

## مشاهدات پتروگرافی برخی بافت های سنگ های توده نفوذی اسکارن فرفهان - قمصر (جنوب شرق کاشان)

الهه خامسی پور<sup>۱</sup>، موسی نقره ثیان<sup>۲</sup> محمد علی مکی زاده<sup>۳</sup>، علیخان نصر اصفهانی<sup>۴</sup>

### چکیده

اسکارن مورد مطالعه در جنوب شرقی کاشان و در زون ارومیه - دختر قرار گرفته است. این اسکارن در کنتاکت بلا فصل زبانه های نفوذی با سنگ آهک تشکیل شده است. در حاشیه توده نفوذی قهرود با جنس دیوریت تا گرانودیوریت به همراه دایکهای آندزیتی رخنمونهای اسکارن وجود دارد. این توده ها از نوع توده های نفوذی عمیق تا نیمه عمیق هستند و بر اثر هجوم سیالات هیدروترمال دارای بافت ها و کانیهایی شده است که مطالعه این بافت ها کمک به درک پدیده های آتشفشانی رخ داده در منطقه می کند.

کلید واژه: پتروگرافی، توده نفوذی، اسکارن، فرفهان

### مقدمه

<sup>۱</sup> - گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

[E.Khamesi@khuif.ac.ir](mailto:E.Khamesi@khuif.ac.ir)

<sup>۲</sup> - گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

<sup>۳</sup> - گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران

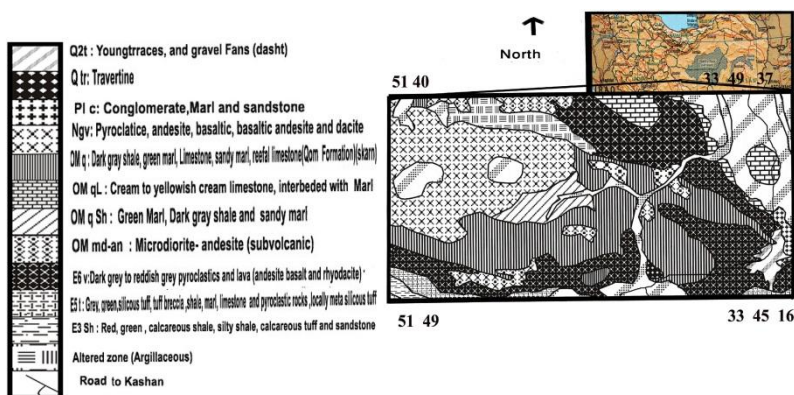
<sup>۴</sup> - گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

پست الکترونیکی: \*[nasr@khuif.ac.ir](mailto:nasr@khuif.ac.ir)

[E.Khamesi@khuif.ac.ir](mailto:E.Khamesi@khuif.ac.ir)

منطقه مورد مطالعه در 35 کیلومتری جنوب کاشان در شمال شرقی قمصرو واقع شده است که از نظر تقسیمات زمین شناسی بخشی از نقشه چهار گوش کاشان با مقیاس 1:100000 با طول جغرافیایی 49-51 و عرض جغرافیایی 33-45 تا 33-49 میباشد (شکل 1). از نظر موقعیت زمین شناسی در زون آتشفشانی ارومیه - دختر واقع در ایران مرکزی میباشد که به موازات واحدهای تکتونیکی مهمی چون زون سنندج - سیرجان و زون چین خورده زاگرس با روند شمال غربی - جنوب شرقی میباشد (بشیری 1378).

شناخت این توده ها و بافتها و کانیهای موجود در آنها از جهات گوناگون شرایط ماگماتیسم و تحولات مربوط به آنرا بازسازی میکند. این پژوهش با استناد به برداشتهای صحرائی، کانی شناسی و بافت های خاص توده های نفوذی اسکارن زای منطقه را مورد مطالعه قرار میدهد.



شکل 1: نقشه زمین شناسی منطقه از عمیدی و زاهدی با تغییرات با مقیاس 1:100000

زمین شناسی منطقه

سنگ های آذرین منطقه به سه دسته جداگانه تقسیم میشوند که شامل :  
ولکانیک ها و توده های آتشفشانی و نفوذی مربوط به دوران ائوسن  
ولکانیک ها و توده های نفوذی و آتشفشانی مربوط به دوران الیگومیوسن  
پیروکلاستیک ها ، مواد آذرآواری ، توف ، برشهای ولکانیکی ، توفیتها و سایر مواد  
آتشفشانی و آذرآواری

اغلب توده های نفوذی منطقه دارای سن الیگومیوسن و ماگمای سازنده آنها حاصل  
فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر پوسته ایران مرکزی است. ماگمای تشکیل  
دهنده توده های نفوذی منطقه کالکوآلکان، فقیر از پتاسیم و از نوع گرانیت I میباشد.  
سنگهای این منطقه به سه دسته آذرین، رسوبی و دگرگونی متعلقند. پیکره سنگهای  
رسوبی شامل شیل و ماسه سنگ ژوراسیک، آهکهای کرتاسه، آهکهای نومولیت دار  
ائوسن و تشکیلات سازندقم، پیکره سنگهای آذرین شامل سنگهای آتشفشانی ائوسن و  
توده های نفوذی با ترکیبی از دیوریت تا کوارتزموئزودیوریت و گرانودیوریت و  
پیکره دگرگونی شامل اسکارنهای منطقه در محل برخورد توده های نفوذی با  
تشکیلات آهکی منطقه میباشد (شکل 1). دو پدیده ولکانیسم و پلوتونیسم در منطقه  
رخ داده که شواهد آنها توده های نفوذی و دایکهای آندزیتی در بین تشکیلات آهکی  
هستند.

## روش مطالعه

پس از بررسیهای صحرائی مبادرت به جمع آوری 80 نمونه از رخنمونهای سنگی  
شامل اسکارن و توده نفوذی گردیده است و تعدادی از نمونه های جمع آوری شده  
برای مطالعه با میکروسکوپ پلاریزان انتخاب شد و تعدادی از توده های نفوذی برای  
تعیین ترکیب شیمیایی آنها برای آنالیز XRF به موسسه بهین آزمون سپاهان فرستاده  
شد. (تمامی نتایج آنالیز قابل دسترس است).

## کانی نگاری

مجموعه کانیهای این توده های نفوذی به شرح زیر میباشد :

**Clinopyroxenes + Plagioclases ± Hornblende + Epidote + Tremolite < Actinolite +  
Prehnite + Quartz + Opaque**

بر اساس مطالعات پتروگرافی بافت های پوئی سلیتیک ، گرانولار ، پورفیری ، میکرولیتیک پورفیری، انترسرتال و اینترگرانولار بیشتر به چشم میخورد. اغلب کانیها بر اثر هجوم محلولهای داغ و اسیدی دگرسان و به کانیهای مختلف تجزیه شده اند . کانیهای کلینوپیروکسن به دگرسانی اورالیتیزسیون ، پلاژیو کلازاها (بازی ، اسیدی ) به دگرسانیهای سوسوریتی و سریستی تبدیل میشوند.

پلاژیو کلازاها به صورت فنو کریستهای نیمه شکلدار با حاشیه های دگرسان شده وجو دارند و در اثر دگرسانی به کانیهای مختلف مانند پرهینت ، کائولن، اپیدوت ، کلسیت ، کوارتزهای بسیار ریز، کلریت و ... تجزیه شده اند . کانیهای دگرسانی به صورت بافت پوئی سلیتیک و یزوئیدومرف کانی پلاژیو کلاز را در بر گرفته اند.

کانیهای کلینوپیروکسن در توده های نفوذی به دلیل آلتراسیون شدید هیدروترمال اغلب به صورت بلورهای بسیار ریز و کوچک در میان کانیهای دگرسانی دیده میشوند و در برخی موارد به دلیل آلتراسیون زیاد فقط از روی کانیهای دگرسانی میتوان به وجود کلینوپیروکسن پی برد و به کانیهایی چون ترمولیت - اکتینولیت ، کلریت ، کلسیت و.. تبدیل شده اند. هورنبلند ها به صورت بلورهای بسیار کوچک به تعداد کم ( به دلیل دگرسانی ) با رخیهای واضح و به رنگ سبز یا سبز متمایل به زرد دیده میشود. اپیدوتها اغلب ثانویه ، بی شکل از دگرسانی عمده پلاژیو کلازاها به وجود می آیند و همراه با کانه ها یافت میشوند. ترمولیت - اکتینولیتها ثانویه و سوزنی شکل و به رنگ زرد و سبز کمرنگ وجود دارند و کوارتزها بیشکل و در اندازه کوچک در سایر کانیها دیده میشوند. کانه های اپاک به صورت بافت غربالی روی کانیها و بافتهای توده

های نفوذی را پوشانده اند. پرهنیت به صورت ثانویه از پازئو کلازها در حال تشکیل است و به رنگ زرد دیده میشود.

### بافت های مهم پلاژیو کلازها

بر اساس ماگمای سازنده توده های نفوذی منطقه (کالکوآلکان و دارای کلسیم بالا) احتمالاً نوع پلاژیو کلازهای منطقه آندزین تا آنورتیت و بیشتر از نوع بازی میباشد. پلاژیو کلازهایی که در آنها کائولینیتی شدن دیده میشود احتمالاً دارای ترکیب حدواسط و کمی اسیدی هستند. دو پدیده آلتراسیون سوسوریتیزاسیون و سریسیتی به وضوح دیده میشود. اپیدوت بیشترین کانی حاصل از تجزیه پلاژیو کلازها میباشد که به صورت پزوئیدومرف قالب کانی پلاژیو کلاز را پر کرده است. اپیدوت و پرهنیت دو کانی عمده حاصل از تجزیه پلاژیو کلازها میباشد. پلاژیو کلازها به صورت گرانولار در زمینه ای از میکزولیت های خود به صورت بافت میکرولیتیک پورفیری قرار دارند و با کانیهای کلینوپیروکسن به صورت بافتهای اینترسرتال و اینترگرانولار قرار دارند که این بافتها دو مرحله سرد شدگی توده های نفوذی را نشان میدهد. دو پدیده

زونینگ و بافت غربالی یا Sieve texture در اغلب فنوکریستهای پلاژیو کلاز دیده میشود که نشاندهنده دو پدیده در هنگام تبلور ماگما میباشد. به عقیده دیوید شلی ، 1992 گرم شدن پلاژیو کلاز در دماهای بالاتر از لیکیدوس باعث حل شدن فنوکریستهای و گرد شدن شکل و حواشی این کانی می شود. اگر  $An\%$  فنوکریست کمتر از  $An\%$  پلاژیو کلاز در حال تعادل با ماده مذاب باشد سطوح خورده شده در یک بافت غربالی به صورت ناهموار و برجسته در می آیند و با ماگما پر میشوند و در این صورت با پلاژیو کلاز واکنش میدهد و کلسیک تر می شود و اگر ماگمای اسیدی و بازی با یکدیگر مخلوط شوند فلدسپات سدیک موجود در ماگمای اسیدی حل میشود و بافتهای غربالی پدید می آیند و در نهایت قسمتهای خورده ده در

اثر واکنش کلسیک تر میشوند. به نظر پیرس و همکاران ، 1987 ممکن است عمل انحلال به علت کاهش فشار وارده بر ماگما در طی صعود آن به سطح زمین صورت گرفته باشد که در این حالت هیچ دلیلی مینی بر اینکه خوردگی با تغییر ترکیب ماگما همراه است وجود ندارد. در ماگمای آبدار فلدسپات حل میشود زیرا با کاهش فشار و خروج مواد فرار منحنیهای سولیدوس و لیکیدوس پایین می آید. به دلیل تغییرات فشار بخار آب (افزایش) مقدار کلسیم در ماگما بالا میرود. زونینگ هم در اثر این تغییرات فشار گازها میتواند ایجاد شود. زونینگ و بافت غربالی هردو از پدیده های عدم تعادل در پلاژیوکلازها هستند که در اثر اختلاط ماگمایی یا تغییرات فشار گازها رخ میدهند. شکستگی های اطراف توده نفوذی در حال تبلور باعث اضافه شدن آب به ماگما میشوند و پدیده اکسولوشن رخ داده و حالت ریتیمیک یا زونینگ در پلاژیوکلازها رخ میدهد.

## ژئوشیمی کانیها

پاراژنهای قابل تشخیص در این توده ها به شرح زیر میباشد:

پاراژن پلاژیوکلاز - ترمولیت - اکتینولیت + پرهنیت : نشاندهنده تشکیل پرهنیت به خرج کانی پلاژیوکلاز و دگرسانی کلینوپیروکسنها به کانی های ترمولیت - اکتینولیت میباشد که این پاراژن در فاسیس آلبیت - اپیدوت - هورنفلس به وجود آمده است و تاثیر محلولهای هیدروترمال داغ و اسیدی را به وضوح نشان میدهد و همچنین این پاراژن معرف دما و فشار پایین حاکم بر منطقه میباشد.

پاراژن پلاژیوکلاز - اپیدوت - کلینوپیروکسن : این پاراژن نشاندهنده دمای بیشتر و عمق بیشتر توده نفوذی میباشد

پاراژنز پلاژیوکلاز - کوارتز - اپیدوت - ترمولیت - اکتینولیت + کلسیت + کوارتز نشاندهنده تاثیر شدید محلولهای هیدروترمال و دگرسانی کامل سوسوریتیزاسیون پلاژیوکلازها میباشد.

بر اساس آنالیزهای انجام شده و پردازش با آنالیز Minpet پردازش و نمودارهای مربوطه رسم گردید که نشان میدهد ترکیب توده های نفوذی اسکارن زا در منطقه دیوریت تا داسیت است و ماهیت ماگمای ساب آلكالن و كالكو آلكالن با روند Bowen trend نشان میدهند .

### نتیجه گیری

1. توده نفوذی منطقه با سن الیگومیوسن با سنگهای آتشفشانی ائوسن رسوبات آهکی کرتاسه و سازند قم را قطع کرده است.
2. مهمترین کانیهایی تشکیل دهنده این توده های نفوذی شامل کلینوپروکسن، پلاژیوکلاز و کانیهایی دگرسانی چون اپیدوت ، ترمولیت - اکتینولیت، پرهنیت میباشد و از نظر نوع توده نفوذی جزئی توده های دیوریتی محسوب میشوند.
3. دو نوع پلاژیوکلاز با توجه به ترکیب وجود دارد.
4. بافت غربالی و زونینگ نوسانی در پلاژیوکلازها نشاندهنده اختلاط ماگمایی یا افزایش فشار بخار آب و عدم تعادل در تبلور ماگما (Exsolution) میباشد.
5. بافتهایی چون پورفیری ، میکرولیتیک پورفیری ، اینترگرانولار و اینترسرتال نشاندهنده دو مرحله سرد شدگی برای توده های نفوذی میباشد.
6. به وجود آمدن کانیهایی چون اپیدوت ، ترمولیت - اکتینولیت، پرهنیت از پلاژیوکلازها و برخی کلسیتهای سنگ میزبان دلیلی بر وجود مراحل دگرسانی و

تأثیر سیالات هیدروترمال حامل یونهای آهن و منیزیم در رخساره آلیت - اپیدوت - هورنفلس در دمای حدود 400 درج سانتی گراد میباشد.

7. شواهد بافتی نظیر زونینگ و بافت غربالی و تشکیل ترمولیت - اکتینولیت و پرهنیت در زمینه پلاژیوکلازها و وجود کانیهای دما پایین در اطراف پلاژیوکلازها نشاندهنده شرایط متفاوت حاکم بر تشکیل توده های نفوذی این منطقه میباشد.

## منابع

1. مصطفی زاهدی و عمیدی ، نقشه زمین شناسی کاشان 1:100000
2. حاجی علیلو ، بهزاد ، (1368) بررسی پتان سیلهای معدنی منطقه قمصر کاشان ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه شهید بهشتی تهران
3. بشیری ، لبراهیم ، (1378) بررسی های کانی شناسی و سنگ شناسی اسکارن ها ، مرمرها و هورنفلسهای حد فاصل میمه - قمصر ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه اصفهان
4. پورهمایون ، پریسا ، (1386) پترولوژی و ژئوشیمی اسکارن های فلوگوپیت دار و کلسیک جانشینی منطقه جهق - زنجانبر (ایران مرکزی) ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه اصفهان
5. نور بخش ، پ. ، (1379) مطالعه کانی شناسی ، پتروگرافی و پترولوژی اسکارن های شرق قهرود ، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
6. نوربهشت ، ایرج ، (1370) مطالعه سنگ شناسی و کانی شناسی کانسار آهن در شمال شرق اصفهان ، مجله تحقیقاتی فنی - مهندسی استقلال ، دانشگاه صنعتی اصفهان



7. وهابی مقدم ، بابک ، (1378) مطالعه پتروگرافی ، مینرالوژی و پتروژنز توده های نفوذی شمال شرق اصفهان (زفره - فشارک ) وهاله دگرگونی آنها ، پایان نامه دکتري ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
8. شلی ، دیوید ، (1992) پتروگرافی سنگهای آذرین و دگرگونی ، ترجمه عباس آسیابانها

## پترولوژی و ژئوشیمی توده های نفوذی های شمال خمین

اکبری، مرضیه - نصر اصفهانی، علیخان

گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

Email: negar.9830@yahoo.com

### چکیده

توده های نفوذی خمین در شمال شهرستان خمین واقع شده است. ترکیب سنگ شناسی آن گابرو دیوریت و گابرو می باشد. پلاژیوکلاز، پیروکسن کانی های اصلی این توده نفوذی است. بر اساس داده های داده های ریز پردازش کلینوپیروکسن های این توده از نوع اوژیت کلسیم دار و دیوپسید می باشد. ترکیب پلاژیوکلاز آندزین تا لابرادوریت است.

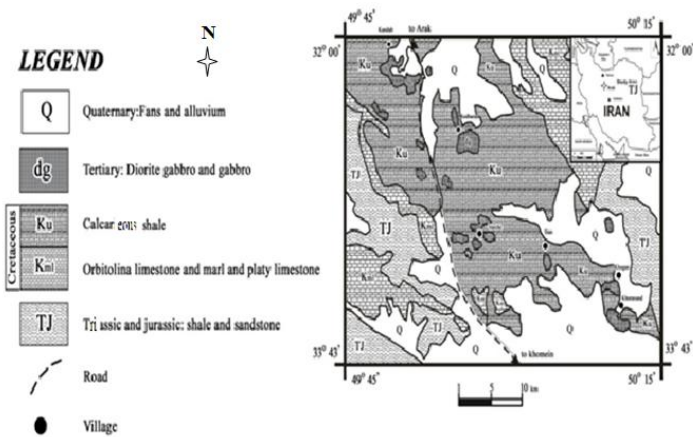
کلید واژه: پترولوژی و ژئوشیمی، گابرو دیوریت، خمین

### مقدمه

توده های نفوذی شمال شهر خمین در چندین نفوذی کوچک و پراکنده رخنمون دارد (شکل 1) کارهای مطالعاتی بسیار کمی بر روی این ناحیه انجام شده است. تنها می-توان به مطالعات زمین شناسی [1 و 3] بر روی چهار گوش گلپایگان اشاره نمود. در این مقاله سعی شده بر اساس ترکیب شیمیایی کانی های پیروکسن و پلاژیوکلازها به ژئوشیمی و پترولوژی این توده ها پی برده شود.

### زمین شناسی منطقه

توده های نفوذی شمال شهر خمین در زون ساختاری جزء سندج سیرجان در استان مرکزی قرار دارد. بر اساس [3] سن این نفوذی ها را اوایل ترشیاری ذکر نموده اند. که در بین شیلهای آهکی کرتاسه نفوذ کرده است (شکل 1). حجم بیرون زدگی های این توده های نفوذی محدود و کوچک است. برخی توده ها غالباً بر اثر فعالیتهای هیدروترمال دگرسان شده اند این نفوذی ها با رنگ خاکستری مایل به سبز و حضور بلورهای نسبتاً درشت فرومیزین در صحرا قابل تشخیص هستند (شکل 2).



شکل 1: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه 1:250000 گلپایگان با اندکی تغییرات [3]



شکل 2: رخنمون توده های نفوذی شمال خمین

### روش مطالعه

مطالعات صحرائی و نمونه برداری از توده های نفوذی شمال خمین در تابستان سال 1387 انجام شد. پس از تهیه مقاطع نازک و مطالعه آنها با میکروسکوپ پلاریزان تعداد 14 نمونه جهت تجزیه شیمیایی به روش ICP-MS و مطالعات ریز پردازشی انتخاب گردید. در آزمایشگاه مرکز تحقیقات فراوری مواد معدنی ایران تعدادی از کانی های سالم پیروکسن، پلاژیوکلاز و اپاک در نمونه های انتخابی با ریز پردازش SX100 شرکت Cameca فرانسه و در شرایط  $20\text{keV } ^{23}\text{Na}$ ،  $20\text{keV } ^{10}\text{Na}$ ،  $20\text{keV}$ ،  $20\text{keV}$  مورد برداشت نقطه ای قرار گرفته است.

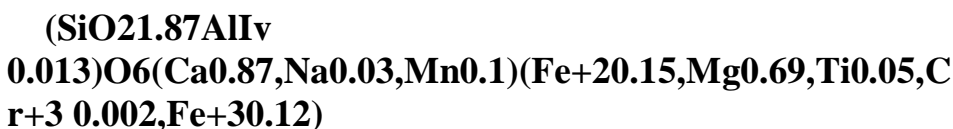
### پتروگرافی

بر اساس مطالعات میکروسکوپی، این سنگهای سازنده بیشتر ملانوکرات متمایل به خاکستری تیره تا سبز با دانه بندی متوسط تا درشت هستند. ترکیب مدال کانیهای توده

های نفوذی شمال خمین گابرو، گابرو دیوریت می باشد. مهمترین کانی های تشکیل دهنده آن پیروکسن، پلاژیوکلاز، اسفن و کانیهای فرعی اپیدوت، کلریت، کلسیت، ترمولیت - اکتینولیت است و کانیهای اپاک در این توده ها براساس مطالعات ریزپردازش ایلمنیت است.

پیروکسن، پلاژیوکلاز فراوان ترین کانیهای توده های نفوذی هستند. پلاژیوکلازها اغلب شکل دار می باشد و ندرتا دارای ماکل می باشند از نظر ترکیب شیمیایی پلاژیوکلازها دارای دامنه تغییرات آنورتیت 49.55٪ می باشد. پلاژیوکلازهای موجود توده های نفوذی شمال و در محدود لابرادوریت و آندزین می باشند.

کلینوپيروكسها شكل دار تا بی شکل می باشند. (شکل 3-الف) این کلینوپيروكسها از نوع دیوپسید کلسیک و اوژیت غنی از Ti هستند (شکل 4-ب و ج). و ترکیب آنها در محدوده  $Wo\ 45.17, Fs\ 11.06, En\ 43.77$  است. فرمول محاسبه شده کلینوپيروكس های موجود در توده های نفوذی شمال خمین به قرار زیر است:



در واقع میزان آلومینیوم و تبتان کلینوپيروكس بستگی به میزان سیلیس مذابی دارد که از آن تبلور می یابد و میزان این عناصر از ماگمای تولنتی به طرف آلکالن افزایش نشان می دهد.

بافتهای مورد مطالعه در این توده ها بافت های اینترسرتال، اینترگرانولار افتمیک و ساب

افتمیک می باشند.

## ژئوشیمی

به منظور انجام مطالعات ژئوشیمیایی 8 نمونه از توده های نفوذی شمال خمین به روش ICP-MS آنالیز شده است. همانطور که ملاحظه می شود میزان  $\text{SiO}_2$  در این سنگها از 46.4 تا 50.2 درصد و میزان  $\text{MgO}$  از 5.87 تا 8.62 درصد متغیر است. و مقدار  $\text{K}_2\text{O}$  بین 0.39 تا 2.55 درصد می باشد.

بر اساس دیاگرام ژئوشیمیایی نامگذاری سنگها به روش [10] ترکیب نفوذی های شمال خمین گابرو می باشد. (شکل 6-الف) و با قرار دادن نمونه ها در دیاگرام  $\text{Zr}$  و  $\text{Ti/V} \times 1000$  [7] همه نمونه ها در محدوده بازالت های درون صفحه ای قرار می گیرند.

الگوی نرمالیزه شده عناصر HFS و LIL نسبت به گوشته اولیه غنی شدگی را برای عناصر LIL در سنگهای منشا نشان می دهد که این منشا می تواند گوشته غنی شده و تحول یافته باشد. [8] پیشنهاد کرده اند که تهی شدگی HFS در ماگما منعکس کننده واکنش متقابل بین ماگما و پریدوتیت تهی شده است. و در گابرو ها آنومالی منفی  $\text{Nb, Ta, Ba}$  و آنومالی مثبت از خود نشان می دهند. به عقیده [9] افت  $\text{Nb}$  در نمودار عنکبوتی عناصر فرعی می تواند ناشی از دو علت باشد، یا به علت آغشتگی ماگما به مواد پوسته ای است و یا دلیلی بر ارتباط آنها با فرورانش می باشد. به عقیده [9] آنومالی  $\text{Nb}$  شاخص سنگهای قاره ای است و ممکن است نشان دهنده شرکت پوسته در فرایند ماگمایی باشد. آنومالی مثبت  $\text{Pb}$  به متاسوماتیسم گوه گوشته ای توسط سیالات ناشی از پوسته اقیانوسی فرورو و یا آلایش ماگما با مواد پوسته قاره ای می باشد که با توجه به نمودارهای موقعیت تکنونیک توده های نفوذی شمال خمین صحت این نکته مشخص می شود.

## نتیجه گیری

- 1 توده های نفوذی خمین در شمال شهرستان خمین با سن اوایل ترشیاری شیل‌های آهکی کرتاسه را قطع نموده است.
- 2 مهم‌ترین کانی‌های تشکیل دهنده این توده شامل کلینوپیروکسن، پلاژیوکلاز، اسفن می باشد و از نظر ترکیب مودال سنگ گابرو دیوریت و گابرو است.
- 3 بلورهای پلاژیوکلاز پلاژیوکلازها اغلب شکل دار می باشند و در موارد جزئی دارای ماکل کارلسباد می باشند. ترکیب آن در گستره آندزین \_ لابرادوریت قرار دارد.
- 4 کلینوپیروکسن های این توده از نوع اوژیت کلسیکی و دیوپسید می باشد.
- 5 بافت سنگ‌های تشکیل دهنده این توده ها اینترسرتال، اینترگرانولار، افیتیک و ساب افیتیک می باشند.
- 6 توده های نفوذی شمال خمین با توجه به موقعیت تکنونیک آنها در زون سنندج سیرجان از نوع الکالن، درون صفحه ای می باشد.

## منابع

[1] درویش زاده، ع.، "زمین شناسی ایران. تهران: انتشارات دانشگاه امیر کبیر"، صفحه 901، (1370).

[2] Nimis P, Taylor WR (2000) Single clinopyroxene thermobarometry for garnet peridotites. Part I. Calibration and testing of a Cr-in-Cpx barometer and an enstatite-in-Cpx thermometer. Contributions to Mineralogy and Petrology 139: 541-554

[3] Thiele, O., Alavi, M., Assefi, R., Hushmand-Zadeh, A., Seyed-Emami, K., and Zahdi, M., 1968, Explanatory of the Golpaygan quadrangle. map, 1:250,000. Geol. Surv. Iran, E7, 24p

[4] Deer W.A., Howie R.A., Zussman, J., 1991, "An introduction to the Rock Forming Minerals", 17th, Longman, edition 528p.

- [5] Berger, A., N.C., Scherrer, and F., Bussy, 2005, Equilibration and disequilibrium between monazite and garnet: indication from phase-composition and quantitative texture analysis, *Journal of Metamorphic Geology*, v.23(9), 865-880.
- [6] Irvin, T.N. and Bargar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Science* 8, PP.503-548..
- [7] Pearce J.A. and Cann J.R., 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, 290-300
- [8] Kelemen, P.B., Jenson, K.T.M., Kinzler, R. J. and Irving, A. J., 1990, High- field strength element depletion in arc basalts due to mantle – magma interaction. *Nature*, 345, 521-524
- [9] Rollinson, H., 1993, The geochemistry of mafic and ultramafic rocks from the Archaean greenstone belts of Sierra Leone. *Mineral. Mag.*, 47, 267-280
- [10] Cox, K.G., Bell J.D. and PanKhurst R.J., 1979, The interpretation of igneous rocks. George, Allen and Unwin, London.



