

مطالعه ژئوشیمیایی و محیط زمین‌ساختی - ماگمایی توده‌های نفوذی اولترامافیک

تا حد واسط کمپلکس چاه قند

(بخش جنوبی زون سنندج - سیرجان)

نوشته: سیروس اترودی*، دکتر منصور وثوقی عابدینی** و دکتر سید محمد پورمعافی**

Tectonomagmatic Environment of Ultramafic – Intermediate Intrusions in Chahghand Complex (South Part of Sanandaj – Sirjan Zone)

By: S.Otrodi*, Dr. M. Vossoughi Abedini** and Dr. M. Pourmoafi

چکیده

مجموعه چاه قند در شمال خاوری نیریز و جنوب باختری شهر بابک واقع شده است. در این مجموعه علاوه بر سنگهای دگرگونی و توده‌های گرانیتویدی، سنگهای اولترامافیک، مافیک تا حد واسط نیز وجود دارد که شامل پیروکسنیت، اولیوین گابرو و دیوریت می‌باشند. بررسیهای جامع سنگ نگاری، ژئوشیمی، الگوهای چند عنصری (عناصر جزئی و خاکی کمیاب) و نمودارهای زمین‌ساختی-ماگمایی سنگهای اولترامافیک تا حد واسط ماهیت قلیایی آنها و تشکیل به واسطه درجه‌های کم ذوب بخشی از یک سنگ منشأ گوشته‌ای لرزولیتی را نشان می‌دهند. فراوانی عناصر LILE، LREE و تهی‌شدگی در عناصر HFSE آنها با الگوهای وجه مشخصه بازالت‌های درون صفحه‌ای جایگاه قاره‌ای مطابقت دارد و در نتیجه وجود یک محیط کافت درون قاره‌ای، در نوار سنندج - سیرجان در محدوده زمانی تریاس تا ژوراسیک، برای ماگماتیسم توده‌های اولترامافیک تا حد واسط مجموعه چاه قند پیشنهاد می‌کند.

کلید واژه‌ها: ژئوشیمی، محیط تکنونوماگمایی، توده‌های نفوذی، مجموعه چاه قند، زون سنندج - سیرجان.

Abstract

Chahghand complex is located in the northeast of Neyriz and southwest of Shahre-Babak. This complex consists of granitoid and metamorphic rocks, ultramafic, mafic and intermediate intrusive rocks, in which pyroxenite, olivine gabbro and diorite occur.

Alkaline character of the complex is revealed by detailed petrography, geochemistry, multielement patterns (trace and rare earth elements) and tectonomagmatic diagrams. It seems that the generation of these rocks corresponds to the lower degree of partial melting from a lehrzolithic mantle source rock.

The enrichment of LREE, LILE and depletion of HFSE elements coincide with patterns characteristics of intraplate continental setting; as a result, an intracontinental rift environment in Sanandaj-Sirjan zone during Triassic Jurassic for Chahghand complex magmatism is suggested.

Keywords: Geochemistry, Tectonomagmatic environment, Chahghand complex, Sanandaj-Sirjan zone,

مقدمه

مجموعه در بخش جنوبی زون سنندج سیرجان (شکل ۱) و در محدوده نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ کرسفید قرار دارد (شکل ۲). سنگها به طور عمده شامل اولیوین کلینوپیروکسنیت پلاژیوکلازدار، اولیوین گابرو،

مجموعه چاه قند در شمال خاور شهرستان نیریز و جنوب باختر شهر بابک در عرضهای جغرافیایی ۲۹° ۳۰' و ۳۰° ۳۲' شمالی و طولهای جغرافیایی ۵۲° ۱۱' و ۵۴° ۵۵'۷" خاوری واقع شده است. این

رخهای صفحات (00) قابل تشخیص هستند. کانی اولیون با مقدار کمتر از ۴۰ درصد در سنگ موجود بوده و اینک به کانیهی سرپانتین، تالک، کلریت و اکسیدهای آهن تبدیل شده است.

پلاژیوکلاز با محدوده ترکیب شیمیایی لابرادوریت که گاه تا ۸ درصد حجم سنگ را در بر می گیرد، در فضای میان کلینوپروکسینها و اولیون جای گرفته و گاه در محل تماس آن با اولیون حاشیه کیفیتی ایجاد شده است که نمایانگر واکنشهای ساب سولیدوس و ورود محلولها به مقدار ناچیز در مرز دو کانی است. در پلاژیوکلازهای دگرسان شده، سرسیت یا مجموعه ای از کانیهی متفاوت دیده می شود. کانی مات (از نوع کرومیت، مگنتیت و هماتیت) به صورت اولیه و ثانویه در سنگ موجود است و آپاتیت به صورت پراکنده در نمونه ها دیده می شود.

یکی دیگر از کانیهایی که گاه در این سنگها وجود دارد ارتوپروکسن است. این کانی فقط در مکانهایی که عمل آرایش با سنگهای پلیتی صورت گرفته مشاهده می شود. Sabzehi & Watters (1972) و سبزه یی و همکاران (۱۹۹۵) نیز قبلاً این پدیده را بیان کرده اند.

اولیون گابروها

این سنگها تمام بلورین با دانه بندی درشت تا متوسط هستند و در بررسی مقاطع نازک گاهی تغییرات تدریجی به سمت اولیون کلینوپروکسینتهای پلاژیوکلازدار نشان می دهند. بافت آنها پوی کلیتیک و افیتیک است و در این حالت درشت بلورهای هورنبلند قهوه ای یا سبز، دانه های اولیون، پلاژیوکلاز یا بقایای پروکسینها را احاطه کرده اند. کانیهای اصلی این سنگها را پلاژیوکلاز از نوع لابرادوریت، پروکسن و اولیون تشکیل می دهند و کانیهای فرعی عبارتند از: تیتانیت، آپاتیت، مات (شامل مگنتیت، کرومیت، ایلمنیت، هماتیت با تیغه اسپینل، کلکوپیریت و پیروتیت)، تورمالین، زیرکن و ارتوپروکسن.

گابروها

تنها تفاوت آنها با اولیون گابروها در نداشتن کانی اولیون است.

دیوریتها

این سنگها به طور معمول همجوار با اولیون گابروها و گابروها هستند. مطالعات سنگ نگاری و ژئوشیمیایی ارتباط زایشی این سنگها را با اولیون گابروها تأیید می کند. اما تماس آنها با این سنگها در مشاهدات صحرایی ناگهانی به نظر می رسد. دیوریتها چاه قند اغلب توسط دایکهای گرانیتی قطع شده اند. این سنگها مزوکرات بوده و با رنگ سبز تا خاکستری و

گابرو و دیوریت هستند. این مجموعه سنگی آذرین با نفوذ در میان سنگهای پلیتی، کوارتز فلدسپاتی پرمن بالا، که یک رویداد دگرگونی ناحیه ای قبلی را تحمل کرده بودند، باعث دگرگونی همبری شده، که درجه دگرگونی آن از رخساره پروکسن هورنفلس تا رخساره آلبیت اپیدوت هورنفلس می رسد. به علاوه، افزایش درجه زمین گرمایی در کل منطقه، باعث ذوب بخشی متاپلیتها و سنگهای کوارتز فلدسپاتی و در نتیجه تولید ماگمایی گرانیتویدی شده که نفوذ آن در سنگهای آذرین و دگرگونی چاه قند، تغییرات کانی شناسی عمده ای را موجب شده است. در نهایت در فازهای کوهزایی پس از کرتاسه، تمام سنگها در رخساره شیت سبز دگرگون شده اند. سن توده نفوذی در محدوده زمانی تریاس تا ژوراسیک قرار می گیرد (سبزه یی و همکاران، ۱۹۹۵).

سنگ نگاری و روابط صحرایی سنگهای آذرین و دگرگونی توده نفوذی چاه قند توسط محققان مختلف بررسی شده است (Sabzehi and Watters, 1972; سبزه یی و همکاران ۱۹۹۵).

در پژوهش اخیر، علاوه بر مطالعات سنگ نگاری، ژئوشیمی، زایش، منشأ ماگمایی و جایگاه زمین ساختی - ماگمایی سنگهای اولترامافیک، مافیک تا حد واسط این مجموعه بررسی شده است. در این ارتباط از ۱۰ نمونه برداشت شده مقاطع نازک برای مطالعات سنگ نگاری، ۱۰ نمونه به روش XRF و به منظور تکمیل داده های عناصر جزئی و خاکی کمیاب از این تعداد، ۷ نمونه با روش INAA تجزیه شیمیایی شدند.

سنگ نگاری

در منطقه کوهستانی چاه قند به دلیل چهره دگرسان شده توده نفوذی و وسعت زیاد سنگهای دگرگونی، تعقیب روابط میان سنگها دشوار است و تفکیک میان نمونه های اولترامافیک و مافیک تنها پس از بررسی مقاطع نازک آنها انجام شده است. در این منطقه سنگهای نفوذی به صورت توده هایی منفرد به مساحت تقریبی ۵۰ تا ۴۰۰ متر مربع در ستیغها رخنمون دارند. رنگ کاملاً تیره، آثار فرسایش پوست پیازی، وجود پولکهای براق بیوتیت و گاه آمفیبول هورنبلند در سنگهای اولترامافیک و مافیک، آنها را از سنگهای دگرگونی متمایز ساخته است.

اولیون کلینوپروکسینت پلاژیوکلازدار

ضرب رنگینی آنها با سنگهای هولوملانوکرات مطابقت دارد و بافت آنها دانه ای هیپ ایدیومورف، پوی کیلیتیک و افیتیک است. کانیهای تشکیل دهنده این سنگها کلینوپروکسن، اولیون و کانیهای فرعی از نوع پلاژیوکلاز، مات و آپاتیت است.

کلینوپروکسینها عمدتاً به ترمولیت - اکتینولیت، هورنبلند سبز تا قهوه ای، بیوتیت و گاه فلوگوپیت تبدیل شدگی نشان می دهند و از طریق

با افزایش ضریب تفریق D.I اکسیدهای سیلیسیم، تیتانیم، سدیم، پتاسیم و فسفر افزایش یافته در حالی که اکسیدهای منیزیم و آهن کاهش نشان می دهند.

سری ماگمایی

در نمودارهای مختلف تعیین سری ماگمایی بر اساس اکسید سیلیسیم در مقابل مجموع قلیاییها، نمونه‌ها بیشتر در قلمرو قلیایی و یا محدوده هم ارز با بازالت‌های قلیایی اولیوین دار قرار می گیرند. مهم ترین این نمودارها مربوط به Middlemost (1991) و Irvine & Baragar (1971), Winchester & Floyd (1977) است (شکل 6A تا 6C). در نمودار Middlemost (1991)، اولیوین کلینوپیروکسنیت و بعضی از اولیوین گابروها و گابروها در محدوده اولیه و بقیه نمونه‌ها در محدوده حد واسط قرار می گیرند.

در نمودار نورم CIPW (نمودار سه تایی Opx-Cpx-Ol (Irvine & Baragar (1971) به دلیل ظاهر شدن اولیوین و نفلین در نورم سنگهای اولترامافیک و مافیک، این سنگها در محدوده معادل با بازالت‌های زیر اشباع (آلکالی اولیوین بازالتها) رسم می شوند (شکل 6D).

زایش

به منظور درک تحولات ماگمایی و زایش توده‌های نفوذی مجموعه چاه قند، میانگین عناصر خاکی کمیاب و جزئی نمونه‌ها با الگوهای مختلفی عادی سازی شده‌اند.

- مقایسه با الگوی Taylor & McLennan (1985): در این نمودار (VA) نمونه‌های توده نفوذی در کلیه عناصر REE غنی شده‌اند. نمودار شیب منفی دارد و با توجه به نسبتهای $(La/Lu)_n$ و $(La/Yb)_n$ که به ترتیب تعدادی برابر ۶/۰۹ تا ۲۴/۹ و ۵/۳۲ تا ۴۱/۴ دارند معلوم می شود تفکیک شدید LREE ها نسبت به HREE ها صورت گرفته است. سنگها بی هنجاری جزئی منفی (Eu/Eu^*) بین ۰/۸ تا ۰/۹۹ دارند که به تبلور بخشی پلاژیوکلاز مربوط می شود.

- مقایسه با الگوی مورب N (Sun & Mc Donough (1989): نمودار (شکل VB) دارای شیب منفی است و در عناصر LREE غنی شدگی و در HREE ها تهی شدگی دیده می شود. با توجه به فقر عناصر HREE می توان گفت که این عناصر در سنگ منشأ، در فازهای باقیمانده‌ای چون گارنت به واسطه ذوب بخشی درجه کم، به جا مانده‌اند (Wilson, 1989).

- مقایسه با بازالت‌های قلیایی درون صفحه‌ای (Sun (1980): (شکل VC) که در آن نمونه‌های مجموعه چاه قند در عناصر LILE (به غیر از تهی شدگی Sr که می تواند نتیجه تبلور بخشی پلاژیوکلاز باشد) غنی شدگی

فراوانی پولکهای براق بیوتیت در آنها مشخص می شوند. بافت آنها دانه‌ای هیپ ایدیومورف دانه درشت تا متوسط و گاه پورفیری متوسط است.

کانیهای اصلی دیوریتها عبارتند از: پلاژیوکلاز با ترکیب آندزین، که گاه ساخت منطقه‌ای نشان می دهد و هورنبلند سبز تا قهوه‌ای تیتان دار که در حال تبدیل به بیوتیت است و در مواردی تفکیک تیتان در آن شبکه زاگنیت ایجاد کرده است. تیتانیت، مات، آپاتیت، زیرکن، میکروکلین و کوارتز کانیهای فرعی سنگ هستند.

تغییرات ترمودینامیکی در اولیوین پیروکسنیتها، اولیوین گابروها و گابروهای چاه قند موجب ظهور آمفیبولهای مختلف شده است. رخساره‌های دما پایین با اکتینولیت مشخص می شوند و در دماهای بالاتر هورنبلند پدید می آید. حد بین دو کانی در توده‌های نفوذی چاه قند کاملاً مشخص و ناگهانی است، هرچند ممکن است هورنبلندهای حد واسط نیز وجود داشته باشد (یاردلی، ۱۹۹۲). از آنجا که افزایش دما باعث ازدیاد محتوای تیتانیم در هورنبلند می شود (بارکر، ۱۹۹۰)، احتمالاً هورنبلندهای موجود در سنگهای توده نفوذی چاه قند از نوع بارکه ویسیت یا کرسوتیت (هورنبلند تیتان دار) هستند (هاج، ۱۹۷۵).

بررسی سنگ‌نگاری توده نفوذی چاه قند نشان می دهد که با افزایش دما کانیهای اکتینولیت، هورنبلند قهوه‌ای و هورنبلند سبز به ترتیب جای خود را به دیگری داده‌اند و تبدیل هورنبلند سبز به بیوتیت تحت تأثیر دگرگونی در رخساره شیست سبز صورت گرفته است.

نامگذاری: برای رده بندی سنگهای اولترامافیک تا حد واسط چاه قند از نتایج تجزیه مودال و شیمیایی استفاده شده است. در نامگذاری مودال سنگها، نمودار (Streckeisen (1979) (شکل ۳) و در نامگذاری شیمیایی نمودار (Cox et al (1979) بر اساس درصد وزنی اکسیدهای قلیایی و سیلیس به کار گرفته شده است (شکل ۴). بر طبق این نمودارها محدوده ترکیب شیمیایی نمونه‌ها به طور عمده اولیوین کلینوپیروکسنیت پلاژیوکلازدار، اولیوین گابرو، گابرو و دیوریت است.

ژئوشیمی

نتایج تجزیه شیمیایی عناصر اصلی، جزئی و خاکی کمیاب ۱۰ نمونه از سنگهای مجموعه نفوذی چاه قند در جدول ۱ آورده شده است. به منظور بررسی ارتباط ژنتیکی میان نمونه‌ها، از نمودارهای تغییرات اکسیدهای عناصر مختلف در مقابل ضریب تفریق D.I استفاده شده است (شکل ۵). ترتیب قرارگیری سنگها در نمودارها، اگر چه به دلیل دگرسانی، پراکندگی جزئی نشان می دهند، نمایانگر وجود هم خوانی و قرابت سنگهای توده نفوذی چاه قند و تشکیل آنها از یک ماگما در اثر فرایند تفریق است.

در محدوده معادل با بازالت‌های قلیایی درون صفحه‌ای (WPB) قرار می‌گیرند.

همچنین برای تعیین منشأ غنی شدگی سنگهای توده نفوذی از نمودار Ta/Yb در برابر Th/Yb (Pearce (1980) استفاده شده است (شکل ۹) که جدایش نمونه‌ها از سنگ منشأ گوشته‌ای غنی شده و نقش غنی شدگی درون صفحه‌ای و آرایش پوسته‌ای را در تغییر ماهیت آنها به نمایش می‌گذارد.

با توجه به مشخصه‌های سنگ‌نگاری، ژئوشیمیایی، الگوهای چند عنصری (طرحهای عنکبوتی و ناصر کمیاب) و نیز نمودارهای فوق، الگوی زمین ساختی - ماگمایی زیر برای تشکیل و تکوین سنگهای نفوذی مجموعه چاه قند پیشنهاد می‌شود:

به واسطه درجات کم ذوب بخشی در مواد لرزولیتی گوشته بالایی در یک محیط کافت درون قاره‌ای، در محدوده زمانی تریاس تا ژوراسیک، یک ماگمای قلیایی ایجاد شد. این ماگما در ستون سنگهای دگرگونی متعلق به پرمین بالا نفوذ کرد و تحت تأثیر غنی شدگی داخل صفحه‌ای و هضم مواد پوسته‌ای در عناصر خاکی کمیاب سبک (LREE) و عناصر لیتوفیل درشت یون (LILE) غنی گردید. شواهد فوق حکایت از آغاز کافتی دارد که در آخر پالئوزویک - ابتدای مزوزویک ایجاد شده و می‌رود که نوتتیس را خلق کند.

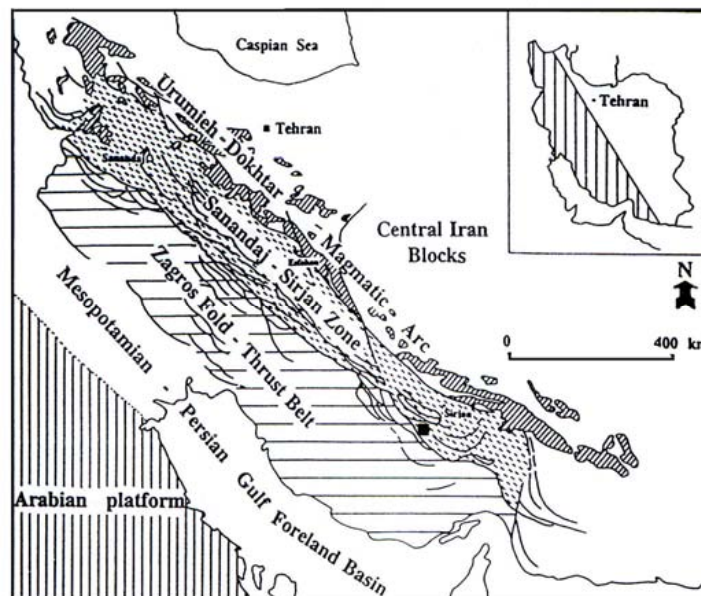
نشان می‌دهند و در عناصر HFSE (بجز دیوریت که محتوای Nb آن در محدوده بازالت‌های قلیایی درون صفحه‌ای است) تهی شدگی دارند.

- مقایسه با الگوی مورب (Pearce (1983) : (شکل D ۷) که در آن نمونه‌های توده نفوذی با داده‌های مربوط به کافت‌های گرگوری جنوبی (کنیا) (Baker et al (1977) و بوینا عفار (اتیوپی) (Barberi et al. (1975) مقایسه شده‌اند و شباهت میان نمونه‌ها به وضوح معلوم می‌شود.

فراوانی روی هم رفته زیاد REE ها، طرحهای REE با شیب منفی (در الگوی مورب) و نمودارهای عنکبوتی غنی شده در LILE ها و تهی شده در HFSE ها در نمونه‌های مجموعه چاه قند به الگوهای وجه مشخصه بازالت‌های درون صفحه‌ای جایگاه قاره‌ای (Pearce (1983) شباهت نشان می‌دهد. به علاوه غنی شدگی در LILE ها می‌تواند نمایانگر درجه کمتر ذوب بخشی و یا سنگ منشأ گوشته‌ای نسبتاً عمیق باشد.

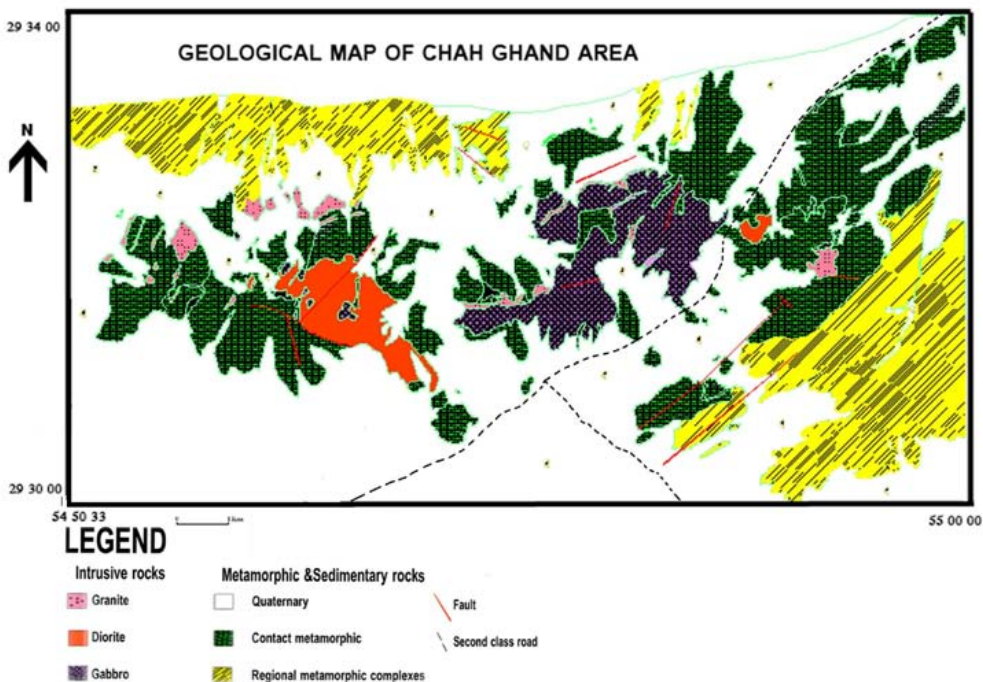
محیط زمین ساختی - ماگمایی و نتیجه‌گیری

به منظور تشخیص جایگاه زمین ساختی - ماگمایی سنگهای نفوذی مجموعه چاه قند از نمودارهای مثلثی مختلفی مانند Zr در برابر Prace & Norry (1979) Zr/Y, Pearce & Cann (1973) (1986) Ti/100-Zr*Y*3, Meshede Zr/4 - Nb*2-Y, Holm (1985) TiO2 - Nb/3 - Th استفاده شده است که بر مبنای عناصر با قدرت میدان بالا و نیز عناصر خاکی کمیاب قرار دارند (شکل ۸). بر مبنای این نمودارها، نمونه‌های توده نفوذی

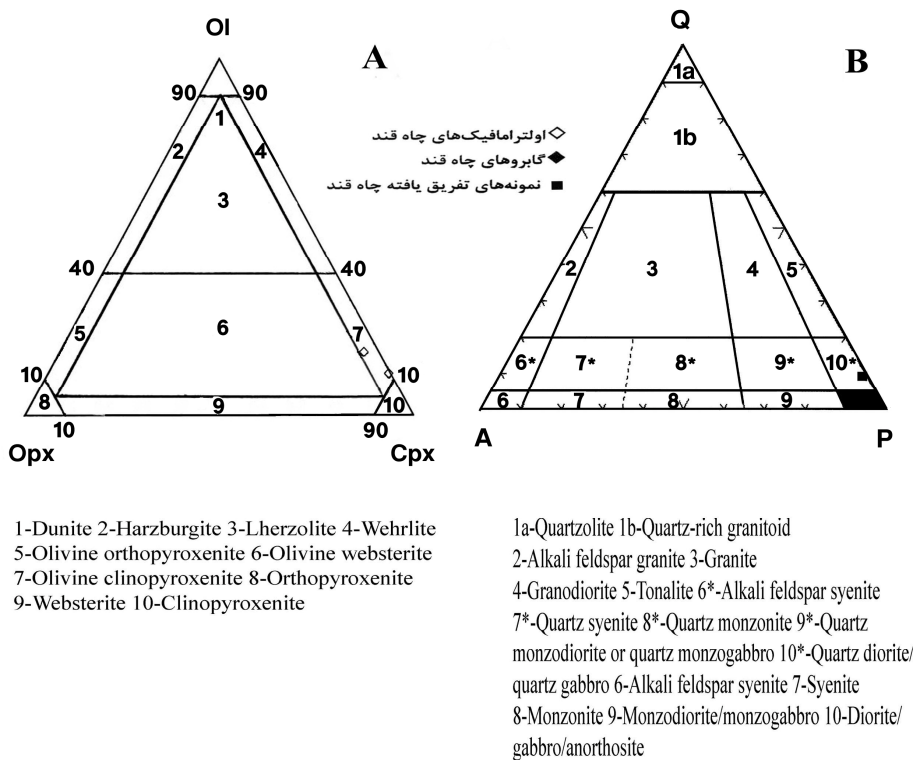


شکل ۱- زیر پهنه‌های زون سنندج - سیرجان (اقتباس از محجل و سهندی، ۱۳۷۸).

در این شکل موقعیت منطقه مورد مطالعه با مربع مشخص شده است



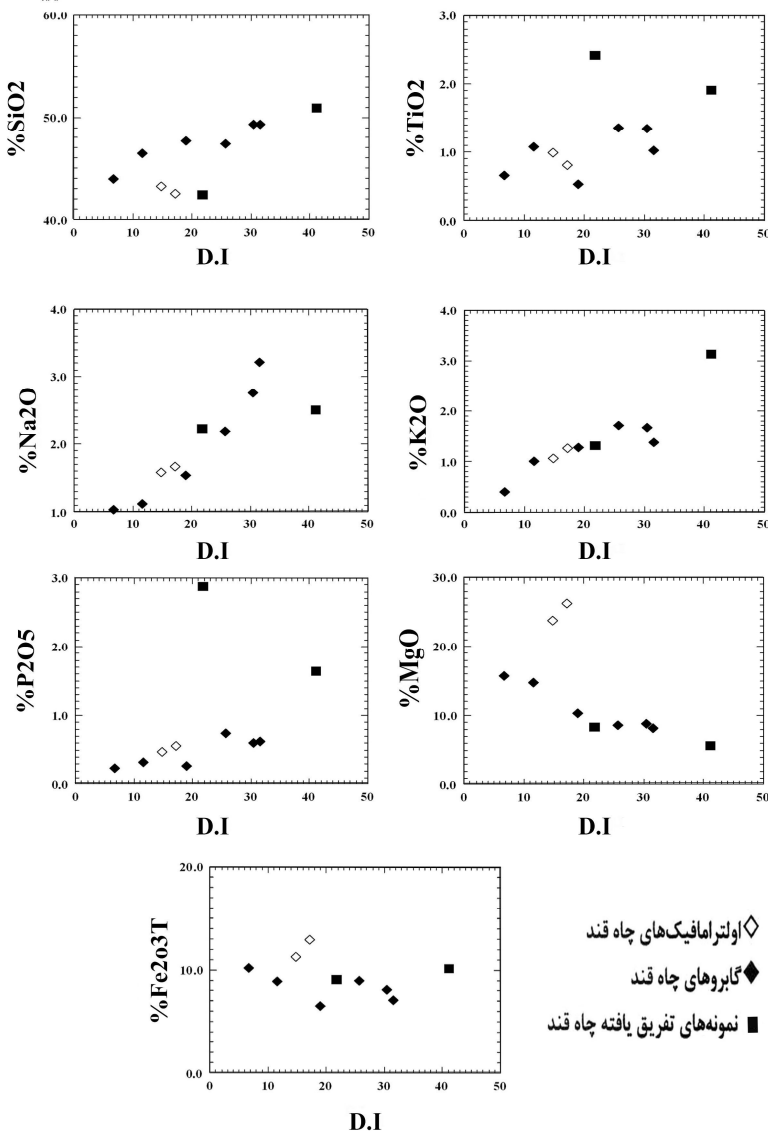
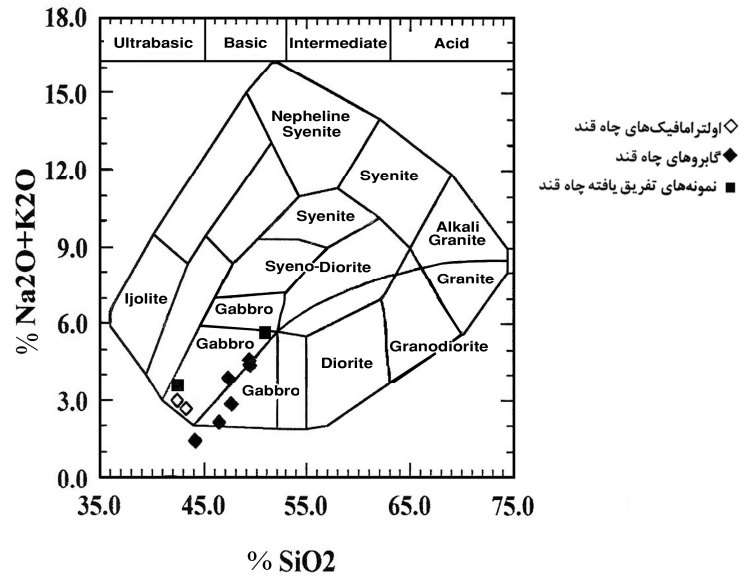
شکل ۲- نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه مورد مطالعه



شکل ۳- موقعیت قرار گیری مودال نمونه های توده نفوذی چاه قند در نمودارهای مثلثی (Streckeisen (1979)

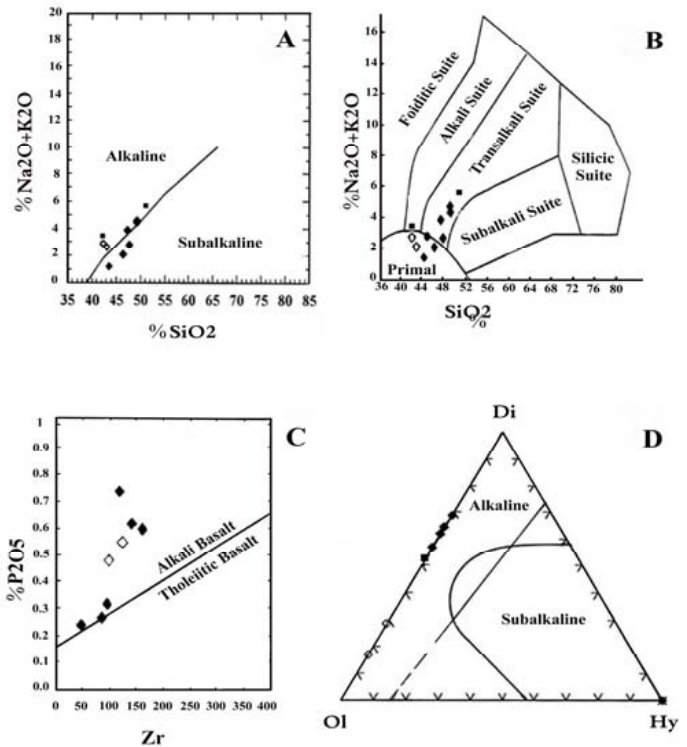
(A) سنگهای اولترامافیک (B) سنگهای مافیک و حد واسط

شکل ۴- موقعیت قرار گیری نمونه های توده نفوذی چاه قند در نمودار مجموع قلیاییها در برابر سیلیس (Cox et al. (1979) که برای سنگهای پلوتونیک اصلاح شده است (Wilson, 1989). خط پر سنگهای قلیایی را از نیمه قلیایی جدا می سازد (Miyashiro, 1978).



شکل ۵- نمودار تغییرات اکسیدهای مختلف (Harker, 1909)

بر حسب در صد وزنی در برابر ضریب تفریق D.I. در سنگهای اولترامافیک تا حد واسط مجموعه چاه قند



◇ اولترامافیک های چاه قند
 ◆ گابروهای چاه قند
 ■ نمونه های تفریق یافته چاه قند

شکل ۶- موقعیت نمونه های اولترامافیک تا حد واسط چاه قند در

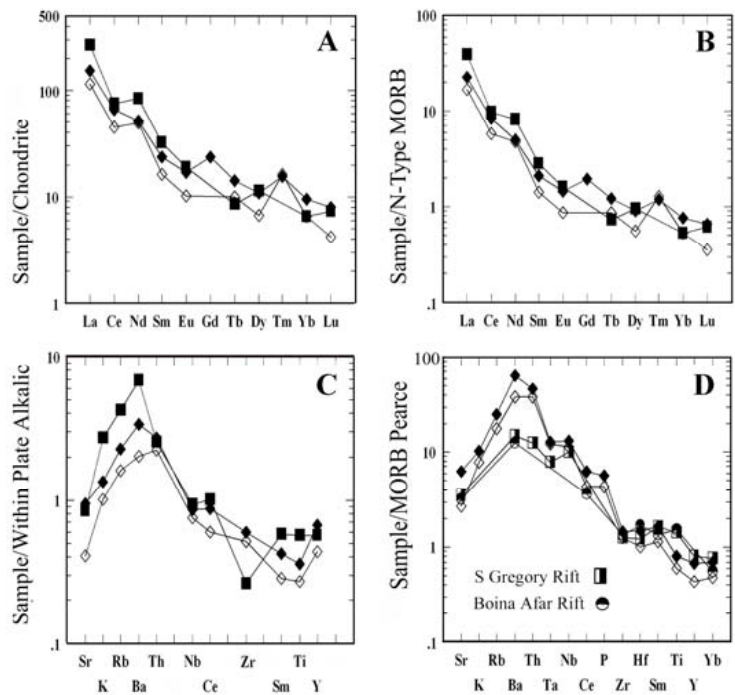
نمودارهای مختلف تعیین سری ماگمایی

Irvine & Baragar (1971) (A)

Middlemost (1991) (B)

Winchester & Floyd (1977) (C)

(D) نمودار ۳ تای OI-Cpx-Ol (Irvine & Baragar (1971))



◇ اولترامافیک های چاه قند
 ◆ گابروهای چاه قند
 ■ نمونه های تفریق یافته چاه قند

شکل ۷- نمودارهای چند عنصری سنگهای اولترامافیک تا حد

واسط توده نفوذی مجموعه چاه قند که با الگوهای مختلف عادی

سازی شده اند.

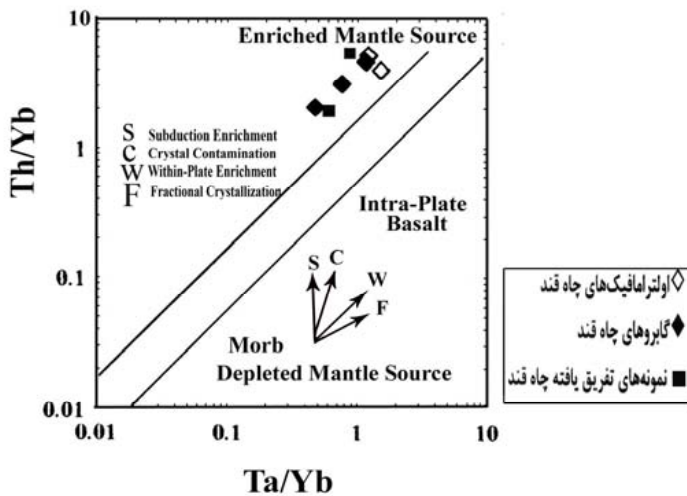
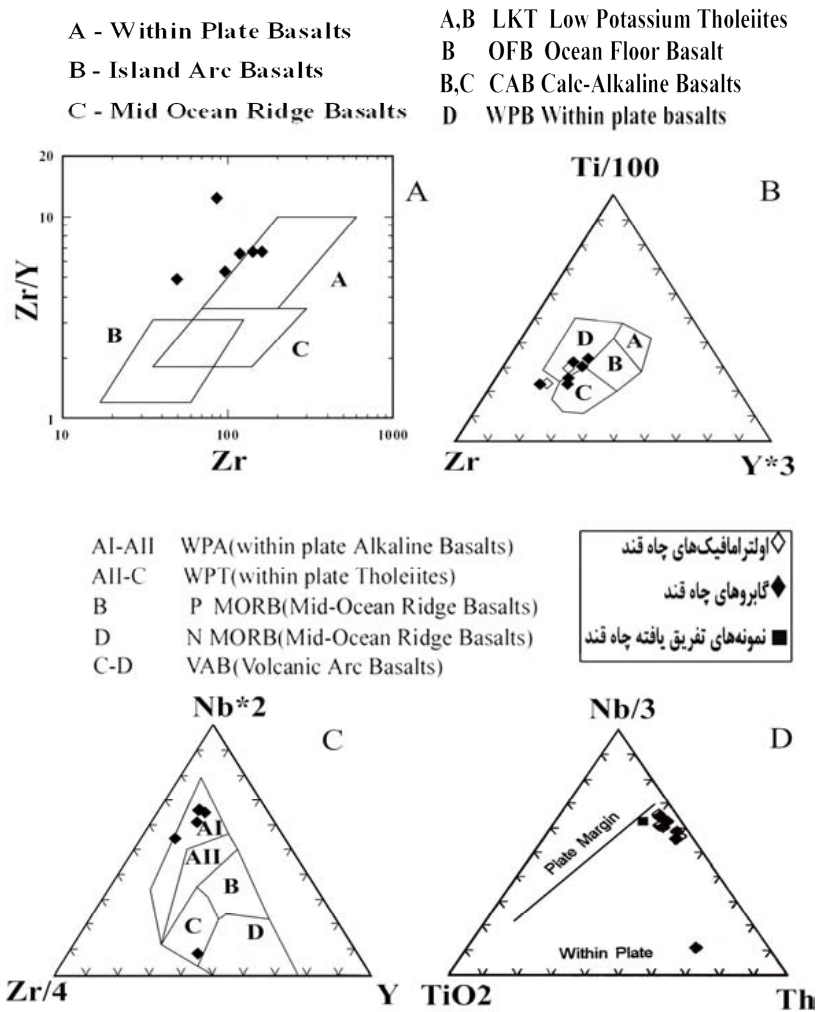
(A) کندریت (Taylor & McLennan (1985))

(B) مورب N (Sun & Mc Donough (1989))

(C) بازالت های قلیایی درون صفحه ای (Sun (1980))

(D) مورب (Pearce (1983))

شکل ۸- نمودارهای تفکیکی مشخص کننده جایگاه زمین ساختی ماگمایی اولیوین گابروها و گابروهای چاه قند (A) نمودار در برابر Zr/Y براساس (Prarce & Norry 1979) نمودار (B) Ti/100-Zr-Y*3 براساس (Pearce & Cann 1973) نمودار (C) Zr/4-Nb*2-Y براساس (Meschede 1986) نمودار (D) TiO₂-Nb/3-Th براساس (Holm 1985)



شکل ۹- بررسی تأثیرات احتمالی عوامل آلابنده در نمونه های اولترامافیک تا حد واسط مجموعه چاه قند، نمودار در برابر Ta/Yb براساس (Pearce 1980) Th/Yb



جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی سنگهای اولترامافیک تا حد واسط مجموعه چاه قند

Sample	Ch9	Ch68	Ch63	Ch40	Ch51	Ch1	Ch26	Ch32	Ch39	Ch45
Rock type	Ol- PYROXENITE	Ol- Gabbro	Ol- Gabbro	Ol- Gabbro	Gabbro	Gabbro	Gabbro	Gabbro- Diorite	Diorite	Q- Diorite
SiO ₂ (wt%)	42.5	43.26	49.33	43.92	47.65	49.31	47.37	46.44	42.4	50.9
TiO ₂	0.81	0.99	1.02	0.66	0.53	1.34	1.36	1.08	2.41	1.9
Al ₂ O ₃	8.07	8.89	16.82	13.08	17.8	14.84	15.91	10.71	16.84	17.38
Fe ₂ O ₃ T	12.9	11.29	7.07	10.2	6.53	8.12	8.95	8.86	9.02	10.11
MnO	0.2	0.17	0.13	0.16	0.13	0.16	0.17	0.16	0.13	0.15
MgO	26.25	23.81	8.15	15.68	10.32	8.81	8.59	14.77	8.24	5.58
CaO	5.73	8.42	12.23	14.59	13.93	12.37	12.97	15.5	14.55	6.67
Na ₂ O	1.67	1.58	3.22	1.03	1.54	2.75	2.18	1.12	2.22	2.5
K ₂ O	1.26	1.06	1.38	0.4	1.28	1.67	1.71	1.01	1.3	3.13
P ₂ O ₅	0.56	0.48	0.62	0.24	0.27	0.6	0.74	0.32	2.87	1.64
Total	99.95	99.95	99.97	99.96	99.98	99.97	99.95	99.97	99.98	99.96
D_I	17.13	14.75	31.62	6.71	19.01	30.46	25.73	11.64	21.75	41.19
Na ₂ O+K ₂ O	2.93	2.64	4.6	1.43	2.82	4.42	3.89	2.13	3.52	5.63
Trace Element										
Ba (ppm)	775.5	762	1100	312	729	1175	1467	731	1437	2600
Rb	41.8	29.1	53.1	7	36	49	47.1	26	22.95	92.65
Sr	332	316	708	634	762	635	799	482	1256	671.5
Y	12	14	21	10	7	24	18	18	40	17
Zr	124	99	141	49	86	161	118	96	75	57
Nb	40	39	54	1	17	63	37	39	41	49
Th	9.45	5.76	11.8	2.05	4	11	6.74	6	5.72	8.6
Hf	2.81	1.9	3.48	1.43	6	5	3.65	10	2.54	2.13
Ta	2.15	2.17	2.96	0.48	nd	nd	1.67	nd	1.75	1.38
La	51	32.7	67.2	22.5	30	80	46.6	54	22.9	98
Ce	45.6	40.6	69.9	24.2	57	133	56.4	107	110	72.5
Nd	39	31	38.7	11	20	54	34	36	72.35	59.45
Sm	3.74	3.67	5.89	4.26	nd	nd	5.09	nd	8.23	7.46
Eu	0.94	0.81	1.49	1.04	nd	nd	1.46	nd	2.65	1.64
Gd	28.8	nd	nd	7.26	nd	nd	nd	nd	18.9	nd
Tb	0.44	0.71	0.53	0.52	nd	nd	1.11	nd	1.33	0.49
Dy	2.49	2.56	3.7	2.32	nd	nd	4.59	nd	7.34	4.36
Tm	0.44	0.72	0.41	nd	nd	nd	0.69	nd	nd	nd
Yb	1.78	1.44	2.53	1	nd	nd	2.17	nd	2.91	1.6
Lu	0.14	0.18	0.28	0.17	nd	nd	0.32	nd	0.39	0.28
Nb/Y	3.33	2.79	2.57	0.1	2.43	2.63	2.06	2.17	1.03	2.88
Zr/Y	10.33	7.07	6.71	4.9	12.29	6.71	6.56	5.33	1.88	3.35
(La/Lu) _n	37.86	18.88	24.91	13.75	nd	nd	15.12	nd	6.09	36.33
(La/Yb) _n	19.35	15.34	17.95	15.21	nd	nd	14.51	nd	5.32	41.4
Eu/Eu*	0.86	0.64	0.94	0.82	nd	nd	0.8	nd	0.99	0.91
Modal										
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.3
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p	6.86	8	33.93	30.63	55.65	36.4	39.31	53.30	43	58.83
CIPW Norms										
Di	11.56	20.03	24.04	33.23	23.9	28.1	25.63	43.29	18.85	0
Hy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.57
Ol	55.03	45.85	12.12	26.11	16.14	12.59	13.85	19.19	14.31	0

nd. Not detected ; Q- Quartz ; Or – Orthoclase ; Ab- Albite ; An-Anorthite ; Ne- Nepheline ; Lc- Leucite ; Di Diopside ;Hy- Hypersthene ; Ol-Olivine
Data of this report were determined by XRF (analyses at Shaid Beheshti University, Tehran) and INAA (analyses at the Isfahan's Atomic Energy Agency)

کتابنگاری

- بارکر، آ.جی، ۱۳۷۸ - دیباچه ای بر بافتها و ریزساختهای دگرگونی، ترجمه سید احمد مظاهری و فرزین قائمی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۷۸ صفحه.
- سبزیب و همکاران، ۱۹۹۵ - نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ چهارگوش کرسفید - سازمان زمین شناسی کشور.
- محجل، م. و سهندی، م. ر، ۱۳۷۸ - تکامل تکنونیک پهنه سنندج - سیرجان در نیمه شمال باختری و معرفی زیر پهنه های جدید در آن، فصل نامه علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۳۱-۳۲، ۲۸-۴۹.
- هاج، اف. اچ، ولس. آ.ک و ولس. ام. ک، ۱۹۷۵ - پترولوژی سنگهای آذرین، ترجمه هدایت خلیلی، چاپ و انتشارات دانشگاه مشهد.
- یاردلی، بروس، ۱۳۷۲ - مبانی پترولوژی دگرگونی، ترجمه: علی کنعانیان، حبیب اله قاسمی و عباس آسیابانها، نشر ماجد.

References

- Baker. B. H., Goles, G. G., Leeman, W.P. & Lindstrom, M. M., 1977- Geochemistry and petrogenesis of a basalt-benmoreite-trachyte suite from the southern part of the Gregory Rift, Kenya. *Contrib. Mineral. Petro. l.* 64, 303-32..
- Barberi, F., Ferrara, G., Santacroce, R., Treuil, M., & Varet, J., 1975- A Transitional basalt-pantellerite sequence of fractinal crystallization, the Boina Centre, (Afar Rift, Ethiopia). *J. Petrol.* 16, 22-56.
- Cox, K. G., Bell, J. D. and Pankhurst, R. J., 1979- The inter pretation of igneous rocks. George Allen and unwin, London. 450 pp.
- Harker, A., 1909- The natural history of igneous rocks. New york Macmillan.
- Holm, P. E, 1985- The geochemical fingerprints of different tectonomagmatic environments using hygromagmatophile elements abundances of tholeiitic basalts and basaltic andesites. *Chemical Geology* 1: 303-3523.
- Irvine, T. N., and Baragar, W. R. A., 1971- A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 8 /pp. 523-548.
- Meschede, M, 1986 - A method of discriminating between different types of mid-ocean-ridge basalt and continentall tholeiites with the Nb-Zr-y diagram: *chemical Geology*, V. 56, p. 207-218.
- Middlemost, E. A. K., 1991- Towards a Comprehensive Classification of Igneous rocks and magmas, *Earth, Sci, Rev.* 31, pp. 73-87.
- Miyashiro, A., 1978 - Nature of alkalic volcanic rock series, *contrib. Mineral. Petro.*, 66, 91-104
- Pearce J. A., 1980 - Geochemical evidence of the genesis and eruptive setting of lavas from Tethyan ophiolites. - Ophiolites, *proceed. Intern. Ophiol. Symp.* (panayiton A., ed): 261-272. Cyprus.
- Pearce, J.A., 1983 - Role of sub- Continental lithosphere in magma genesis at active continental margins, In: Hawkesworth, C. I and M. J. Norry (eds) *Continental Basalts and Mantel xenoliths*, shive, Nantwich, p. 230-249.
- Pearce, J. A. and Cann, J. R., 1973- Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, *Earth and Planetary science Letters*, Vol. 19, pp 290-300.
- Prarce, J. A., Norry, M. J., 1979- petrogenetic implications of Ti, Zr, y and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and petrology* 69: 33-47.
- Sabzehi, and Watters, 1972- Geology and petrography of the Metamorphic and Igneous complex of the central part of the Neyriz Quadrangle.
- Streckeisen, A. L., 1979- Classification and nomenclature of volcanic rocks lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks: recommendation and suggestions of the Iugs subcomision on the systematics of Igneous Rocks. *Geology*, 7, P. 331-335.
- Sun, S. S., 1980 - Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid- ocean ridges, ocean islands and island arcs. *Phil Trans R.Soc. Land.* A297, 409- 45 .
- Sun, S. S., and Mc Donough, W. F., 1989- chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implrcations for mantle composition and processes. In *Magmatism in the Ocean Basins*. Edited by A. D.Saunders and M.J.Norry. Geological Society special publication 42, pages 313-345
- Taylor, S. R. and McLennan, S. M., 1985- The continental crust: Its composition and evolution, Black well, oxford, 312p.
- Wilson, M., 1989 - Igneous petrogenesis, unwin. Hyman, London 466pp3-Barberi, F., Ferrara, R. Santacroce, M. Treuil & J. Varet, 1975 - A transitional basalt-pantellerite sequeunce of fractional crystallisation, the Boina Centre, (Afar Rift, Ethiopia). *J. Petrol.* 16, 22-56.
- Winchester, J. A. and Floyd, P. A., 1977- Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, *chemical Geology*, vol. 20, pp. 325-343.

* گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور، شیراز، ایران

** دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

* Geology Department, Payam-e-Nour University, Shiraz, Iran

**Geology Department, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran