	39.3	31.9	111
U	0.195	0.116	0.308	0.221	0.079	0.158	0.025	0.029
W	0.024	0.503	0.393		2.08	1.02	0.711	0.617
La	0.487	1.19	3.15	3.55	2.25	2.18	0.311	0.051
Ce	1.68	3.2	8.25	8.05	6.36	6.01	0.701	0.125
Pr	0.311	0.562	1.39	1.23	1.08	1.05	0.105	0.012
Nd	1.68	3.29	7.76	6.01	5.74	5.7	0.599	0.082
Sm	0.672	1.25	2.9	2.11	2.05	2.05	0.241	0.031
Eu	0.253	0.505	1.04	0.663	0.831	0.827	0.119	0.008
Gd	0.761	1.75	3.45	2.5	2.76	2.55	0.321	0.032
Tb	0.146	0.315	0.661	0.426	0.52	0.49	0.068	0.007
Dy	1.05	2.36	4.72	3.05	3.55	3.34	0.526	0.08
Ho	0.246	0.584	1.09	0.694	0.829	0.798	0.118	0.021
Er	0.615	1.53	2.9	1.83	2.13	2.09	0.375	0.068
Tm	0.094	0.248	0.478	0.28	0.335	0.322	0.06	0.008
Yb	0.612	1.58	2.94	1.91	2.33	2.19	0.378	0.084
Lu	0.101	0.246	0.478	0.276	0.343	0.358	0.065	0.015
Ti	1630.365	3068.923	6293.69	5376.609	4831.156	5076.91	713.2848	65.93389

Series Name	peridotite	peridotite	peridotite	peridotite	peridotite	pyroxenite	pyroxenite	Websterite
sample_id	BKB-7	BPV-12	BSU14	BY23	BKSh-12	BKSH-4	BKSH4B	BKSH-11
SiO2	40.7	39.1	38	38.9	40.5	44.3	44.8	46.5
TiO2	0.016	0.029	0.017	0.043	0.036	0.085	0.079	0.057
Al2O3	0.805	1.99	1.12	7.27	2.93	2.18	2.67	9.36
FeOt	8.22	7.86	8.04	7.82	8.93	8.57	8.62	5.94
MnO	0.12	0.107	0.108	0.118	0.126	0.134	0.131	0.113
MgO	43.3	39.3	42.9	30.5	31.8	27.2	26.6	20.8
CaO	0.763	2.03	0.586	7.13	6.33	10.4	9.96	13
Na2O	0.05	0	0.2	0.227	0.014	0.09	0.05	0.151
K2O	0.07	0.13	0.18	0.001	0.003	0.08	0.05	0.009
P2O5	0.05	0.03	0.05	0.046	0.007	0.05	0.05	0.05
LOI	5.35	8.95	8	7.57		6	6.04	3.59
Total	99.31	99.52	99.12	99.69		99.11	98.55	99.53
Ba	5	7	2	7.33	6	4	6	2.71
Rb	0.228		0.174	0.594		0.221	0.282	0.306
Sr	19	13	4	170	19	13	17	22.4
Y	2	0.928	2	2.77	2	5	4	2.9
Zr	9	0.561	9	3.98	1	9	3	6.9
Nb	0.01	0.03	0.372	0.015	0.023	0.103	0.099	0.114
Th	0.023	0.022	0.022		0.017	0.032	0.038	0.01
Pb	0.892	1.63	1.72	0.608		1.47	1.59	1.15
Zn	48	57	39	65.7	48	33	21	61.2
Cu	29.5	19.1	12.5	113	24	11.5	13.9	144
Ni	2097	1809	1946	1268	993	819	865	584
V	55	65	46	56	77	149	144	120
Cr	2828	2294	2421	4119	2915	2434	2406	2326
Hf	0.023	0.018	0.027	0.056	0.033	0.1	0.103	0.088
Cs	0.023		0.012				0.005	
Sc	11	12	10	15.2	22	46	45	35
Ta		0.002	0	0.36	0.001	0	0.045	
Co	124	107	96.4	106	84.8	97.6	83.3	61.6
U	0.051	0.042	0.076	0.033	0.020	0.021	0.02	
W	0.303	0.224	0.23	2.62	0.013	0.115	0.305	2.84
La					1.46	0.088	0.016	
Ce	0.05		0.02	0.061	0.108	0.293	0.261	0.138
Pr	0.012	0.001	0.006	0.016	0.017	0.058	0.053	0.025
Nd	0.04	0.023	0.02	0.143	0.097	0.397	0.337	0.137
Sm	0.03	0.015	0.021	0.099	0.059	0.222	0.204	0.082
Eu	0.009	0.014	0.005	0.054	0.037	0.081	0.071	0.049
Gd	0.051	0.052	0.013		0.113	0.372	0.311	
Tb	0.006	0.016	0.006		0.018	0.08	0.062	
Dy	0.074	0.126	0.052	0.29	0.189	0.7	0.509	0.336
Ho	0.024	0.035	0.015	0.067	0.042	0.164	0.129	0.084
Er	0.069	0.124	0.043	0.18	0.111	0.419	0.36	0.231
Tm	0.01	0.027	0.007	0.031	0.023	0.065	0.054	0.044
Yb	0.093	0.17	0.065	0.186	0.121	0.43	0.333	0.233
Lu	0.018	0.028	0.012	0.025	0.020	0.066	0.058	0.037
Ti	95.90384	173.8257	101.8978	257.7416		509.4892	473.5252	341.6574

Series Name	pillow lava	pillow lava	pillow lava	pillow lava	pillow lava	pillow lava
sample_id	BAH-35	BAH-36	BF-4	BF2	BPV2	BS05-3
SiO2	48.9	47.1	28.1	44.7	49.4	49.1
TiO2	0.867	0.937	0.559	0.724	0.329	0.797
Al2O3	15.6	15.8	19.4	16.7	16.5	15.3
FeOt	8.78	8.72	8.16	8.93	10.2	7.69
MnO	0.135	0.136	0.13	0.159	0.172	0.139
MgO	7.26	7.52	4.73	5.44	5.4	7.54
CaO	9.74	9.86	15	13.2	9.64	13.6
Na2O	3.56	3.53	15.89	3.38	3.75	2.51
K2O	0.79	1.34	2.2	0.49	0.84	0.25
P2O5	0.12	0.12	0.41	0.09	0.05	0.08
LOI	3.22	4.14	4.76	5.23	2.66	1.86
Total	99.01	99.18	99.39	98.98	98.89	98.9
Ba	54	102	16	17	145	25
Rb	10.9	14.7	6.53	8.41	14.6	4.19
Sr	170	198	184	199	302	112
Y	19.9	21	19	19	28	21.1
Zr	61.1	55	44	44	67	50.3
Nb	2.63	2.39	1.26	1.13	1.07	1.93
Th	0.302	0.263	0.165	0.11	0.09	0.186
Pb	2.05	3.63	3.29	1.41	3.68	1.6
Zn	78	61	91	109	68	75
Cu	97.9	37	39	31.2	44.8	64.1
Ni	79	91	122	126	61	119
V	232	235	249	249	288	228
Cr	236	257	566	572	194	331
Hf	1.57	1.49	1.2	1.21	1.82	1.48
Cs	0.391	0.597	0.172	0.203	0.386	0.114
Sc	41	43	38	39	43	37
Ta	0.188	0.189	0.099	0.098	0.08	0.161
Co	47.3	45.5	41.7	40.9	40.2	45.6
U	0.152	0.231	0.573	0.12	0.056	0.06
W	2.18	1.24	0.762	0.549	0.226	0.897
La	2.8	3.02	1.65	1.58	1.86	2.31
Ce	7.3	7.55	4.93	4.91	6.11	6.03
Pr	1.24	1.24	0.849	0.844	1.12	1.04
Nd	6.43	6.32	4.66	4.64	6.39	5.67
Sm	2.31	2.12	1.7	1.77	2.43	2.05
Eu	0.879	0.84	0.716	0.704	0.946	0.828
Gd	2.56	2.65	2.27	2.28	3.24	2.67
Tb	0.507	0.495	0.455	0.415	0.622	0.475
Dy	3.51	3.44	3.19	3.12	4.49	3.39
Ho	0.837	0.796	0.756	0.713	1.09	0.826
Er	2.19	2.07	1.91	1.88	2.88	2.11
Tm	0.311	0.341	0.307	0.29	0.474	0.334
Yb	2.2	2.02	1.87	1.79	2.77	2.26
Lu	0.352	0.338	0.322	0.284	0.46	0.339
Ti	5196.789	5616.369	3350.64	4339.649	1972.023	4777.21

جدول۲- نتایج تجزیه کانیایی ارتوپیروکسن‌ها در پریدوتیت‌های نائین

Name	BKB.13-2	BSU-14-1	BSU-14-2	BSU-14-3	BSU-14- 4	BSU-14-5	BSU-14-7	BSU15-11	BSU-14-8	BSU15-12	BSU15-13	BSU15-14	BSU15-5
Rock-type	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite
SiO2	56.964	56.3675	56.1042	56.7063	56.8807	55.3065	56.5728	54.6544	57.929	54.8136	54.9866	53.7358	58.1141
TiO2	0.0002	0.0274	0.0002	0.0002	0.0442	0.0396	0.0319	0.0065	0.0403	0.0073	0.0652	0.0002	0.0002
Al2O3	3.4853	2.7552	2.866	2.5313	2.6911	2.8564	1.9246	3.9966	2.0731	3.9735	3.936	3.8118	1.2251
FeO	5.7013	5.6374	5.689	5.8191	5.8454	5.789	5.844	6.4457	6.0664	6.173	6.5979	6.3136	6.2611
Cr2O3	0.8973	0.5755	0.592	0.4007	0.3692	0.5256	0.2719	0.4779	0.2613	0.4834	0.5802	0.4932	0.0653
MnO	0.0909	0.1176	0.1144	0.2401	0.0925	0.011	0.0975	0.2726	0.0942	0.0094	0.0498	0.2175	0.2893
NiO	0.1983	0.0159	0.127	0.0954	0.1063	0.1334	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0142
MgO	32.336	32.8467	34.0578	33.9105	33.8557	33.0228	34.2493	33.9592	34.6554	32.934	33.6436	32.9758	34.985
CaO	2.0619	0.5427	0.5653	0.551	0.6256	0.8133	0.4148	0.6147	0.5346	0.469	0.5743	0.5936	0.4338
Na2O	0.0094	0.0258	0.2603	0.0262	0.1015	0.0478	0.03	0.0397	0.0334	0.2104	0.0908	0.0402	0.0003
K2O	0.0388	0.0252	0.034	0.0248	0.0348	0.0001	0.0458	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0341	0.0137
Total	101.78	98.94	100.41	100.31	100.65	98.55	99.48	100.47	101.69	99.07	100.52	98.22	101.4
TSi	1.943	1.968	1.921	1.949	1.948	1.936	1.956	1.873	1.963	1.906	1.886	1.886	1.974
TAl	0.057	0.032	0.079	0.051	0.052	0.064	0.044	0.127	0.037	0.094	0.114	0.114	0.026
TFe3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.083	0.082	0.036	0.052	0.056	0.054	0.035	0.034	0.045	0.068	0.045	0.043	0.023
M1Ti	0	0.001	0	0	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0	0.002	0	0
M1Fe3	0	0	0.045	0	0	0	0.004	0.082	0	0.026	0.056	0.061	0.001
M1Fe2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Cr	0.024	0.016	0.016	0.011	0.01	0.015	0.007	0.013	0.007	0.013	0.016	0.014	0.002
M1Mg	0.887	0.901	0.899	0.935	0.93	0.927	0.953	0.871	0.947	0.892	0.882	0.882	0.973
M1Ni	0.005	0	0.003	0.003	0.003	0.004	0	0	0	0	0	0	0
M2Mg	0.757	0.809	0.839	0.803	0.799	0.796	0.812	0.864	0.804	0.815	0.838	0.843	0.798
M2Fe2	0.163	0.165	0.118	0.167	0.167	0.169	0.166	0.103	0.172	0.153	0.133	0.124	0.177
M2Mn	0.003	0.003	0.003	0.007	0.003	0	0.003	0.008	0.003	0	0.001	0.006	0.008
M2Ca	0.075	0.02	0.021	0.02	0.023	0.031	0.015	0.023	0.019	0.017	0.021	0.022	0.016
M2Na	0.001	0.002	0.017	0.002	0.007	0.003	0.002	0.003	0.002	0.014	0.006	0.003	0
M2K	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0	0.002	0	0	0	0	0.002	0.001
Sum_cat	3.998	3.999	3.999	3.999	3.998	4	3.998	4	4	4	4	3.998	3.999
WO	3.998	1.07	1.077	1.05	1.195	1.586	0.787	1.157	0.998	0.917	1.092	1.151	0.8
EN	87.235	90.075	90.29	89.931	89.953	89.587	90.412	88.964	90.023	89.642	89.037	88.961	89.766
FS	8.768	8.856	8.633	9.019	8.852	8.827	8.801	9.879	8.979	9.44	9.87	9.888	9.434
Mineral	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx	Opx

جدول۳- نتایج تجزیه کانیایی کلینوپیروکسن‌ها در سنگ‌های مختلف افیولیت‌های نائین

Name	BS05.16-1	BS05.16-10	BS05.16-11	BS05.16-12	BS05.16-13	BS05.16-14	BS05.16-15	BS05.16-16	BS05.16-17	BS05.16-2	BS05.16-3	BS05.16-4	BS05.16-5	BK05.4-20
Rock-type	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	Gab .impreg
SiO2	52.6795	50.678	50.946	52.645	51.78	50.701	50.6758	50.4064	51.7596	51.9661	51.8699	53.4202	52.696	52.8243
TiO2	0.2851	0.384	0.362	0.162	0.142	0.692	0.3448	0.4084	0.2568	0.3237	0.3694	0.1199	0.281	0.1652
Al2O3	2.9905	3.333	3.159	1.886	1.121	3.243	3.3858	3.6391	2.8552	3.7557	3.7889	2.1919	2.6	2.4721
FeO	6.1436	7.843	8.607	5.114	5.105	9.539	9.6797	7.9829	8.4853	5.8413	6.0834	4.9833	6.701	4.2986
Cr2O3	0.2214	0.077	0.043	0.739	0.481	0.015	0.0002	0.0462	0.0002	0.4798	0.5933	0.7929	0.331	0.8427
MnO	0.1961	0.184	0.226	0.167	0.177	0.029	0.28	0.3761	0.233	0.1776	0.1107	0.2134	0.132	0.1174
NiO	0.0002	0.119	0	0	0.138	0.133	0.0002	0.0002	0.0987	0.0188	0.0659	0.0031	0.134	0.0142
MgO	17.3726	16.711	15.624	17.294	19.987	14.242	15.9021	16.4265	17.2665	17.1928	16.9972	18.2687	16.897	17.2748
CaO	19.7622	19.508	19.206	19.737	20.454	19.439	18.6572	18.6273	18.1309	20.1424	19.6721	20.5749	20.27	21.4816
Na2O	0.1334	0.255	0.19	0.257	0.183	0.366	0.1779	0.1481	0.1516	0.1371	0.1087	0.1844	0.193	0.2366
K2O	0.0256	0.005	0.035	0.059	0	0.018	0.0001	0.0426	0.0404	0.0236	0.0001	0.0001	0.008	0.0444
Total	99.81	99.1	98.4	98.06	99.57	98.42	99.1	98.1	99.28	100.06	99.66	100.75	100.24	99.77
TSi	1.929	1.876	1.911	1.959	1.88	1.914	1.889	1.888	1.913	1.897	1.905	1.93	1.928	1.929
TAl	0.071	0.124	0.089	0.041	0.048	0.086	0.111	0.112	0.087	0.103	0.095	0.07	0.072	0.071
TFe3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.058	0.021	0.05	0.042	0	0.058	0.038	0.048	0.038	0.059	0.068	0.023	0.04	0.036
M1Ti	0.008	0.011	0.01	0.005	0.004	0.02	0.01	0.012	0.007	0.009	0.01	0.003	0.008	0.005
M1Fe3	0.002	0.098	0.032	0	0	0.015	0.066	0.052	0.047	0.023	0	0.03	0.021	0.02
M1Fe2	0	0	0.032	0	0	0.101	0.003	0	0	0	0	0	0	0
M1Cr	0.006	0.002	0.001	0.022	0.014	0	0	0.001	0	0.014	0.017	0.023	0.01	0.024
M1Mg	0.926	0.865	0.874	0.932	0.978	0.802	0.884	0.887	0.905	0.895	0.902	0.921	0.918	0.915
M1Ni	0	0.004	0	0	0.004	0.004	0	0	0.003	0.001	0.002	0	0.004	0
M2Mg	0.022	0.057	0	0.027	0.103	0	0	0.03	0.046	0.041	0.028	0.063	0.004	0.026
M2Fe2	0.186	0.145	0.206	0.159	0.155	0.185	0.233	0.198	0.215	0.155	0.187	0.121	0.184	0.111
M2Mn	0.006	0.006	0.007	0.005	0.005	0.001	0.009	0.012	0.007	0.005	0.003	0.007	0.004	0.004
M2Ca	0.775	0.774	0.772	0.787	0.796	0.786	0.745	0.747	0.718	0.788	0.774	0.797	0.794	0.841
M2Na	0.009	0.018	0.014	0.019	0.013	0.027	0.013	0.011	0.011	0.01	0.008	0.013	0.014	0.017
M2K	0.001	0	0.002	0.003	0	0.001	0	0.002	0.002	0.001	0	0	0	0.002
Sum_cat	3.999	4	3.998	3.997	4	3.999	4	3.998	3.998	3.999	4	4	4	3.998
WO	40.426	39.79	40.145	41.184	39.043	41.604	38.421	38.798	37.03	41.306	40.849	41.107	41.27	43.871
EN	49.447	47.426	45.439	50.211	53.084	42.411	45.564	47.605	49.067	49.056	49.109	50.785	47.868	49.087
FS	10.127	12.783	14.416	8.605	7.873	15.985	16.015	13.598	13.903	9.638	10.042	8.108	10.862	7.042
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx

ادامه جدول ۳

Name	BK05.4-21	BK05.4-31	BK05.4-32	BK05.4-33	BK05.4-34	BK05.4-35	BK05.4-36	BK05.4-37	BK05.4-38	BK05.4-39	BK05.4-40	BK05.4-41	BK05.4-42	BK05.4-43	BK05.4-44
Rock-type	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg
SiO2	52.7748	53.1489	53.5192	53.8	53.0642	52.1967	53.2941	52.7013	52.3322	53.743	53.3141	53.3263	53.4905	53.9083	53.9848
TiO2	0.185	0.1265	0.0969	0.1907	0.2465	0.2196	0.0752	0.1325	0.244	0.2322	0.271	0.1686	0.1885	0.1764	0.1556
Al2O3	2.2384	1.6705	1.8179	1.7649	1.9858	1.8205	1.5797	1.8844	2.2779	2.5475	2.5526	2.2887	2.3615	2.4179	2.3679
FeO	4.3533	4.3648	4.6757	4.7186	4.4678	4.5651	4.5134	4.4292	4.4962	5.0653	4.6726	4.7448	4.6909	4.409	4.0649
Cr2O3	0.8148	0.5579	0.7595	0.7752	0.7074	0.9099	0.6969	0.7276	1.0011	0.7942	0.7445	0.8265	0.9077	0.8977	0.9416
MnO	0.1019	0.0595	0.1097	0.1646	0.1474	0.1078	0.0469	0.0344	0.1787	0.1392	0.2032	0.155	0.0813	0.0595	0.1442
NiO	0.0002	0.0079	0.1355	0.0002	0.0236	0.1099	0.0393	0.1461	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.002	0.0236	0.0002
MgO	17.8466	18.2057	18.3371	18.0079	17.7572	18.0048	17.9695	18.159	16.4982	17.5526	17.5991	17.9037	17.7146	17.2111	17.3938
CaO	21.0339	20.8684	21.1134	20.9009	20.8966	20.9972	20.8739	21.2237	22.1376	21.1093	20.8968	20.4445	21.6584	21.6975	20.9146
Na2O	0.2473	0.2049	0.2211	0.2373	0.2573	0.259	0.2039	0.222	0.4057	0.1464	0.2227	0.2927	0.2976	0.2962	0.2357
K2O	0.0001	0.0001	0.0001	0.0161	0.006	0.0224	0.0416	0.0001	0.0324	0.0001	0.0001	0.0574	0.0001	0.034	0.0397
Total	99.6	99.22	100.79	100.58	99.56	99.21	99.33	99.66	99.6	101.33	100.48	100.21	101.39	101.13	100.24
TSi	1.927	1.946	1.932	1.949	1.94	1.914	1.952	1.922	1.92	1.937	1.934	1.937	1.922	1.945	1.963
TAl	0.073	0.054	0.068	0.051	0.06	0.079	0.048	0.078	0.08	0.063	0.066	0.063	0.078	0.055	0.037
TFe3	0	0	0	0	0	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.023	0.018	0.009	0.024	0.026	0	0.02	0.003	0.018	0.045	0.043	0.035	0.022	0.048	0.064
M1Ti	0.005	0.003	0.003	0.005	0.007	0.006	0.002	0.004	0.007	0.006	0.007	0.005	0.005	0.005	0.004
M1Fe3	0.033	0.027	0.048	0.012	0.018	0.067	0.02	0.062	0.05	0	0.001	0.019	0.04	0	0
M1Fe2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Cr	0.023	0.016	0.022	0.022	0.02	0.026	0.02	0.021	0.029	0.023	0.021	0.024	0.026	0.026	0.027
M1Mg	0.915	0.935	0.915	0.937	0.928	0.898	0.937	0.906	0.896	0.926	0.926	0.918	0.907	0.921	0.904
M1Ni	0	0	0.004	0	0.001	0.003	0.001	0.004	0	0	0	0	0	0.001	0
M2Mg	0.056	0.059	0.072	0.036	0.04	0.087	0.044	0.081	0.006	0.018	0.025	0.051	0.042	0.004	0.039
M2Fe2	0.1	0.106	0.093	0.131	0.118	0.066	0.119	0.073	0.088	0.153	0.14	0.125	0.101	0.133	0.124
M2Mn	0.003	0.002	0.003	0.005	0.005	0.003	0.001	0.001	0.006	0.004	0.006	0.005	0.002	0.002	0.004
M2Ca	0.823	0.819	0.816	0.811	0.819	0.825	0.819	0.829	0.87	0.815	0.812	0.796	0.834	0.839	0.815
M2Na	0.018	0.015	0.015	0.017	0.018	0.018	0.014	0.016	0.029	0.01	0.016	0.021	0.021	0.021	0.017
M2K	0	0	0	0.001	0	0.001	0.002	0	0.002	0	0	0.003	0	0.002	0.002
Sum_cat	4	4	4	3.999	4	3.999	3.998	4	3.998	4	4	3.997	4	3.998	3.998
WO	42.627	42.028	41.922	41.995	42.466	42.25	42.224	42.469	45.416	42.563	42.48	41.569	43.289	44.16	43.209
EN	50.323	51.016	50.66	50.343	50.21	50.408	50.575	50.558	47.094	49.243	49.779	50.651	49.264	48.74	50
FS	7.05	6.956	7.419	7.662	7.324	7.341	7.201	6.972	7.49	8.194	7.741	7.779	7.447	7.1	6.791
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx

Name	BS05.16-6	BS05.16-7	BS05.16-8	BS05.16-9	BSU-14-6	BSU15-1	BSU15-10	BSU15-4	BSU15-6	BSU15-9	BK05.4-16	BK05.4-17	BK05.4-18	BK05.4-19
Rock-type	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	diabasic dike	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg
SiO2	52.874	53.108	51.94	52.113	53.9047	52.0126	52.5532	52.7098	53.4935	53.0271	52.6254	52.3775	52.143	52.4691
TiO2	0.202	0.193	0.191	0.298	0.0538	0.2023	0.2274	0.2533	0.0948	0.1376	0.064	0.0002	0.1222	0.1446
Al2O3	2.028	1.738	2.568	2.046	2.5512	4.7582	4.4611	4.6739	4.4331	3.6134	1.9336	1.9416	1.9259	2.0548
FeO	6.69	6.382	6.305	8.245	1.8575	2.1057	2.2156	2.4319	2.5417	2.3462	4.4992	4.2918	4.3292	4.259
Cr2O3	0.335	0.232	0.335	0.001	0.6238	1.0062	0.8197	0.9062	0.8987	0.6637	0.7562	0.7884	0.67	0.8552
MnO	0.103	0.188	0.109	0.148	0.167	0.109	0.1642	0.2686	0.1143	0.0484	0.1954	0.0626	0.1268	0.1835
NiO	0.192	0	0.151	0	0.0002	0.0843	0.0298	0.0002	0.1069	0.0002	0.0346	0.098	0.0157	0.0002
MgO	16.889	17.097	16.214	15.888	17.2995	15.9886	16.3045	16.336	16.6993	16.8459	17.4615	17.7005	17.6354	17.7926
CaO	19.962	19.97	20.001	20.611	23.0728	23.8157	23.187	23.0633	22.0265	23.2268	20.8375	21.1698	21.0453	21.5081
Na2O	0.149	0.184	0.193	0.219	0.3159	0.3901	0.4162	0.4051	0.4895	0.3456	0.1998	0.2096	0.2094	0.264
K2O	0	0.004	0.038	0.031	0.0001	0.0793	0.0001	0.0295	0.0001	0.0001	0.0252	0.0292	0.0001	0.0136
Total	99.42	99.1	98.05	99.6	99.85	100.55	100.38	101.08	100.9	100.26	98.63	98.67	98.22	99.54
TSi	1.952	1.963	1.944	1.93	1.956	1.88	1.901	1.895	1.923	1.918	1.944	1.931	1.931	1.917
TAl	0.048	0.037	0.056	0.07	0.044	0.12	0.099	0.105	0.077	0.082	0.056	0.069	0.069	0.083
TFe3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.04	0.039	0.057	0.019	0.065	0.082	0.091	0.093	0.111	0.072	0.028	0.015	0.015	0.005
M1Ti	0.006	0.005	0.005	0.008	0.001	0.005	0.006	0.007	0.003	0.004	0.002	0	0.003	0.004
M1Fe3	0	0	0	0.051	0	0.029	0.001	0.002	0	0.007	0.017	0.048	0.043	0.064
M1Fe2	0.01	0.007	0.019	0.044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Cr	0.01	0.007	0.01	0	0.018	0.029	0.023	0.026	0.026	0.019	0.022	0.023	0.02	0.025
M1Mg	0.929	0.942	0.905	0.877	0.916	0.852	0.877	0.873	0.858	0.898	0.93	0.912	0.919	0.902
M1Ni	0.006	0	0.005	0	0	0.002	0.001	0	0.003	0	0.001	0.003	0	0
M2Mg	0	0	0	0	0.019	0.009	0.002	0.003	0.037	0.01	0.032	0.061	0.054	0.067
M2Fe2	0.197	0.19	0.179	0.16	0.056	0.035	0.066	0.071	0.076	0.064	0.122	0.085	0.092	0.066
M2Mn	0.003	0.006	0.003	0.005	0.005	0.003	0.005	0.008	0.003	0.001	0.006	0.002	0.004	0.006
M2Ca	0.789	0.791	0.802	0.818	0.897	0.922	0.899	0.888	0.849	0.9	0.825	0.836	0.835	0.842
M2Na	0.011	0.013	0.014	0.016	0.022	0.027	0.029	0.028	0.034	0.024	0.014	0.015	0.015	0.019
M2K	0	0	0.002	0.001	0	0.004	0	0.001	0	0	0.001	0.001	0	0.001
Sum_cat	4	4	3.998	3.999	4	3.996	4	3.999	4	4	3.999	3.999	4	3.999
WO	40.936	40.848	42.047	41.833	47.353	49.832	48.577	48.145	46.532	47.855	42.7	43.03	42.895	43.246
EN	48.189	48.659	47.426	44.868	49.4	46.548	47.528	47.449	49.086	48.293	49.787	50.06	50.013	49.778
FS	10.875	10.493	10.527	13.299	3.247	3.619	3.895	4.406	4.382	3.852	7.513	6.91	7.092	6.976
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx

ادامه جدول ۳

Name	BK05.4-45	BK05.4-46	BK05.4-47	BK05.4-48	BK05.4-49	BK05.4-50	BK05.4-51	BK05.4-52	BK05.4-53	BK05.4-54	BK05.4-55	BK05.4-56	BK05.4-57	BK05.4-62	BK05.4-63
Rock-type	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg
SiO2	53.1165	53.3151	53.1556	52.9043	51.1012	51.6028	53.5307	52.863	52.7987	52.9395	51.1483	53.5945	52.5181	53.1128	52.9079
TiO2	0.1476	0.1646	0.2442	0.1709	0.2973	0.4075	0.1714	0.1399	0.1915	0.1772	0.2732	0.1705	0.2608	0.1584	0.2607
Al2O3	2.3268	2.4379	2.3686	2.3229	2.9662	2.861	0.8315	1.869	2.3669	2.162	3.176	1.4109	2.4468	2.39	2.4194
FeO	4.5363	4.4197	4.5874	4.4781	4.6352	4.8887	3.3902	4.1001	4.4437	4.4827	4.5992	4.1865	4.7548	4.7154	4.7067
Cr2O3	0.9933	0.9465	0.866	0.9345	0.7851	0.929	0.4017	0.6288	0.8385	0.774	0.8279	0.5702	0.8443	0.9162	0.9994
MnO	0.0031	0.1499	0.0002	0.1172	0.1921	0.0499	0.1664	0.108	0.0892	0.0815	0.0031	0.2411	0.0859	0.0344	0.1281
NiO	0.0141	0.0002	0.0536	0.0002	0.0047	0.1883	0.0002	0.0267	0.1273	0.1197	0.0141	0.1069	0.0002	0.0267	0.022
MgO	17.8227	17.5378	17.5007	17.5029	16.8012	16.8357	17.1426	17.1142	17.2655	17.4562	17.4914	16.9788	17.8667	17.1944	17.6846
CaO	21.0739	21.375	21.1218	21.13	21.3398	21.5199	24.1306	21.9909	21.554	21.7449	19.9648	22.608	20.7742	21.241	21.286
Na2O	0.3028	0.2354	0.3474	0.251	0.4438	0.3963	0.1348	0.1254	0.2683	0.2043	0.8038	0.3447	0.1472	0.2085	0.2259
K2O	0.086	0.0603	0.053	0.0304	0.0359	0.0279	0.0001	0.0001	0.0296	0.0088	0.0817	0.0623	0.0001	0.0208	0.0268
Total	100.42	100.64	100.3	99.84	98.6	99.71	99.9	98.97	99.97	100.15	98.38	100.27	99.7	100.02	100.67
TSi	1.924	1.931	1.93	1.931	1.887	1.889	1.954	1.948	1.926	1.927	1.882	1.951	1.919	1.939	1.916
TAl	0.076	0.069	0.07	0.069	0.113	0.111	0.036	0.052	0.074	0.073	0.118	0.049	0.081	0.061	0.084
TFe3	0	0	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.024	0.035	0.032	0.03	0.016	0.013	0	0.03	0.027	0.02	0.019	0.011	0.024	0.041	0.019
M1Ti	0.004	0.004	0.007	0.005	0.008	0.011	0.005	0.004	0.005	0.005	0.008	0.005	0.007	0.004	0.007
M1Fe3	0.04	0.018	0.027	0.021	0.09	0.078	0.035	0.005	0.032	0.035	0.121	0.04	0.029	0	0.038
M1Fe2	0	0	0	0	0	0	0.016	0.002	0	0	0	0.004	0	0	0
M1Cr	0.028	0.027	0.025	0.027	0.023	0.027	0.012	0.018	0.024	0.022	0.024	0.016	0.024	0.026	0.029
M1Mg	0.903	0.916	0.909	0.917	0.863	0.866	0.933	0.94	0.907	0.914	0.828	0.921	0.916	0.927	0.906
M1Ni	0	0	0.002	0	0	0.006	0	0.001	0.004	0.004	0	0.003	0	0.001	0.001
M2Mg	0.059	0.031	0.039	0.036	0.063	0.053	0	0	0.032	0.033	0.131	0	0.057	0.009	0.049
M2Fe2	0.097	0.116	0.113	0.115	0.053	0.072	0.042	0.119	0.103	0.101	0.021	0.084	0.116	0.144	0.104
M2Mn	0	0.005	0	0.004	0.006	0.002	0.005	0.003	0.003	0.003	0	0.007	0.003	0.001	0.004
M2Ca	0.818	0.829	0.822	0.826	0.844	0.844	0.944	0.868	0.842	0.848	0.787	0.882	0.813	0.831	0.826
M2Na	0.021	0.017	0.024	0.018	0.032	0.028	0.01	0.009	0.019	0.014	0.057	0.024	0.01	0.015	0.016
M2K	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0	0	0.001	0	0.004	0.003	0	0.001	0.001
Sum_cat	3.996	3.997	3.998	3.999	3.998	3.999	4	4	3.999	4	3.996	3.997	4	3.999	3.999
WO	42.646	43.317	43.059	43.06	44.012	44.098	47.538	44.798	43.884	43.843	41.685	45.498	42.042	43.462	42.857
EN	50.183	49.451	49.641	49.628	48.213	48.002	46.989	48.509	48.911	48.972	50.815	47.543	50.31	48.952	49.542
FS	7.17	7.231	7.3	7.312	7.775	7.9	5.472	6.693	7.205	7.185	7.501	6.96	7.648	7.587	7.601
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx

Name	BK05.4-64	BK05.4-65	BK05.4-49	BK05.4-50	BK05.4-51	BK05.4-52	BK05.4-53	BK05.4-54	BK05.4-55	BK05.4-56	BK05.4-57	BK05.4-62	BK05.4-63	BK05.4-64	BK05.4-65	BK05.4-66
Rock-type	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg
SiO2	52.2283	52.6911	51.1012	51.6028	53.5307	52.863	52.7987	52.9395	51.1483	53.5945	52.5181	53.1128	52.9079	52.2283	52.6911	52.5846
TiO2	0.2022	0.2451	0.2973	0.4075	0.1714	0.1399	0.1915	0.1772	0.2732	0.1705	0.2608	0.1584	0.2607	0.2022	0.2451	0.1014
Al2O3	2.4701	2.3323	2.9662	2.861	0.8315	1.869	2.3669	2.162	3.176	1.4109	2.4468	2.39	2.4194	2.4701	2.3323	2.4412
FeO	4.8777	4.6644	4.6352	4.8887	3.3902	4.1001	4.4437	4.4827	4.5992	4.1865	4.7548	4.7154	4.7067	4.8777	4.6644	4.7186
Cr2O3	1.0061	0.9216	0.7851	0.929	0.4017	0.6288	0.8385	0.774	0.8279	0.5702	0.8443	0.9162	0.9994	1.0061	0.9216	1.019
MnO	0.0984	0.1891	0.1921	0.0499	0.1664	0.108	0.0892	0.0815	0.0031	0.2411	0.0859	0.0344	0.1281	0.0984	0.1891	0.1847
NiO	0.1161	0.0002	0.0047	0.1883	0.0002	0.0267	0.1273	0.1197	0.0141	0.1069	0.0002	0.0267	0.022	0.1161	0.0002	0.0205
MgO	16.8649	17.3504	16.8012	16.8357	17.1426	17.1142	17.2655	17.4562	17.4914	16.9788	17.8667	17.1944	17.6846	16.8649	17.3504	17.1771
CaO	21.483	21.4088	21.3398	21.5199	24.1306	21.9909	21.554	21.7449	19.9648	22.608	20.7742	21.241	21.286	21.483	21.4088	21.2698
Na2O	0.3318	0.253	0.4438	0.3963	0.1348	0.1254	0.2683	0.2043	0.8038	0.3447	0.1472	0.2085	0.2259	0.3318	0.253	0.2546
K2O	0.0643	0.0292	0.0359	0.0279	0.0001	0.0001	0.0296	0.0088	0.0817	0.0623	0.0001	0.0208	0.0268	0.0643	0.0292	0.0276
Total	99.74	100.09	98.6	99.71	99.9	98.97	99.97	100.15	98.38	100.27	99.7	100.02	100.67	99.74	100.09	99.8
TSi	1.913	1.921	1.887	1.889	1.954	1.948	1.926	1.927	1.882	1.951	1.919	1.939	1.916	1.913	1.921	1.923
TAl	0.087	0.079	0.113	0.111	0.036	0.052	0.074	0.073	0.118	0.049	0.081	0.061	0.084	0.087	0.079	0.077
TFe3	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.019	0.021	0.016	0.013	0	0.03	0.027	0.02	0.019	0.011	0.024	0.041	0.019	0.019	0.021	0.028
M1Ti	0.006	0.007	0.008	0.011	0.005	0.004	0.005	0.005	0.008	0.005	0.007	0.004	0.007	0.006	0.007	0.003
M1Fe3	0.054	0.038	0.09	0.078	0.035	0.005	0.032	0.035	0.121	0.04	0.029	0	0.038	0.054	0.038	0.033
M1Fe2	0	0	0	0	0.016	0.002	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0
M1Cr	0.029	0.027	0.023	0.027	0.012	0.018	0.024	0.022	0.024	0.016	0.024	0.026	0.029	0.029	0.027	0.029
M1Mg	0.889	0.908	0.863	0.866	0.933	0.94	0.907	0.914	0.828	0.921	0.916	0.927	0.906	0.889	0.908	0.906
M1Ni	0.003	0	0	0.006	0	0.001	0.004	0.004	0	0.003	0	0.001	0.001	0.003	0	0.001
M2Mg	0.032	0.034	0.063	0.053	0	0	0.032	0.033	0.131	0	0.057	0.009	0.049	0.032	0.034	0.03
M2Fe2	0.095	0.104	0.053	0.072	0.042	0.119	0.103	0.101	0.021	0.084	0.116	0.144	0.104	0.095	0.104	0.111
M2Mn	0.003	0.006	0.006	0.002	0.005	0.003	0.003	0.003	0	0.007	0.003	0.001	0.004	0.003	0.006	0.006
M2Ca	0.843	0.836	0.844	0.844	0.944	0.868	0.842	0.848	0.787	0.882	0.813	0.831	0.826	0.843	0.836	0.833
M2Na	0.024	0.018	0.032	0.028	0.01	0.009	0.019	0.014	0.057	0.024	0.01	0.015	0.016	0.024	0.018	0.018
M2K	0.003	0.001	0.002	0.001	0	0	0.001	0	0.004	0.003	0	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001
Sum_cat	3.997	3.999	3.998	3.999	4	4	3.999	4	3.996	3.997	4	3.999	3.999	3.997	3.999	3.999
WO	43.992	43.39	44.012	44.098	47.538	44.798	43.884	43.843	41.685	45.498	42.042	43.462	42.857	43.992	43.39	43.409
EN	48.052	48.928	48.213	48.002	46.989	48.509	48.911	48.972	50.815	47.543	50.31	48.952	49.542	48.052	48.928	48.777
FS	7.956	7.682	7.775	7.9	5.472	6.693	7.205	7.185	7.501	6.96	7.648	7.587	7.601	7.956	7.682	7.815
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx

ادامه جدول ۳

Name	BK05.4-67	BK05.4-68	BK05.4-69	BK05.4-70	BK05.4-71	BK05.4-72	BK05.4-73	BK05.4-74	BK05.4-75	BK05.4-76	BK05.4-77	BK05.4-78	BK05.4-79	BK05.4-90	BK05.4-91
Rock-type	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg	Gab .impreg
SiO2	53.0478	52.977	52.6508	52.7612	51.8016	52.7201	52.5982	52.6507	51.8686	51.9965	52.4816	52.8093	52.8771	53.513	52.2092
TiO2	0.2002	0.2113	0.144	0.194	0.3009	0.3011	0.1862	0.1992	0.2199	0.1391	0.2316	0.1529	0.2634	0.222	0.2016
Al2O3	2.6908	2.6881	2.5488	2.1851	2.6326	2.615	2.6146	2.5395	2.4073	2.5681	2.5316	2.587	2.683	2.1669	2.3306
FeO	4.6462	4.7664	4.8832	4.7313	4.5882	4.7885	4.4871	4.6194	4.5521	4.7748	4.5813	4.8195	4.7408	4.7407	4.8516
Cr2O3	1.0309	0.9823	1.0069	0.7888	0.967	1.0228	1.0447	1.0668	0.9028	1.053	0.9037	0.9943	0.9644	0.9134	0.9458
MnO	0.0094	0.1939	0.281	0.2281	0.0844	0.1328	0.1672	0.1406	0.1392	0.1015	0.0922	0.0375	0.1108	0.1267	0.0689
NiO	0.0581	0.0754	0.1146	0.0002	0.11	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.2232	0.121	0.0002	0.0126	0.0002
MgO	17.5059	17.4073	17.6469	17.6373	17.7423	16.9346	17.8066	17.5458	17.2362	17.2608	17.3324	17.2967	17.7782	17.7941	17.9515
CaO	21.4124	21.3845	20.8821	21.0571	21.5171	21.0666	21.0286	21.3496	21.4645	20.9639	21.2092	20.8634	21.0255	20.9177	20.8037
Na2O	0.3009	0.2797	0.2377	0.2285	0.2591	0.3147	0.3457	0.2276	0.1923	0.2486	0.3018	0.2466	0.2375	0.2983	0.1653
K2O	0.0001	0.0112	0.0224	0.0216	0.0001	0.0001	0.0001	0.0436	0.0084	0.0001	0.0792	0.0001	0.0296	0.0617	0.0265
Total	100.9	100.98	100.42	99.83	100	99.9	100.28	100.38	98.99	99.11	99.97	99.93	100.71	100.77	99.55
TSi	1.916	1.914	1.912	1.926	1.885	1.928	1.908	1.912	1.911	1.913	1.914	1.929	1.913	1.935	1.909
TAl	0.084	0.086	0.088	0.074	0.113	0.072	0.092	0.088	0.089	0.087	0.086	0.071	0.087	0.065	0.091
TFe3	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Al	0.031	0.029	0.021	0.02	0	0.041	0.019	0.021	0.015	0.024	0.023	0.04	0.027	0.027	0.01
M1Ti	0.005	0.006	0.004	0.005	0.008	0.008	0.005	0.005	0.006	0.004	0.006	0.004	0.007	0.006	0.006
M1Fe3	0.034	0.038	0.047	0.038	0.088	0.007	0.057	0.043	0.049	0.041	0.049	0.012	0.036	0.023	0.055
M1Fe2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M1Cr	0.029	0.028	0.029	0.023	0.028	0.03	0.03	0.031	0.026	0.031	0.026	0.029	0.028	0.026	0.027
M1Mg	0.899	0.898	0.895	0.914	0.873	0.914	0.889	0.9	0.903	0.9	0.889	0.912	0.902	0.917	0.902
M1Ni	0.002	0.002	0.003	0	0.003	0	0	0	0	0	0.007	0.004	0	0	0
M2Mg	0.043	0.04	0.06	0.045	0.09	0.009	0.074	0.05	0.043	0.047	0.053	0.03	0.056	0.042	0.076
M2Fe2	0.107	0.106	0.101	0.107	0.05	0.139	0.079	0.097	0.091	0.106	0.09	0.136	0.107	0.12	0.093
M2Mn	0	0.006	0.009	0.007	0.003	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.001	0.003	0.004	0.002
M2Ca	0.829	0.828	0.813	0.824	0.839	0.825	0.817	0.831	0.847	0.826	0.829	0.816	0.815	0.81	0.815
M2Na	0.021	0.02	0.017	0.016	0.018	0.022	0.024	0.016	0.014	0.018	0.021	0.017	0.017	0.021	0.012
M2K	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0.002	0	0	0.004	0	0.001	0.003	0.001
Sum_cat	4	3.999	3.999	3.999	4	4	4	3.998	4	4	3.996	4	3.999	3.997	3.999
WO	43.341	43.22	42.212	42.565	43.162	43.461	42.534	43.148	43.707	42.97	43.307	42.822	42.433	42.278	41.924
EN	49.303	48.951	49.634	49.606	49.52	48.611	50.114	49.34	48.834	49.227	49.243	49.396	49.922	50.041	50.335
FS	7.356	7.829	8.154	7.83	7.318	7.928	7.352	7.512	7.459	7.804	7.45	7.782	7.645	7.681	7.741
Mineral	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx	Cpx

جدول۴- نتایج تجزیه کانیایی اولیوین‌های موجود در سنگ‌های مختلف افیولیت‌های نائین

Sample	BSU14-1	BSU14-10	BSU14-11	BSU14-12	BSU14-13	BSU14-14	BSU14-15	BSU14-16	BSU14-17	BSU14-2	BSU14-3	BSU14-4	BSU14-5	BSU14-7
Rock type	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite
SiO2	40.0995	41.1416	40.5433	41.2313	41.1579	41.3414	41.1188	40.7693	40.6763	40.2745	40.7453	40.6362	40.924	40.9398
TiO2	0.0002	0.0119	0.0002	0.0002	0.0002	0.1045	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
Al2O3	0.0052	0.0228	0.0003	0.0243	0.0003	0.0237	0.0189	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.1635	0.0003
FeO	9.0068	8.8791	8.9105	9.2308	9.0926	8.7395	9.2136	8.9478	8.9092	9.163	9.3715	9.2312	8.0535	9.3151
MnO	0.0094	0.0607	0.1789	0.2102	0.1043	0.1044	0.0002	0.2565	0.1338	0.1948	0.2132	0.1851	0.198	0.0358
MgO	49.0475	49.0842	49.0037	49.0428	49.2468	49.037	49.6836	48.936	48.5359	48.4938	48.718	48.6894	49.7416	48.7585
CaO	0.113	0.0041	0.0111	0.0292	0.0002	0.04	0.0002	0.0534	0.0424	0.0499	0.0193	0.0419	0.3903	0.0002
Na2O	0.0565	0.0755	0.0506	0.0004	0.0429	0.0276	0.0927	0.0003	0.0496	0.1281	0.1506	0.04	0.4918	0.0616
K2O	0.0325	0.0001	0.0001	0.0001	0.0471	0.0033	0.0133	0.0001	0.0001	0.0054	0.0001	0.0029	0.0983	0.0233
NiO	0.3822	0.4369	0.0538	0.3659	0.3818	0.4421	0.5601	0.3525	0.3545	0.2457	0.361	0.337	0.5733	0.2848
Cr2O3	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0099	0.0002	0.0002	0.0002	0.0499	0.0002	0.0002	0.0541
Total	98.753	99.7171	98.7527	100.1354	100.0743	99.8637	100.7115	99.3166	98.7025	98.5559	99.6294	99.1644	100.6347	99.4737
Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Al	0	0.001	0	0.001	0	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0.005	0
Ti	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe2	0.188	0.18	0.184	0.187	0.185	0.177	0.187	0.184	0.183	0.19	0.192	0.19	0.165	0.19
Mn	0	0.001	0.004	0.004	0.002	0.002	0	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.001
Mg	1.823	1.779	1.802	1.773	1.784	1.769	1.802	1.79	1.778	1.796	1.783	1.786	1.813	1.775
Ca	0.003	0	0	0.001	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	0
Na	0.003	0.004	0.002	0	0.002	0.001	0.004	0	0.002	0.006	0.007	0.002	0.023	0.003
K	0.001	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0.001
Ni	0.008	0.009	0.001	0.007	0.007	0.009	0.011	0.007	0.007	0.005	0.007	0.007	0.011	0.006
Cations	3.026	2.974	2.993	2.973	2.981	2.962	3.005	2.987	2.974	3.002	2.994	2.99	3.034	2.976
Fa%	0.09	0.09	0.09	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.08	0.1
Fo%	0.91	0.91	0.91	0.9	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.9	0.9	0.9	0.92	0.9

ادامه جدول ۴

Sample	BSU14-8	BSU14-9	BSU15-1	BSU15-2	BK05.4-1	BK05.4-10	BK05.4-11	BK05.4-12	BK05.4-13	BK05.4-2	BK05.4-3	BK05.4-4	BK05.4-5
Rock type	Peridotite	Peridotite	Peridotite	Peridotite	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg
SiO2	40.9665	41.1205	39.588	40.1902	39.1082	40.3049	39.461	40.2402	39.4734	39.6906	39.7719	39.775	39.086
TiO2	0.0002	0.0276	0.0495	0.0301	0.0011	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0315	0.0911
Al2O3	0.0236	0.0008	0.0003	0.0003	0.0329	0.0397	0.0152	0.0003	0.0003	0.147	0.0003	0.0003	0.0149
FeO	8.9943	8.8622	9.6393	9.0259	15.5434	15.4693	15.1965	15.8369	15.4173	14.642	15.7679	15.1666	15.3894
MnO	0.1805	0.0466	0.1037	0.0588	0.2727	0.1839	0.3204	0.3369	0.2301	0.2915	0.2404	0.2944	0.2099
MgO	49.3178	48.9477	49.7553	49.6219	44.207	43.7956	44.6517	43.6934	44.9236	43.5191	44.6396	44.0616	44.2007
CaO	0.0029	0.0037	0.0393	0.0421	0.1808	0.1168	0.1266	0.109	0.1157	0.2257	0.2092	0.1692	0.0896
Na2O	0.0343	0.0191	0.0445	0.0257	0.0785	0.1033	0.0885	0.1512	0.0897	0.0489	0.071	0.0265	0.0003
K2O	0.0379	0.015	0.0021	0.0001	0.0001	0.0271	0.0205	0.0378	0.0111	0.0103	0.016	0.0448	0.0571
NiO	0.2754	0.4269	0.2615	0.4467	0.2444	0.2962	0.2242	0.2616	0.3639	0.2634	0.3932	0.163	0.3087
Cr2O3	0.0002	0.0495	0.0256	0.014	0.0002	0.0002	0.0178	0.0315	0.077	0.0002	0.0002	0.0353	0.0002
Total	99.8336	99.5196	99.5091	99.4558	99.6693	100.3372	100.1226	100.699	100.7023	98.8389	101.1099	99.7682	99.4479
Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Al	0.001	0	0	0	0.001	0.001	0	0	0	0.004	0	0	0
Ti	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0.002
Fe2	0.184	0.18	0.204	0.188	0.332	0.321	0.322	0.329	0.327	0.308	0.331	0.319	0.329
Mn	0.004	0.001	0.002	0.001	0.006	0.004	0.007	0.007	0.005	0.006	0.005	0.006	0.005
Mg	1.794	1.774	1.874	1.84	1.685	1.619	1.687	1.619	1.696	1.634	1.673	1.652	1.685
Ca	0	0	0.001	0.001	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.006	0.006	0.005	0.002
Na	0.002	0.001	0.002	0.001	0.004	0.005	0.004	0.007	0.004	0.002	0.003	0.001	0
K	0.001	0	0	0	0	0.001	0.001	0.001	0	0	0.001	0.001	0.002
Ni	0.005	0.008	0.005	0.009	0.005	0.006	0.005	0.005	0.007	0.005	0.008	0.003	0.006
Cations	2.991	2.965	3.089	3.041	3.038	2.96	3.029	2.971	3.042	2.965	3.027	2.988	3.031
Fa%	0.09	0.09	0.1	0.09	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16	0.16
Fo%	0.91	0.91	0.9	0.91	0.84	0.83	0.84	0.83	0.84	0.84	0.83	0.84	0.84

Sample	BK05.4-58	BK05.4-59	BK05.4-6	BK05.4-60	BK05.4-61	BK05.4-7	BK05.4-8	BK05.4-83	BK05.4-84	BK05.4-85	BK05.4-86	BK05.4-87
Rock type	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg	gab.impreg
SiO2	39.0867	38.2835	40.0503	39.5794	38.8409	39.1004	39.6793	39.9092	40.435	39.9033	40.0715	39.4779
TiO2	0.018	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0114	0.0071	0.041	0.0102	0.013	0.0038
Al2O3	0.0178	0.0042	0.0157	0.0112	0.0017	0.0003	0.0003	0.0258	0.0226	0.0137	0.0468	0.0414
FeO	16.0545	15.8009	14.7663	16.3653	17.0178	15.8913	15.2943	15.1041	14.4801	15.3023	14.872	15.468
MnO	0.2221	0.2408	0.2593	0.2628	0.1849	0.2501	0.3451	0.2426	0.3174	0.3694	0.2212	0.3019
MgO	43.5928	43.6845	44.2528	44.2033	43.7567	44.5129	44.2219	45.2768	44.8549	44.4477	44.2312	45.3301
CaO	0.1184	0.1015	0.106	0.1246	0.0975	0.2022	0.0711	0.0796	0.1785	0.1395	0.163	0.1809
Na2O	0.0849	0.0685	0.0099	0.0726	0.0694	0.0865	0.0424	0.1719	0.0997	0.1229	0.1214	0.1261
K2O	0.0501	0.0206	0.0588	0.0001	0.0397	0.0001	0.104	0.0617	0.0615	0.0386	0.0856	0.0567
NiO	0.2398	0.2621	0.2713	0.3316	0.205	0.2417	0.2902	0.2731	0.0582	0.2711	0.0989	0.3197
Cr2O3	0.0104	0.0002	0.0157	0.0146	0.0002	0.0002	0.0466	0.0249	0.0002	0.0012	0.0249	0.0568
Total	99.4955	98.467	99.8063	100.9657	100.214	100.2859	100.1066	101.1768	100.5491	100.6199	99.9495	101.3633
Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Al	0.001	0	0	0	0	0	0	0.001	0.001	0	0.001	0.001
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0
Fe2	0.344	0.345	0.308	0.346	0.367	0.34	0.323	0.317	0.3	0.321	0.31	0.328
Mn	0.005	0.005	0.005	0.006	0.004	0.005	0.007	0.005	0.007	0.008	0.005	0.006
Mg	1.663	1.701	1.648	1.665	1.68	1.698	1.662	1.692	1.654	1.661	1.645	1.712
Ca	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.006	0.002	0.002	0.005	0.004	0.004	0.005
Na	0.004	0.003	0	0.004	0.003	0.004	0.002	0.008	0.005	0.006	0.006	0.006
K	0.002	0.001	0.002	0	0.001	0	0.003	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002
Ni	0.005	0.006	0.005	0.007	0.004	0.005	0.006	0.006	0.001	0.005	0.002	0.007
Cations	3.027	3.064	2.971	3.031	3.062	3.058	3.005	3.033	2.976	3.006	2.976	3.067
Fa%	0.17	0.17	0.16	0.17	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
Fo%	0.83	0.83	0.84	0.83	0.82	0.83	0.84	0.84	0.85	0.84	0.84	0.84

Sample	BK05.4-9	BKSH-11-1	BKSH-11-10	BKSH-11-11	BKSH-11-12	BKSH-11-13	BKSH-11-14	BKSH-11-15	BKSH-11-16	BKSH-11-17	BKSH-11-18	BKSH-11-19	BKSH-11-2
Rock type	gab.impreg	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite
SiO2	39.4333	40.2327	40.2753	40.4535	40.2258	40.4899	40.5332	40.2315	40.1959	39.194	39.7515	40.1116	40.0763
TiO2	0.0141	0.0174	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0284	0.0002
Al2O3	0.0147	0.0703	0.0003	0.0656	0.0003	0.0071	0.0003	0.0057	0.0454	0.0003	0.0053	0.0003	0.0036
FeO	15.1449	13.1417	13.283	12.8326	13.5233	13.903	13.1458	13.866	13.4282	13.5275	13.4701	13.219	13.9027
MnO	0.2303	0.099	0.2596	0.2104	0.2334	0.1543	0.1979	0.0726	0.176	0.3287	0.4257	0.0587	0.182
MgO	45.1575	45.5472	45.9505	45.232	46.0972	45.6945	45.4268	45.0484	45.5355	45.3436	45.2266	45.6339	45.2078
CaO	0.1142	0.122	0.0572	0.1068	0.1039	0.0968	0.1194	0.1095	0.067	0.1306	0.0282	0.0254	0.0775
Na2O	0.0709	0.0003	0.0916	0.0891	0.0107	0.0303	0.0394	0.0334	0.0003	0.0465	0.1266	0.0756	0.0003
K2O	0.0045	0.012	0.0037	0.0108	0.0592	0.0001	0.0431	0.0001	0.031	0.0227	0.0001	0.0368	0.0001
NiO	0.1821	0.2842	0.2161	0.1262	0.3456	0.3688	0.1893	0.164	0.4714	0.0002	0.2063	0.1404	0.1071
Cr2O3	0.0029	0.0002	0.0002	0.0399	0.0002	0.0708	0.0002	0.0004	0.0338	0.0004	0.0002	0.0002	0.0312
Total	100.3694	99.527	100.1377	99.1671	100.5998	100.8158	99.6956	99.5318	99.9847	98.5947	99.2408	99.3303	99.5888
Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Al	0	0.002	0	0.002	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0
Fe2	0.321	0.273	0.276	0.265	0.281	0.287	0.271	0.288	0.279	0.289	0.283	0.276	0.29
Mn	0.005	0.002	0.005	0.004	0.005	0.003	0.004	0.002	0.004	0.007	0.009	0.001	0.004
Mg	1.708	1.688	1.702	1.668	1.708	1.683	1.672	1.668	1.688	1.724	1.696	1.696	1.682
Ca	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.004	0.001	0.001	0.002
Na	0.003	0	0.004	0.004	0.001	0.001	0.002	0.002	0	0.002	0.006	0.004	0
K	0	0	0	0	0.002	0	0.001	0	0.001	0.001	0	0.001	0
Ni	0.004	0.006	0.004	0.003	0.007	0.007	0.004	0.003	0.009	0	0.004	0.003	0.002
Cations	3.044	2.974	2.993	2.949	3.007	2.984	2.957	2.966	2.984	3.027	2.999	2.983	2.98
Fa%	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15
Fo%	0.84	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85	0.86	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85

ادامه جدول ۴

Sample	BKSH-11-20	BKSH-11-21	BKSH-11-22	BKSH-11-23	BKSH-11-24	BKSH-11-26	BKSH-11-4	BKSH-11-5	BKSH-11-6	BKSH-11-7	BKSH-11-20	BKSH-11-21	BKSH-11-8
Rock type	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite	websterite
SiO2	39.7448	40.1569	40.7384	40.4596	39.679	39.9573	40.4393	40.0862	39.8546	40.6633	39.7448	40.1569	40.7414
TiO2	0.0118	0.0002	0.0048	0.0026	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0241	0.0118	0.0002	0.0002
Al2O3	0.0212	0.0003	0.0003	0.0242	0.0724	0.0749	0.0473	0.0273	0.0296	0.0003	0.0212	0.0003	0.0003
FeO	13.1004	13.2804	13.7125	13.3798	13.2248	14.1999	13.1707	13.7271	13.9593	13.5549	13.1004	13.2804	13.3577
MnO	0.2671	0.1129	0.148	0.1004	0.2655	0.2237	0.0942	0.4248	0.1376	0.0634	0.2671	0.1129	0.2259
MgO	44.9904	45.1922	45.713	45.3889	45.4663	45.4734	45.7804	45.4672	45.2865	45.6575	44.9904	45.1922	45.563
CaO	0.0421	0.0785	0.0241	0.1071	0.0002	0.0841	0.1712	0.0772	0.0495	0.13	0.0421	0.0785	0.1031
Na2O	0.0433	0.0747	0.0721	0.0332	0.1159	0.0473	0.057	0.0152	0.0627	0.0182	0.0433	0.0747	0.0812
K2O	0.0001	0.0001	0.05	0.0017	0.0318	0.0001	0.0001	0.0001	0.0273	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
NiO	0.1213	0.0002	0.4787	0.2066	0.2206	0.1576	0.2191	0.3029	0.0002	0.1104	0.1213	0.0002	0.1989
Cr2O3	0.0224	0.0002	0.0002	0.0151	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0224	0.0002	0.0002
Total	98.3649	98.8966	100.9421	99.7192	99.0769	100.2187	99.9797	100.1284	99.4077	100.2224	98.3649	98.8966	100.272
Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Al	0.001	0	0	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe2	0.276	0.277	0.281	0.277	0.279	0.297	0.272	0.286	0.293	0.279	0.276	0.277	0.274
Mn	0.006	0.002	0.003	0.002	0.006	0.005	0.002	0.009	0.003	0.001	0.006	0.002	0.005
Mg	1.688	1.678	1.672	1.673	1.708	1.696	1.688	1.691	1.695	1.674	1.688	1.678	1.668
Ca	0.001	0.002	0.001	0.003	0	0.002	0.005	0.002	0.001	0.003	0.001	0.002	0.003
Na	0.002	0.004	0.003	0.002	0.006	0.002	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.004	0.004
K	0	0	0.002	0	0.001	0	0	0	0.001	0	0	0	0
Ni	0.002	0	0.009	0.004	0.004	0.003	0.004	0.006	0	0.002	0.002	0	0.004
Cations	2.976	2.963	2.971	2.962	3.006	3.007	2.975	2.996	2.997	2.96	2.976	2.963	2.958
Fa%	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
Fo%	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85	0.86	0.86	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86

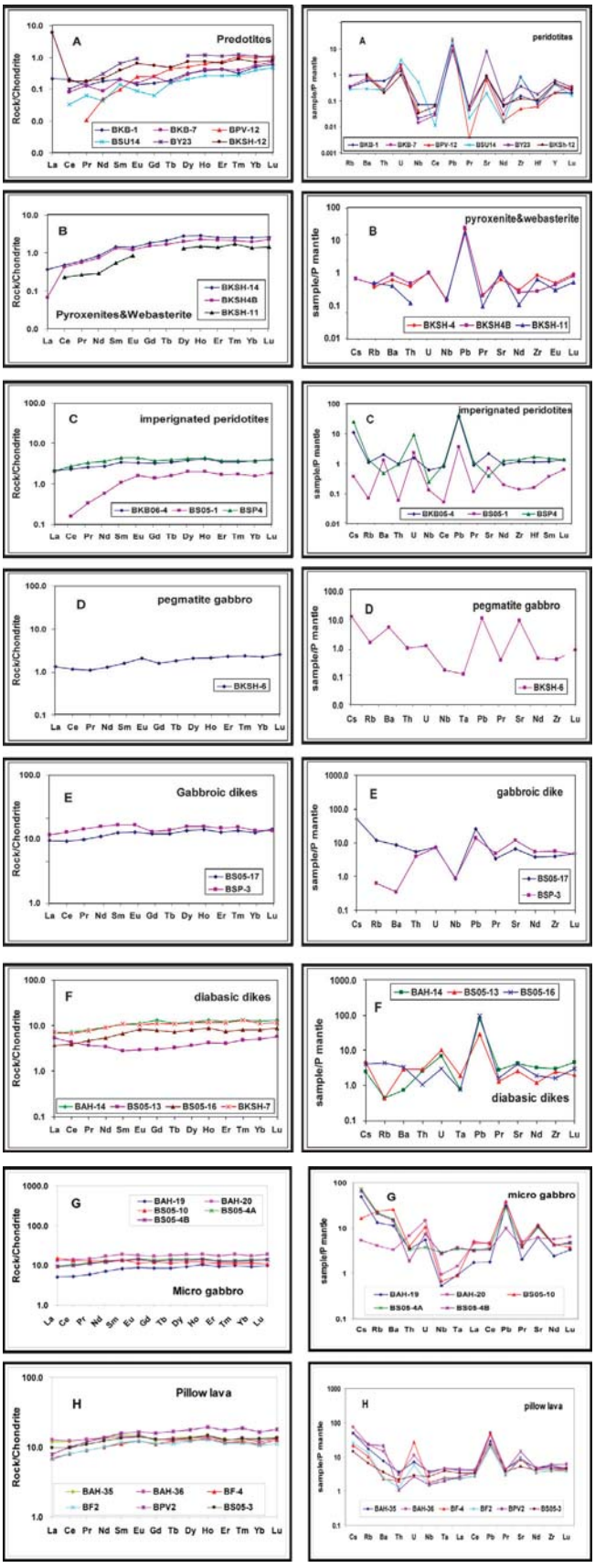
جدول۵- نتایج تجزیه کانیایی اسپینل‌های موجود در پریدوتیت‌های افیولیت‌های نائین

sample	BSU15-1	BSU15-2	BSU15-3	BSU15-4	BKB13-1	BKB13-2	BKB13-3	BKB13-4	BKB13-5	BKB13-6	BKB13-7	BKB13-8	BSU14-1	BSU14-2	BSU14-3
SiO2	0.0339	0.044	0.0811	0.0234	0.0546	0.03	0.0295	0.0003	0.0003	0.0273	0.0003	0.0003	0.0003	0.0228	0.0003
TiO2	0.0002	0.0343	0.0447	0.064	0.0375	0.0431	0.0888	0.1212	0.0063	0.0208	0.0023	0.0643	0.0002	0.0323	0.0631
Al2O3	51.4387	52.1019	51.1186	51.5558	32.0021	32.7201	33.0094	34.1709	33.2788	32.7625	32.5396	32.3056	38.4157	38.6104	38.1451
FeO(T)	13.8234	13.3556	13.9027	13.3064	18.9251	17.1677	17.8007	16.8052	17.1945	15.9986	16.1955	16.667	14.938	14.6309	14.6365
MnO	0.0002	0.0627	0.0002	0.1765	0.2302	0.2521	0.1754	0.2498	0.2346	0.2603	0.0176	0.2695	0.1974	0.174	0.2194
MgO	18.4829	18.6553	17.9898	18.122	13.7273	13.8746	13.8297	14.6344	14.2351	15.2391	15.0867	15.0301	15.5357	15.1824	15.8927
CaO	0.0002	0.0269	0.0023	0.0168	0.0001	0.0001	0.0001	0.0249	0.0184	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0293	0.0034
Na2O	0.024	0.0854	0.0585	0.1056	0.0481	0.0055	0.0003	0.041	0.0003	0.1045	0.0264	0.0264	0.054	0.0816	0.0256
K2O	0.0001	0.0233	0.0004	0.0107	0.0195	0.0001	0.0001	0.0307	0.0001	0.0023	0.0092	0.0001	0.0001	0.0001	0.029
Cr2O3	16.0495	14.9279	16.3772	15.8517	33.9122	34.0473	33.061	33.4524	33.1325	33.7045	34.367	33.8747	30.2496	30.2634	30.2474
NiO	0.2947	0.4237	0.2534	0.2512	0.1582	0.1371	0.1799	0.1826	0.2441	0.1828	0.3238	0.2421	0.2004	0.0243	0.0956
Sum:	100.1478	99.741	99.8289	99.4841	99.1149	98.2777	98.1749	99.7134	98.345	98.3028	98.5685	98.4802	99.5915	99.0515	99.3581
Fe2O3	2.1	2.1	1.4	1.3	3.6	2.1	2.6	2.3	2.7	3.2	2.9	3.6	1.1	0.2	1.4
FeO	11.9	11.5	12.6	12.1	15.7	15.3	15.5	14.8	14.7	13.1	13.6	13.4	14	14.4	13.4
Si	0.0009	0.0012	0.0022	0.0006	0.0016	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000
Ti	0.0000	0.0007	0.0009	0.0013	0.0008	0.0010	0.0020	0.0027	0.0001	0.0005	0.0001	0.0014	0.0000	0.0007	0.0014
Al	1.6144	1.6350	1.6144	1.6288	1.1177	1.1467	1.1567	1.1721	1.1605	1.1378	1.1302	1.1238	1.2915	1.3051	1.2829
Fe+3	0.0424	0.0412	0.0290	0.0272	0.0801	0.0474	0.0582	0.0498	0.0612	0.0708	0.0645	0.0796	0.0233	0.0045	0.0303
Fe+2	0.2654	0.2563	0.2826	0.2711	0.3889	0.3796	0.3844	0.3593	0.3643	0.3235	0.3346	0.3318	0.3331	0.3464	0.3190
Mn	0.0000	0.0014	0.0000	0.0040	0.0058	0.0063	0.0044	0.0062	0.0059	0.0065	0.0004	0.0067	0.0048	0.0042	0.0053
Mg	0.7337	0.7405	0.7187	0.7242	0.6064	0.6151	0.6130	0.6350	0.6279	0.6694	0.6628	0.6613	0.6606	0.6491	0.6761
Ca	0.0000	0.0008	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0001
Na	0.0012	0.0044	0.0030	0.0055	0.0028	0.0003	0.0000	0.0023	0.0000	0.0060	0.0015	0.0015	0.0030	0.0045	0.0014
K	0.0000	0.0008	0.0000	0.0004	0.0007	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011
Cr	0.3379	0.3143	0.3470	0.3360	0.7945	0.8005	0.7772	0.7698	0.7751	0.7852	0.8008	0.7905	0.6822	0.6862	0.6824
Ni	0.0063	0.0091	0.0055	0.0054	0.0038	0.0033	0.0043	0.0043	0.0058	0.0043	0.0077	0.0057	0.0046	0.0006	0.0022
mineral	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi

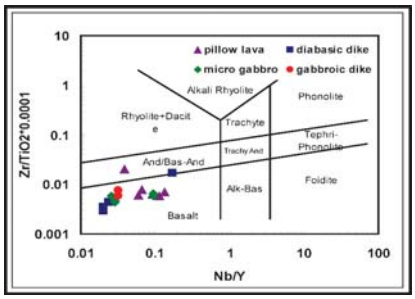
ادامه جدول ۵

sample	BSU14-4	BSU14-5	BSU14-6	BSU14-7	BSU14-8	BSU14-9	BSU14-10	BSU14-11
SiO2	0.0003	0.0003	0.0501	0.0341	0.0003	0.0003	0.0084	0.0094
TiO2	0.0002	0.0918	0.0288	0.0916	0.0002	0.0748	0.0258	0.0167
Al2O3	38.6898	38.8191	37.6921	38.0081	38.5604	38.5175	38.5876	38.7095
FeO(T)	14.3697	14.1398	14.0279	14.0891	14.1107	14.2317	14.949	14.9372
MnO	0.2595	0.0783	0.0708	0.3083	0.2289	0.167	0.3114	0.0767
MgO	15.445	15.3474	15.5075	15.3134	15.3579	15.565	15.2613	15.461
CaO	0.0088	0.0118	0.0381	0.0289	0.0042	0.0481	0.0485	0.0195
Na2O	0.082	0.1009	0.033	0.0234	0.0003	0.0003	0.0721	0.0147
K2O	0.0488	0.0001	0.0001	0.012	0.0175	0.0206	0.0001	0.0372
Cr2O3	30.796	30.0991	31.2483	30.4717	30.4213	30.2041	29.0497	28.7433
NiO	0.0334	0.102	0.2568	0.1186	0.2237	0.0001	0.178	0.0001
Sum:	99.7335	98.7906	98.9535	98.4992	98.9254	98.8295	98.4919	98.0253
Fe2O3	0.3	0	0.2	0.2	0.1	0.5	1.1	1.2
FeO	14.1	14.1398	13.8	13.9	14	13.8	13.9	13.8
Si	0.0000	0.0000	0.0014	0.0010	0.0000	0.0000	0.0002	0.0003
Ti	0.0000	0.0020	0.0006	0.0020	0.0000	0.0016	0.0006	0.0004
Al	1.2988	1.3130	1.2774	1.2923	1.3042	1.3015	1.3093	1.3157
Fe+3	0.0056	0.0000	0.0047	0.0049	0.0028	0.0105	0.0248	0.0271
Fe+2	0.3367	0.3418	0.3327	0.3350	0.3359	0.3308	0.3352	0.3332
Mn	0.0063	0.0019	0.0017	0.0075	0.0056	0.0041	0.0076	0.0019
Mg	0.6558	0.6566	0.6648	0.6586	0.6570	0.6652	0.6550	0.6647
Ca	0.0003	0.0004	0.0012	0.0009	0.0001	0.0015	0.0015	0.0006
Na	0.0045	0.0056	0.0018	0.0013	0.0000	0.0000	0.0040	0.0008
K	0.0018	0.0000	0.0000	0.0004	0.0006	0.0008	0.0000	0.0014
Cr	0.6935	0.6829	0.7104	0.6950	0.6902	0.6846	0.6612	0.6554
Ni	0.0008	0.0024	0.0059	0.0028	0.0052	0.0000	0.0041	0.0000
mineral	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi	spi

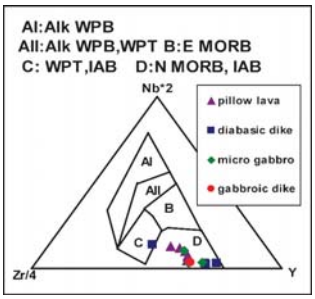
شکل ۲- (A) ارتوپیروکسن با حاشیه باستیتی شده در هارزبورژیت‌ها، (B) برون‌رانش‌های کلینوپیروکسن در ارتوپیروکسن به همراه بلورهای کلینوپیروکسن و اولیوین‌های سرپانتینی‌شده در اسپینل لرزولیت، (C) کلینوپیروکسن در پیوستگاه‌های سه‌گانه ارتوپیروکسن‌ها در پیروکسنیت‌هایی با بافت انباشتی، (D) اولیوین به‌طور شناور در کلینوپیروکسن‌های دارای شکستگی حاصل از تراوش ماگما در آلودگی‌های گابرویی، (E) نمونه دستی از پریدوتیت‌های آلوده شده به ماگما، با نوارها و دانه‌های سفید پلاژیوکلازی مشخص، (F) پلاژیوکلاز دگرسان شده به همراه کلینوپیروکسن‌های حاصل از تراوش مذاب در آلودگی‌های گابرویی (مقطع میکروسکوپی نمونهE) . مقیاس مقاطع نازک مانند شکل(A)



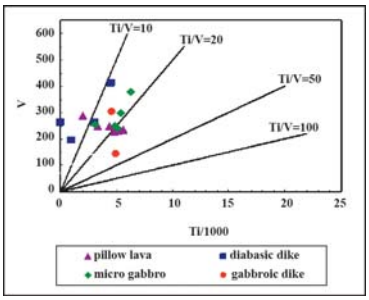
شکل ۳- نمودارهای REE (بهنجار به کندریت) ستون سمت چپ و نمودار چند عنصری(بهنجار به گوشته اولیه) ستون سمت راست، برای سنگ‌های اولترامافیک و مافیک افیولیت‌های نائین



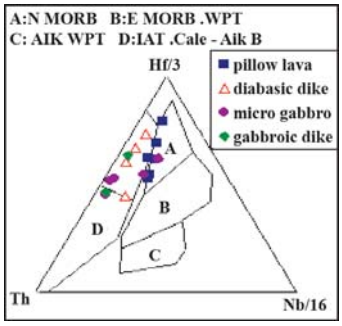
شکل۴- نمودار لگاریتمی Nb/Y در برابر $Zr/TiO_2^*0.0001$ برای تشخیص انواع سنگ‌ها



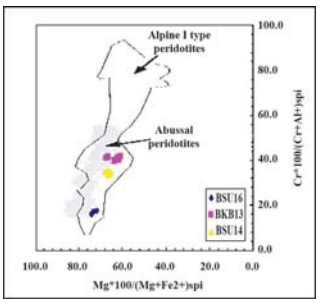
شکل۵- نمودار سه تایی Y,Zr/4,Nb*2 برای سنگ‌های مافیک افیولیت‌های نائین



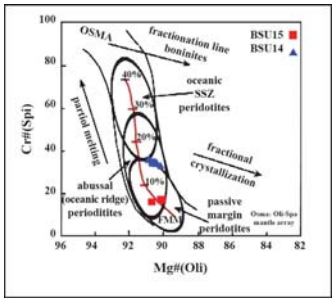
شکل۶- نمودار Ti در برابر V برای تشخیص جایگاه تشکیل سنگ‌های مافیک منطقه نائین



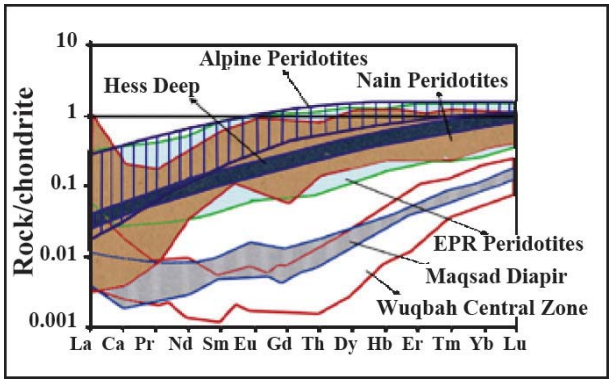
شکل۷-نمودار سه گانه Th,Hf,Nb برای تشخیص جایگاه تشکیل سنگ‌های مافیک منطقه نائین



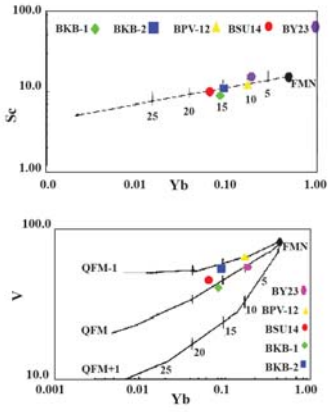
شکل۸-Cr#*100 در برابر Mg#*100 نشان دهنده قرارگیری نمونه‌های نائین در منطقه تیپ I پریدوتیت‌های آلپی



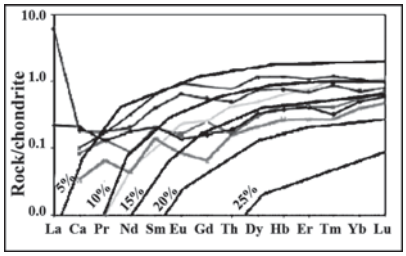
شکل۹- نمودار Cr#(spi) در برابر Mg#(Oli) برای تشخیص جایگاه تشکیل پریدوتیت‌ها



شکل۱۰- مقایسه الگوی REE های پریدوتیت‌های نائین با پریدوتیت‌های مناطق دیگر



شکل۱۱- نمودارهای لگاریتمی Yb در برابر Sc,V برای به‌دست آوردن درصد ذوب بخشی در فوگاسیته متفاوت اکسیژن برای پریدوتیت‌های نائین



شکل۱۲ - الگوی REE های پریدوتیت‌های نائین برای محاسبه درصد ذوب بخشی

References

Agard, P., Monie, P., Gerber, W., Omrani, J., Molinaro, M., Meyer, B., Labrousse, L.,Vrielynck, B., Jolivet, L., Yamato, P., 2006- Transient, synobduction exhumation of Zagros blueschists inferred from P-T, deformation, time, and kinematic constraints: Implications for Neotethyan wedge dynamics, Geophys. Res. 111, B11401, doi:10.1029/2005JB004103.

Arai, S., 1994 - Compositional varation of olivine-chromian spinel in Mg-rich magmas as a guide to their residual spinel peridotites, Volcanology and Geothermal Research 59 279-293.

Arai, S., 1994- Characterization of spinel peridotites by olivine-spinel compositional relationships: review and interpretation. Chemical geology, 113 191-204.

Arvin, M., Robinson, P.T., 1994- The petrogenesis and tectonic setting of lavas from the Baft ophiolitic mélange, southwest of Kerman, Iran. Can, Earth Sciences, 31, 824-834.

Arvin, M., Shokri, E., 1997- Genesis and eruptive environment of basalts from the Gogher ophiolitic mélange, southwest of Kerman, Iran. Ofioliti, 22, 175-182.

Babaie, H. A., Ghazi, A. M., Babaei, A., La Tour, T.E., Hassanipak, A. A., 2001- Geochemistry of arc volcanic rocks of the Zagros Crush Zone, Neyriz, Iran, Asian Earth Sci, 19, 61-76.

Berberian, M., King, G. C. P., 1981- Towards a paleogeography and tectonic evolution of

Brey,G. P. & Kohler, T.,1990- Geothermobarometry in fourphaselherzolites,II,New thermobarometers,and practicalassessment of existing thermobarometers, Petrol, 31, 1353–1378.

Cannat, M., 1996- How thick is the magmatic crust at slow spreading ridges?, Geophys. Res. 101, 2847-2857.

Coleman, R.J., 1977- Ophiolilte. Springer, New York.

Davoudzadeh, M., 1972- geology and petrology of the area North of Nain, Central Iran. Rep.No.1.

Dick, H. J. B., Bullen, T., 1984- Chromaian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. Contributions to Mineralogy and Petrology, 8654-76.

Ghazi, A. M., Hassanipak, A. A., 2000- Petrology and geochemistry of the Shahr-Babak ophiolite, Central Iran. Geological Survey of America, Special paper, 349, 485-497.

Girardeau, J., Francheteau, J., 1993- Plagioclase-wehrlite and peridotites on the East Pacific Rise (Hess Deep) and the Mid-Atlantic, Ridge (DSDP Site 334): evidence for magma percolation in the oceanic upper mantle. Proc. Ocean Drill. Prog: Sci. Res, 115, 137-149.

Girardeau, J., Monnier, C., Lemee, L., Quatrevaux, F., 2002- The Wuqbah peridotite, central Oman ophiolite: Petrological characteristics of the mantle in a fossil overlapping ridge setting. Marine Geophys. Res. 23, 43-56.

Godard, M., Jousselin, D., Bodinier, J. L., 2000- Relationships between geochemistry and structure beneath paleo-spreading center: a study of the mantle section in the Oman ophiolite. Earth Planet. Sci. Lett. 180, 133-148.

Ionov, D. A., Bodinier, J. L., Mukasa, S. B., Zanetti, A., 2002- Mechanismsand sources of mantle metasomatism: major and trace element conditionsof peridotite xenoliths from Spitzbergen in the context of numerical modeling, Petrol. 43/12.

Iran. Can. J. Earth Sciences 18, 210-265.

Jin, Z.A., Green, H.W., Zhou, Y., 1994- Melt topology in partially molten mantle peridotite during ductile deformation, Nature,372:164-1670.

Kepezhinskas, P. K., Defant M. J., Drummond, M.s., 1995- Na metasomatism in the island-arc mantle by slab melt-peridotite interaction: evidence from mantle xenoliths in the North Kamchatka arc. Journal of Petrology 36 1505-1527.

Kinzler, R.J., 1997- Melting of mantle peridotite at pressures approachingthe spinel to garnet transition: application to midocean ridge basaltpetrogenesis, Geophys. Res. 102, 853–874.

Li, C. N., 1992- Petrology of Igneous Trace Elements. China University of Geosciences Press, Wuhan(in Chinese) .

Meschede, M., 1986- A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram, Chemical Geology, 56 207-218.

Nicolas, A., 1989- Structure of ophiolites and dynamics of oceanic lithosphere, Kluwer Academic publishers.

Nicolas, A., Prinzhofer A., 1983- Cumlative or residual origin for the transition zone in ophiolites., Jurnal of structural evidence, 24 188-206 .

Niu, Y., Hekinian, R., 1997- Basaltic liquids and harzburgitic residues in the Garrett Transform: a case study at fast-spreading ridges, Earth Planet. Sci. Lett. 146, 243-258.

Pearce, J. A ., 1996- A users guide to basalt discrimination diagrams.In: Wyman D. A.(Ed.), Trace Elemant Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphid Exploration, Short Course Notes-Geol. Assoc.Can., Vol.12pp.79-113.

Pearce, J. A., Parkinson, I. J., 1993- Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis. In: Prichard H.M.,Alabaster T.,Harris N.B., Neary C. R.(Eds.), Magmatic Processes and Plate Tectonics. Geological Society of London, Special Publication, vol.79, pp.373-403.

Sachlleben, T. h. and Seck,H, .A., 1981- Chemical control of Al-solubility in orthopyroxene and its implications on pyroxene geothermometry Contnbutions to Mineralogy and Petrology, 78,157-165.

Saunders, A., Tarney, J., 1991- Back-arc basins. In: Floyd, P.A. (Ed.), Oceanic basalts, Blackie and Son Ltd., 219-263.

Shahabpour, J., 2004- Tectonic evolution of the orogenic belt in the region located between Kerman and Neyriz, Asian Earth Sci. 24 ,405–417.

Shervais, J. W., 1982- Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. Earth Planet.Sci. Lett.59 101-118.

Taylor, W. R., 1998- An experimental test of some geothermometer and geobarometer formulations for upper mantle peridotites with application to the thermobarometry of fertile lherzolite and garnet websterite. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 172, 381–408.

Winchester, J. A ., Floyd, P. A., 1977- Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, Chemical geology, 20325-343.

Wood, D. A., 1980- The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. Earth Planet. Sci. Lett.,50 11-30.