پترولوژي و ژئوشيمي توده هاي مافيك و اولترامافيك ماسوله

چكيده:
سنگهاي نفوذي مافيك و اولترامافيك در جنوب فومن و در منطقه ماسوله شامل گابرو، آلكالي گابرو، اوليوين گابرو، گابروديوريت، ملاگابرو، كلينوپيروكسنيت و ورليت ميباشد كه درون سنگهاي مجموعه دگرگوني گشت و سازندهاي شمشك و شال نفوذ كرده است. توده هاي مافيك در اين ناحيه هم از نوع ايزوتروپ (اوليوين گابروي گشت) و هم از نوع انيزوتروپ (گابروي لايه اي زودل) ميباشند. بافت اين سنگها عمدتاً گرانولار متوسط تا درشت دانه و حاوي كاني هايي نظير اوليوين، كلينوپيروكسن، پلاژيوكلاز (از انواع سديك)، هورنبلند قهوه اي و كانيهاي فرعي مانند اسفن و آپاتيت مي باشد. اين توده ها خود بوسيله دايك هاي مونزونيتي قطع شده اند و در حد رخساره هاي پرهنيت- پومپله ايت و رخساره زير شيست سبز دچار دگرساني و دگرگوني شده اند، كه اين فرايند عامل حدوث روند توله ايتي در اين سنگها است، در حاليكه دگرگوني و دگرساني درجا (متاسوماتيسم) باعث خروج مواد آلكالن سنگ شده و روند آلكالن آنرا كه در بررسي هاي پتروگرافي نيز تأييد شده، تغيير داده است. در بررسي هاي ژئوشيميايي اين توده ها نيز پي به تبلورتفريقي در اين سنگها پي ميبريم كه در امتداد و مشابه روند تبلوري سنگهاي آذرين بيروني در البرز مركزي بوده و در واقع ميتوان آنها را به عنوان حجره هاي تغذيه كننده اين سنگهاي ولكانيك در نظر گرفت. اين همبستگي همچنين با ساير سنگهاي مافيك و اولترامافيك منطقه سرو تا حدي آشكار است، اما متفاوت از متابازيت هاي مجموعه اسالم-شاندرمن ميباشد. با بررسي ميزان عناصر كم تحرك در اين سنگها ميتوان به منشاء تهي شده آنها پي برد. از اينرو ميتوان تشكيل آنها را در يك محيط حاشيه قاره اي ، احتمالاً مربوط به فعاليت هاي ماگمايي با سن كرتاسه بالايي و حتي اوايل سنوزوئيك ميباشد كه آثار آن در البرز به وفور يافت ميشود.

Abstract:
Mafic and ultramafic rocks of Masule ,south Fuman, include gabbro, alkalin gabbro, olivine gabbro, gabbrodiorite, melegabbro, clinopyroxinite and wehrlite. They have intruded on Gasht metamorphic complex, Shemshak and Shal formations as isotropic and anisotropic forms. Having medium to very coarse grain texture, they are composed of olivine, clinopyroxene and plagioclase as major minerals and brown hornblende, sphene and apatite as minor minerals. They were cut by monzonite dikes. They also have altered and metamorphosed to Prehnite – pumpellyite facies and green schist subfacies. This process changed their alkaline trend that was confirmed in petrography study to tholeiitic trend by removing

alkaline elements. Geochemical analysis show fractional crystallization of this rocks like volcanic rocks of Central Alborz. In fact, they can be considered as feeder chambers of those volcanic rocks. These geochemical relationships are confirmed in Seru mafic and ultramafic rocks, but different from metabasite of surrounding metamorphic rocks (Asalem-Shanderman complex). Geochemical study of high field elements show depleted mantle origin of the rocks. Hence, it can be concluded that they were formed in continental margin environment. Its formation time probably relates to magmatism of upper Cretaceous and early Cenozoic that is so widespread in Alborz mountains.

۱- مقدمه:

منطقه مورد مطالعه با مختصات جغرافيايي °۴۹ تا ´۱۰ °٤۹ طول شرقي و'۸ °۳۷ تا '۱۰ °۳۷ عرض شمالي در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله و در ٢٤ كيلومتري شهرستان فومن واقع مي باشد. اين ناحيه در تقسيمبندي نبوي (۱۳۵۵) در پهنه گرگان- رشت و در تقسيبندي اشتوكلين (۱۹۷٤) در پهنه البرز مركزي يا در واقع در پهنه شمالي- مركزي واقع گرديده است. نظرات متفاوتي در مورد توده هاي مافيك و اولترامافيك منطقه ماسوله ارائه گرديد كه بيشتر نظرات تحت تأثير نزديكي اين سنگها با دگرگوني گشت ومجموعه دگرگوني اسالم- شاندرمن بوده، بطوريكه به اعتقاد علوي (۱۹۹۵) اين جزئي از بقاياي تتيس كهن و مجموعه و تكامل تكتونيكي آن مرتبط با زايش اقيانوس تتيس كهن مي باشد. سنگهاي نفوذي مافيك و اولترامافيك به صورت گابرو، آلكالي گابرو، اوليوين گابرو، گابروديوريت، ملاگابرو، كلينوپيروكسنيت و ورليت ميباشد كه درون سنگهاي مجموعه دگرگوني گشت با سنگ شناسي اسليت، فيليت و ميكا شيست تا گنيس و سازندهاي شمشك و شال با سنگ شناسي كربنات، كربنات ماسه اي، شيل و ماسه سنگ نفوذ كرده است. مطالعات زمين شناسي انجام شده در اين منطقه داراي سابقه زياد بوده، اما از جديدترين كارها ميتوان به تهيه نقشه زمين شناسي چهار گوش بندر انزلي و ورقه ماسوله توسط سازمان زمين شناسي و اكتشافات معدني اشاره كرد. مطالعاتي نيز در غالب پايان نامه بر روي توده مافيك-اولترامافيك چپول صورت گرفته. در اين مقاله نيز سعي شده است تا با بررسي روابط صحرايي، مطالعه پتروگرافي و بررسي هاي ژئوشيميايي به ماهيت و موقعيت واقعي اين توده ها در منطقه دست يابيم.

۲- بحث:

توده هاي آذرين اصلي مورد مطالعه، در منطقه ساختاري شال رود بالا- ماسوله داغ- بندي گادوك- تپه هاي فومن از كوهای تالش در سيستم كوههای البرز شمال غربی قرار دارند. وسعت اين منطقه در حدود ۲۷۰ كيلومتر مربع بوده و اكثراً دارای گسترده شمال غربی جنوب هستند كه با ساختارهای اصلی زمين شناسی ناحيه تطابق دارند. در واقع شامل كوههاي منحني شكل در جنوب و جنوب شرقي بالا آمدگي باقروداغ است. حد قابل

مشاهده شرق اين منطقه بر لبه دشت فومن – رشت است و تصور مي شود كه مرز گسلي سيستم فرو افتادگي خزر باشد.
چينه شناسي منطقه مورد مطالعه شامل مجموعه هاي دگرگوني قديمي كوههاي تالش، شيست و گنيس، فيليت، سنگ هاي متا- پسااميت و كوارتزيت مجموعه دگرگوني اسالم- شاندرمن و گشت با سن پركامبرين، گدازه هاي بازيك اپيدوتي شده، رسوبات آهكي تا ماسه اي ولايه هاي آهكي فسيل دار پالئوزوئيك پايييني، واحدهاي آهكي همراه با گدازه هاي آندزيتي و لايه هاي چرتي باسن كربونيفر تا پرمين و گنيس و ميكاشيست هاي دونين مياني، سنگهاي تخريبي(شيل و سيلتستون و كنگلومرا) سازند شمشك، سنگ آهك لار و آهك هاي ماسه اي گلوكونيت دار سازند شال با سن ژوراسيك، سنگهاي كربناته، رسوبات توفي با گدازه هاي آندزيتي و بازالتي كرتاسه بالايي ، سنگهاي رسوبي، نفوذي و آتشفشاني ترشياري مي باشد. سنگهاي مافيك و اولترامافيك منطقه شامل توده مافيك لايه اي زودل ، توده اوليوين گابرويي گشت و توده مافيك و اولترامافيك چپول ميباشد. توده گابرويي لايه اي زودل كه جزو اصلي ترين رخنمونهاي مطالعه شده منطقه ميباشد، شامل چهار بخش مافيك (گابرويي)، بخش لايه اي (گابروي لايه اي)، بخش ملا گابرويي، دايك هاي قطع كننده بوده كه تماماً دچار دگرساني نسبتاً شديد شده اند. بخش لايه اي اين توده نشانگر بخشهاي پايييني يك حجره ماگمايي است كه در اين بخش لايه هاي فلسيك به تدريج به لايه هاي مافيك، تبديل مي شوند (تصوير شماره ١). نكته قابل ذكر در مورد اين بخش، وجود رگه هاي آپليتي نازك و شيره هاي فلسيك تر مي باشد. واحد ملاگابرو تا پيروكسنيتي داراي بلورهاي بسيار درشت پيروكسن است، در حدي كه ميتوان آنها را گابروي پگماتوئيدي دانست (تصوير شماره ٢). دايك هاي متعدد آپليتي با شيب به سمت جنوب غرب و ضخامت ٥٠ تا ١٢٠سانتي متر، توده گابرويي زودل را قطع كرده اند. فرايندهاي بعد از ماگمايي بوده و آلتراسيون شديدي، آهكها و آهكهاي ماسه اي سازند شمشك را در حد رخساره اپيدوت هورنفلس دچار دگرگوني و دگرساني كرده است و كاني سازي از آهن (بصورت اكسيد و هيدروكسيد) بوجود آورده است. توده اوليوين گابروي گشت با دگرساني شديد، بصورت آرژيلي شدن و توليد پاراژنز هاي كم دماتري مانند كلسيت و اپيدوت در آن مشخص مي شود (تصوير شماره ٣). از آنجا كه بخشهاي سطحي تر اين توده دچار دگرساني بيشتري شده است، احتمال دارد عامل اصلي دگرساني از منشاء سوپرژن بوده باشد. در بخش برخوردي اين توده با دگرگونه هاي گشت در اطراف، مي توان تاثير حرارتي آنرا مشاهده نمود كه بصورت تغيير رنگ، بافت و ساخت سنگهاي دگرگونه قابل مشاهده است. گابروي چپول شامل يك سري از سنگهاي مافيك و اولترامافيك ميباشد كه دايكهاي دولريتي و ميكروگابرو آنرا قطع كرده اند. بخشهاي اولترامافيك اين توده، در بررسي هاي صحرايي كاملاً تيره بوده و به نظر تماماً شامل پيروكسن ميباشد. بخش گابرويي اين توده عمدتاً شامل اوليوين گابرو و گابرو ميباشد كه در بخشهايي به ديوريت تبديل ميشود. بخش اولترامافيك آن نيز شامل كلينوپيروكسينيت، اوليوين كلينوپيروكسينيت و ورليت وغيره ميباشد (مليحه حسن زاده، ١٣٧٦).
بخش مافيك توده مافيك زودل درمطالعات ميكروسكوپي شامل گابرو، اليوين گابرو، آلكالي اليوين گابرو، ملاگابرو ملاآلكالي گابرو و گابروديوريت ميباشد. بافت اين سنگها، گرانولار،

اينترگرانولار، پورفيريتيك، پوئي كليتيك، ساب افتيك و افتيك (تصوير شماره ٦، ١٠ و ١١) ميباشد. كانيهاي اصلي آنها شامل كلينوپيروكسن هاي بي شكل تا شكل دار و عمدتاً از نوع اوژيت و تيتان اوژيت، اليوين هاي دانه ريز و بي شكل تا نيمه شكلدار، و نهايتاً پلاژيوكلاز بصورت بلورهاي ستوني و منشوري چوبك مانند، با تركيب آندزين تا لابرادوريت و حتي سديك تر ميباشد. پلاژيوكلازها كه از ١٥ تا ٨٠ درصد حجم سنگ را در بر ميگيرند، تحت تأثير دگرساني و دگرگوني به كانيهاي سريسيت- مسكويت، اپيدوت (زوئيزيت و كلينوزوئيزيت)، پرهنيت، آلبيت، كربنات و ساير كانيهاي رسي ريز بلور تجزيه شده است(تصوير شماره ٧ و ٨). كلينوپيروكسن ها، ٢٠ تا ٧٠ درصد حجم سنگ را تشكيل داده و با كانيهاي ثانويه اي مانند ترموليت- اكتينوليت، بيوتيت، كلريت- سرپانتين و كانيهاي اپك (منيتيت، هماتيت و به ميزان جزئي پيريت) به شدت درگير ميباشند. در ضمن كوارتز بصورت سيليس آزاد شده همراه با كاني هاي فيلوسيليكاته و كلريت بين رشته هاي بيوتيت تجزيه شده ديده مي شوند. انواع تيتان دار داراي رنگ بنفش تا قرمز- بنفش و در بعضي قسمتها، بلورهاي اوژيت اسپيليتي شده اند. كانيهاي اوليوين كه از كمتر از ١٠ در صد تا ٣٠ درصد در سنگ موجود هستند، عمدتاً داراي رگچه و شكستگي هاي پر شده از كاني هاي اپك مي باشد. در حاشيه و گاهي در ميان شكستگي هاي آن تجزيه به بيوتيت- كلريت- سرپانتين و اپك نيز ديده مي شود. شدت دگرساني در اين كاني در حدي است كه در برخي از آنها، تنها قالبي از اوليوين اوليه بر جا مانده است. از جمله كانيهاي فرعي اين نمونه ها ميتوان به بلورهاي لوكوكسن- اسفن ، اسفن و همچنين آپاتيت اشاره كرد(تصوير شماره ٩). خصوصيات كاني شناسي بخش لايه اي اين توده مشابه بخش مافيك بوده، با اين تفاوت كه هورنبلاندهاي قهوه اي، يكي از كاني هاي فرعي اصلي آن ميباشد. اين كاني ها كه جزو كانيهاي حرارت بالا مي باشند و رنگ قهوه اي آنها به علت وجود آهن و تيتان بالا در آنها و همچنين حرارت بالاي تشكيل آنها مي باشد (تصوير شماره ٥). اوليوين در اين بخش از توده كمتر يافت ميشود و در مقابل بلورهاي شعاعي و موزائيكي شكل و يا رگه هاي پرهنيت از گسترش بيشتري برخوردار است. نمونه هاي بخش ملا گابرويي اين توده شامل اوليوين گابرو، ملاگابرو و پيروكسينيت ميباشند. از نكات قابل ذكر در سنگهاي اين بخش از توده ميتوان به بافت كومولیتي بيشتر و وجود آثار خرد شدگي شديد در بافت بلوري در آن اشاره كرد، كه اين آثار خردشدگي مي تواند به علت فشارهاي حاكم بر توده در حين فعاليتهاي بعد از جايگزيني باشد. دايك هاي قطع كننده اين توده ها شامل ميكرومونزوديوريت، ميكرو مونزوديوريت پورفيريتيك، مونزونيت تا مونزوديوريت پيروكسن و آمفيبول دار و آلكالي گابرو ميباشند. كانيهاي اصلي اين دايك ها شامل كوارتز، فلدسپات آلكالن، پلاژيوكلاز (اليگوكلاز تا آندزين) و كلينوپيروكسن (اوژيت يا اوژيت اژريني) و اورتوپيروكسن و اوليوين ميباشند. اين دايكها احتمالاً قسمتي از ماگماي تفريق يافته مرتبط با ماگماي اصلي مي باشند. كانيهاي تجزيه اي در سنگهاي مافيك توده گابرويي زودل نشانگر حدوث يك فرايند شيميايي- گرمايي در مراحل آخرين سرد شدگي توده نفوذي ميباشد كه به اين فرايند هاي فرايندهاي بعد از فعاليت ماگمايي (Post Magmatic) ميگويند. اين مرحله كه با تأثير سيالات پرحرارت و آبدار ظهور ميابد، باعث تجزيه بسياري از كانيها شده و در واقع سنگ را دچار يك اتومتاسوماتيسم يا دگرگوني استاتيك ميكند. وجود كانيهاي ثانويهاي مانند سريسيت-

مسكويت، پرهنيت، ساير كانيهاي رسي، كلريت- سرپانتين، بيوتيت و ترموليت- اكتينوليت بيانگر اين است كه اين سنگ در حد رخساره زير شيست سبز و شيست سبز دگرگون شده است. نمونه هاي برداشت شده از توده مافيك و اولترامافيك چپول شامل اوليوين كلينوپيروكسينيت و يك نمونه دايك قطع كننده اين توده با تركيب سنگ شناسي مونزوگابروپورفيريتيك ميباشد(تصوير شماره ٤). كانيهاي اصلي اوليوين كلينوپيروكسينيت ها، شامل پلاژيوكلازهايي كه فضاي بين بلورهاي كلينوپيروكسن و اوليوين را پر كرده اند و كمي به كانيهاي ثانويه مانند كانيهاي رسي، پرهنيت و كربنات تجزيه شده اند (حدود ٨ درصد حجمي سنگ)، كلينوپيروكسن هاي با تركيب اوژيت (حدود ٥٠ درصد حجمي سنگ)، اورتوپيروكسن هايي كه داراي رگه هاي پر شده از كربنات و بوده و كمي دچار ترك خوردگي و شكستگي (حدود ٧ درصد حجمي سنگ) و اوليوين هاي با رگه و رگچه هاي شديداً پر شده از كانيهاي اپك و كلريت- سرپانتين (حدود ٣٥ درصد حجمي سنگ)، ميباشند. از كانيهاي اپك مشاهده شده در اين نمونه ها ميتوان به مگنتيت، كالكوپيريت، پيريت و هماتيت اشاره كرد. بافت معمول اين دسته از سنگها، گرانولار، اينترگرانولار، افيتيك، ساب افيتيك ميباشند. در مطالعه پتروگرافي، اوليوين گابروي گشت آلكالي ملااوليوين گابرو نامگذاري شد. بافت ميكوسكوپي در اين سنگ گرانولار درشت بلور، افيتيك، ساب افيتيك، پوئي كليتيك، اينترگرانولار بوده و كاني هاي اصلي آن شامل پلاژيوكلاز هاي كلسيك، با تركيب عمده بيتونيت- لابرادوريت، كه در حدود ٤٠ درصد حجم كانيهاي اصلي تشكيل ميدهد و دگرشكلي شكننده اي از خود نشان مي دهند كه احتمالاً در اثر فشارهاي حين جايگزيني توده بوجود آمده اند، كلينوپيروكسن هاي بيوتيتي و آمفيبولي شده در اثر دگرساني، كه حدود ٣٥ درصد حجم كانيهاي اصلي را به خود اختصاص داده است، اورتوپيروكسن هايي كه كمتراز ٥ درصد كاني هاي اصلي سنگ را به خود اختصاص داده اند و داراي شكستگي هاي ريز و گاهي رخ هاي منظم بوده، و در نهايت اوليوين هايي كه در حدود ٢٥ درصد حجم سنگ را به خود اختصاص داده اند و به نظر مي رسد بطور تاخيري متبلور شده است، بطوريكه گاهي پلاژيوكلازها در آن نفوذ كرده و بافت افيتيك و ساب افتيك را به نمايش مي گذارند، ميباشد.

با توجه به اينكه سنگهاي منطقه تحت تأثير دگرگوني و دگرساني قرار گرفته، در طبقه بندي شيميايي آنها برخي محدوديتها وجود دارد. بدين منظور بهترين نمودار، نمودار كاتيوني De La Roch**)** $R_1 - R_2$ و همكاران ١٩٨٠) ميباشد كه در اين طبقه بندي كل عناصر اصلي سنگ مورد استفاده قرار ميگيرد(تصوير شماره ١٢). اين طبقه بندي براي سنگهاي آتشفشاني و نفوذي ارائه شده است كه بر اساس مقتدير كاتيوني است و بصورت ميلي كاتيون بيان ميشود.اين نمودار براي سنگهاي نفوذي مناسب تر است. پارامترهاي اين نمودار شامل موارد زير ميباشد:

$$R_1 = (4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)) \quad \text{و} \quad R_2 = (Al+2Mg+6Ca)$$

همانطور كه مشاهده ميشود اغلب نمونه ها در محدوده گابرو، اوليوين گابرو، آلكالي گابرو و گابرو نوريت قرار دارند و دايك قطع كننده توده ها نيز در محدوده مونزوگابرو قرار ميگيرد كه مطابق با بررسي هاي پتروگرافي ميباشد(تصوير شماره ١٢). هر چند نمودار Nb/Y در برابر Zr/TiO_2 *0.0001 (Winchester &Floyd, 1977) براي سنگهاي خروجي پايه ريزي

شدهاست، اما چون براساس عناصر نادر غيرمتحرك ميباشد و اين عناصر كمتر تحت تأثير فرايندهاي ثانويه در تشكيل ماگما قرار ميگيرند، تا حدودي ميتوان بر آن تكيه كرد(تصوير شماره ١٣). نمونهها كه با دايره هاي قرمز به نمايش در آمده اند، در محدوده آندزي بازالت تا آندزيت، آلكالي بازالت، بازالت ساب آلكالن قرار ميگيرند كه معادل درونـي آنها گابرو ديوريت تا ديوريت، آلكالي گابرو و گابروي ساب آلكالن هستند. قرار گرفتن بيشتر سنگهاي مافيك – اولترامافيك در مناطق فوق الذكر مي‌تواند به دو علت باشد. يكي كاهش نسبت Nb/Y و افزايش نسبتZr/TiO_2 . كمبود Nb و كاهش نسبت عنصر مزبور در برابر Y ممكن است به علت منشاء گرفتن سنگها از گوشتة تهي شده باشد. همچنين افزايش نسبت Zr/TiO_2 مي‌تواند ناشي از كمبود TiO_2 در سنگهاي اولترامافيك به علت بالا بودن فوگاسيتة اكسيژن در ماگما و در نتيجه خروج عنصر Ti بصورت اكسيد آهن و تيتان به حالت اختلاط ناپذير از مايع ماگمايي سيليكاته دانست. البته عنصر Nb در فرايند اخير نيز ميتواند به همراه Ti از سنگهاي اولترامافيك جدا شود و كاهش نسبت Nb/Y را باعث شود. از اينرو به نظر ميرسد كه علت اين تمايل به دليل منشاء گرفتن ماگماي اوليه از گوشته تهي شده باشد. نمودار دوگانه Y/Nb در برابر Zr/Nb (تصوير شماره ١٥). اين مطلب را تأييد ميكند. نمودار Pearce and Gall (1977) بر اساس Zr/Y در برابرTi/Y موقعيت تشكيل سنگها را از لحاظ ژئوديناميكي بيشتر نشان ميدهد (تصوير شماره ١۴). اما نكته قابل ذكر در اينجا اين است كه از اينرو سنگها كه در مطالعات پتروگرافي داراي خصوصيات و شواهد كاني شناسي آلكالي بودند، در اين نمودارها در محدوده ساب آلكالن قرار ميگيرند. با توجه به عدم تشخيص كانيهاي شاخص براي سنگهايي كه در سريهاي تولئيتي قرار ميگيرند(مانند ارتوپيروكسن) در مطالعات ميكروسكوپي، و همچنين وجود دگرساني و دگرگوني اغلب سنگهاي مافيك منطقه در حد رخساره پرهنيت – پومپله ايت و تشكيل كانيهاي ثانويه در اين سنگها، ميتوان روند تولئيتي نمونه ها را در نمودار مثلثيAFM (Kuno 1968) ناشي از همين دگرساني و خروج Na_2O وK_2O از كانيهايي مانند پلاژيوكلاز و تشكيل كانيهاي پرهنيت – پومپله ايت و سريسيت – مسكويت، ترمولیت - اكتينوليت دانست (تصوير شماره ١٦). در واقع اين روند چندان قابل اعتماد نبوده و تحت تأثير فرايندهاي ثانويه اي كه ذكر آن رفت بوجود آمده است. كاهش شيب درنمودار MgO-DI و افزايش شيب در نمودار $DI-Al_2O_3$ در نمودارهاي تغييرات شيميايي (نمودارهاي هاركر)، نمايش دهنده تبلور تفريقي سنگهاي منطقه در يك اتاق ماگمايي ميباشد(تصوير شماره ١٧، ١٨،٢٠، ٢١). در واقع سنگهاي اولترا مافيك كه حاوي بلورهاي اوليوين و پيروكسن فراوان مي‌باشند، مقدار زيادي MgO را از مايع مذاب جذب كرده‌اند و شيب تند كاهشي Mg در برابر DI در آغاز تفريق مي‌تواند، در مقابل افزايش مقادير اكسيدهايي مانند Al_2O_3 وK_2O وNa_2O در مذاب باقيمانده، باعث افزايش شيب اين عناصر در ديگرام ميشود. ا در سنگهاي اوليوين گابرو و گابرو و براي عناصري مانند MnO, Fe_2O_3 و FeO پراكندگيهايي مشاهده كه ميتوان آنرا ناشي از حضور مگاكريست هاي پيروكسن فراوان كه در زمينه دانه متوسط اوليوين، پلاژيوكلاز و پيروكسن قرار ميگيرند دانست. همچنين علت اين پراكندگيها ميتواند ناشي از پرشدگي رگه ها بطور ثانويه توسط كانيهاي فلسيك و سيليسي باشد. تشابه چنين روندي براي سنگهاي بيروني البرز مركزي و آذرين دروني منطقه سرو به سن كرتاسه، نشانگر وابستگي و نزديكي محيط و شرايط

تشكيل آنها ميباشد(تصوير شماره ۱۷، ۱۸،۲۰، ۲۱). در مقابل با مقايسه روند قرار ميزان عناصر كم تحرك موجود در سنگهاي منطقه و متابازيت هاي مجموعه دگرگونه اسالم – شاندرمن و مجموعه گشت، هيچ ارتباطي بين اين دو دسته سنگ ديده نمي شود(تصوير شماره ۲۲). در مورد خاستگاه تكتونيكي سنگهاي منطقه ميتوان از نمودار Y/Nb در برابر Zr/Nb كه بر اساس عناصر كم تحرك ميباشد، كمك گرفت. اين نمودار نشاندهنده منشاء تهي شده براي سنگهاي منطقه ميباشد. در نموداري مشابه (Pearce and Gall, 1977)، سنگهاي منطقه در يك محيط حاشيه قارهاي قرار ميگيرند تا در يك محيط درون قاره اي. در نمودار عنكبوتي كه نسبت به P-MORB سنجيده شده است، ميتوان تطابق قابل قبولي بين ميانگين تركيب شيميايي سنگهاي منطقه با ميانگين تركيب شيميايي سنگهاي خروجي البرز مركزي يافت، كه اين تطابق نيز مؤيد همبستگي بين اين سنگها از لحاظ محيط تشكيل است (تصوير شماره ۱۹).

نتيجه گيري:

نفوذ سنگهاي مافيك و اولترامافيك ماسوله درون سازندهاي رسوبي مربوط به محيطهاي دريايي كم عمق يا باتلاقي (شمشك و شال) و عدم وجود قطعاتي از اين سنگها در بخشهاي كنگلومرايي همين سازند ها، نشانگر جوان بودن اين سنگها نسبت به سازندهاي اطراف ميباشد. اين سنگها كه داراي خصوصيات كاني شناسي سنگهاي آلكالن ميباشند، در اثر فعاليتها و فازهاي سيالي و آبدار بعد از ماگمايي تحت تاثير دگرساني و دگرگوني قرار گرفته اند و به علت فعل انفعالات شيميايي، بخصوص درمورد عناصر پرتحرك (آلكالن)، در نمودارهاي ژئوشيميايي جزو سري ماگمايي تولئيتي گرفته اند، در حاليكه اين امر غير واقعي بوده و آنها در واقع آلكالن ميباشند. با مقايسه ژئوشيمي عناصر كم تحرك اين سنگها با ساير سنگها در البرز به اين نتيجه ميرسيم كه اين توده هاي مافيك و اولترامافيك، حجره هاي تغذيه كننده سنگهاي خروجي البرز در زمان كرتاسه ميباشند كه از يك منشاء تهي شده بوجود آمده و در يك محيط كم عمق دريايي نفوذ كرده اند. در واقع ميتوان اين توده ها را در ميان شكستگيهاي هورستي و بازشدگي هاي يك پوسته اقيانوسي در بخشهاي نزديك به قاره (حاشيه قاره) در زمان كرتاسه تصور نمود كه در اثر چرخش آبهاي فرو رو و سيالات خود ماگما، اين سنگها دچار دگرگوني درجا شده اند. اين بازشدگي در زمان كرتاسه بالايي و حتي اوايل سنوزوئيك رخ داده و مجموعهه سنگهاي آذرين دروني و بيروني فراواني در پهنه البرز بوجود آورده است.

منابع:

مهدي علوي (۱۳۷۴). تكتونيك ايران

شرح نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله (۱۳۸۱). تهيه شده در سازمان زمين شناسي و اكتشافات معدني كشور

مصطفي زاهدي تتيس (۱۳۷۲).فصلنامه علوم زمين، سال دوم، پاييز ۷۲، شماره ۹، صص ۲۸ -۳۲

اژدري، كيوان (۱۳۷۹). پترولوژي سنگهاي مافيك و اولترامافيك مجموعه غازان واقع در چهارگوش سرو، پايان نامه كارشناسي ارشد، پژوهشكده علوم زمين سازمان زمين شناسي
آقازاده، مهراج (۱۳۸۱). بررسي پترولوژي سنگهاي آذرين كرتاسه ناحيه چالوس – مرزن آباد (البرز مركزي)، پايان نامه كارشناسي ارشد، پژوهشكده علوم زمين سازمان زمين شناسي
حسن زاده استخربيجاري، مليحه (۱۳۷۶). بررسي پترولوژي سنگهاي مافيك و اولترامافيك ماسوله، پايان نامه كارشناسي ارشد، پژوهشكده علوم، دانشگاه شهيد بهشتي

References:

Hugh Rollinson, (2002). Using Geochemical Data: evaluation, presentation, interpretation
James S. Beard, Paul D. Fullagar, A. Krisha Sinha, (2002). Gabbroic Pegmatite Intrusions, Iberia Abyssal Plain,ODP leg173, Site 1070:Magmatism during a transition from Non-volcanic Rifting to Sea-floor Spreading. Journal of petrology, Vol. 43, No. 5, pp. 885-905
Shah Vali Faryad, Peter horvath, Jan Spisiak, Dusan hovorka, (2005). Petrological and Geochemical feature of the Meliatea mafic rocks from the sutured Triassic oceanic basin western Carpathians. ofioliti, Vol. 3, No. 1 pp. 27- 35
Bandar Pahlavi Quadrangle map 1: 250000 (1975), Geological survey of Iran

نام نويسندگان:

۱- عبداله كوثري
مدرك: دانشجوي كارشناسي ارشد پترولوژي
محل كار: پژوهشكده علوم زمين سازمان زمين شناسي و اكتشافات معدني كشور
آدرس: پژوهشكده علوم زمين سازمان زمين شناسي و اكتشافات معدني كشور
شماره تماس: ۰۲۱-۶۴۵۹۲۴۲۷/ ۰۹۳۲۹۱۴۵۷۴۰

۲- محمد هاشم امامي
مدرك: دكتري پترولوژي
محل كار: زمين سازمان زمين شناسي و اكتشافات معدني كشور
آدرس: زمين سازمان زمين شناسي و اكتشافات معدني كشور
شماره تماس: ۰۹۱۱۲۶۹۸۲۷۰

Pic 1: لايه بندي ريتميك در بخش لايه اي توده گابرويي زودل

Pic 2: واحد ملاگابرو تا پيروكسنيتي توده گابرويي زودل (گابروي پگماتوئيدي)

Pic 3: نماي عمومي توده اوليوين گابروي گشت با دگرساني شديد

Pic 4: مقطع ميكروسكوپي از اوليوين كلينوپيروكسينيت مربوط به توده مافيك و اولترامافيك چپول

Pic 5: مقطع ميكروسكوپي از گابروي هرنبلاند دار، از بخش لايه اي توده گابرويي زودل

Pic 6: بافت افتيك در مقاطع ميكروسكوپي گابروهاي منطقه

Pic 7: كاني پرهنيت در ميان پلاژيوكلازهاي سريسيتي شده حاصل دگرساني و دگرگوني درجا

Pic 8: كاني پرهنيت شده در ميانن فضاي بين بلورهاي پاژيوكلاز حاصل دگرساني و دگرگوني درجا

Pic 9 كاني اسفن شكلدار در كنار كاني اپك

Pic 10: بافت ساب افتيك و افتيك در مقاطع ميكروسكوپي گابروهاي منطقه

Pic 11: بافت افتيك در مقاطع ميكروسكوپي گابروهاي منطقه

Pic 12: نمودار Nb/Y در برابر0.0001* Zr/TiO_2 (Winchester &Floyd, 1977) نمايشدهنده طبقه بندي شيميايي سنگهاي منطقه

Pic 13: نمودار (Winchester &Floyd, 1977) نمايشدهنده طبقه بندي شيميايي سنگهاي منطقه. علامت مربع شامل سنگهاي خروجي البرز مركزي، علامت مثلث شامل سنگهاي مافيك اولترامافيك سرو و علامت دايره شامل سنگهاي مافيك اولترامافيك منطقه ماسوله ميباشد.

Pic 14: نمودار (1977) Pearce and Gall بر اساس Nb/Y در برابرTi/Y نمايشدهنده موقعيت ژئوديناميكي تشكيل سنگها

Pic 15: نمودار دوگانه Y/Nb در برابر Zr/Nb نمايشدهنده منشاء ماگماي اوليه سنگهاي منطقه

Pic 16: نمودار مثلثيAFM (Kuno, 1968) نمايشدهنده روند تولئيتي غير حقيقي سنگهاي منطقه

Pic 17: نمودارهاي تغييرات شيميايي نمايش دهنده تبلور تفريقي سنگهاي منطقه و ارتباط ژئوشيميايي با سنگهاي هم ارز در سرو ($DI\text{-}Al_2O_3$). علامت مثلث شامل سنگهاي مافيك اولترامافيك سرو و علامت دايره شامل سنگهاي مافيك اولترامافيك منطقه ماسوله ميباشد.

Pic 18: نمودارهاي تغييرات شيميايي نمايش دهنده تبلور تفريقي سنگهاي منطقه و ارتباط ژئوشيميايي با سنگهاي هم ارز در سرو (MgO-DI). علامت مثلث شامل سنگهاي مافيك اولترامافيك سرو و علامت دايره شامل سنگهاي مافيك اولترامافيك منطقه ماسوله ميباشد.

Pic 19: مقايسه ميانگين تركيب شيميايي عناصر كمياب سنگهاي منطقه با ميانگين تركيب شيميايي سنگهاي خروجي البرز مركزي در نمودار عنكبوتي. علامت مربع (قرمز) شامل سنگهاي خروجي البرز مركزي و علامت مثلث (زرد) سنگهاي مافيك اولترامافيك منطقه ماسوله ميباشد.

Pic 20: نمودارهاي تغييرات شيميايي نمايش دهنده تبلور تفريقي سنگهاي منطقه و ارتباط ژئوشيميايي با سنگهاي هم ارز در البرز مركزي (DI- MgO). علامت مربع و دايره توخالي شامل سنگهاي خروجي البرز مركزي، و علامت دايره تو پرشامل سنگهاي مافيك اولترامافيك منطقه ماسوله ميباشد.

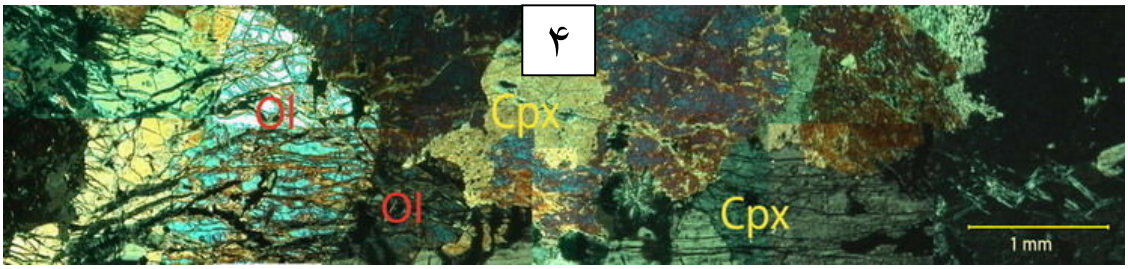
Pic 21: نمودارهاي تغييرات شيميايي نمايش دهنده تبلور تفريقي سنگهاي منطقه و ارتباط ژئوشيميايي با سنگهاي هم ارز در البرز مركزي ($DI\text{-}Al_2O_3$). علامت مربع و دايره توخالي شامل سنگهاي خروجي البرز مركزي، و علامت دايره تو پرشامل سنگهاي مافيك اولترامافيك منطقه ماسوله ميباشد.

Pic 22: نمودارZr در برابرNb نمايش دهنده ارتباط ژئوشيميايي با متابازيت هاي مجموعه دگرگونه اسالم- شاندرمن و گشت ماسوله. علامت مثلث شامل متابازيت ها ميباشد.

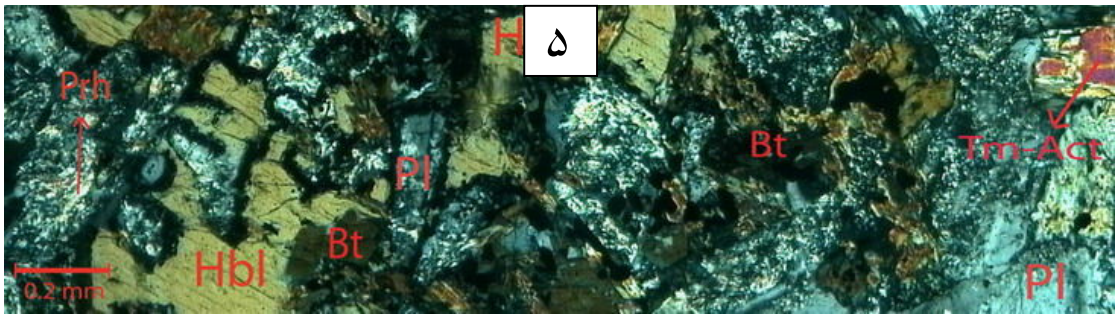
۱

۲

۴

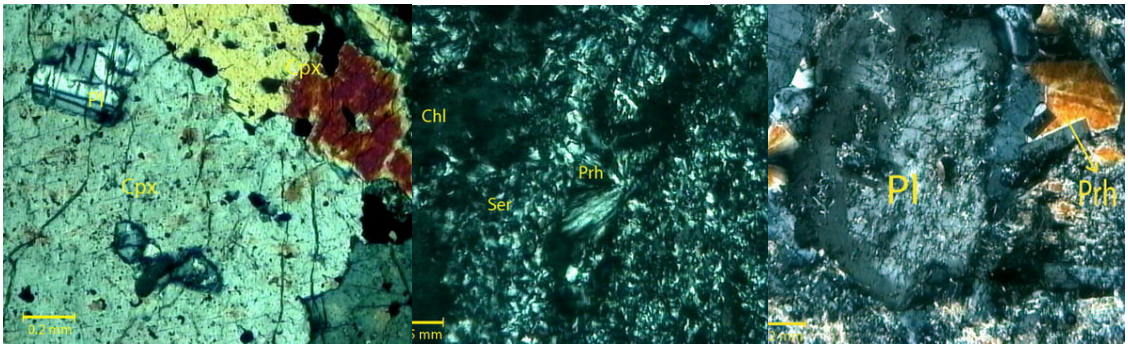


۵



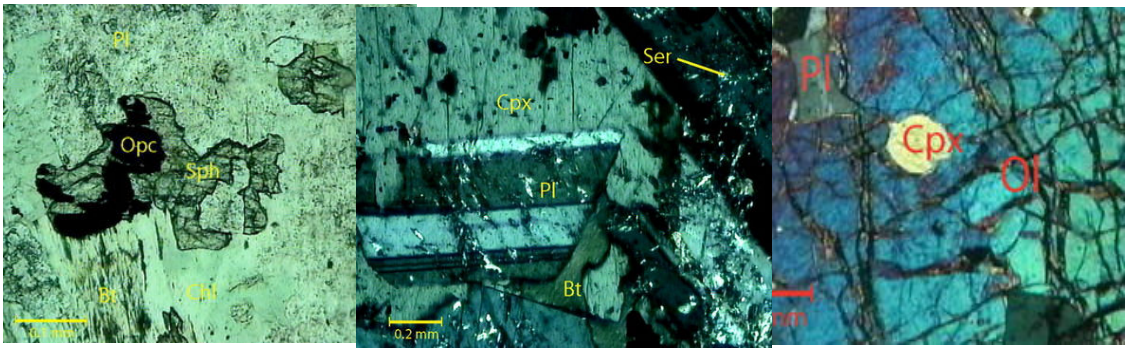
٦

٧

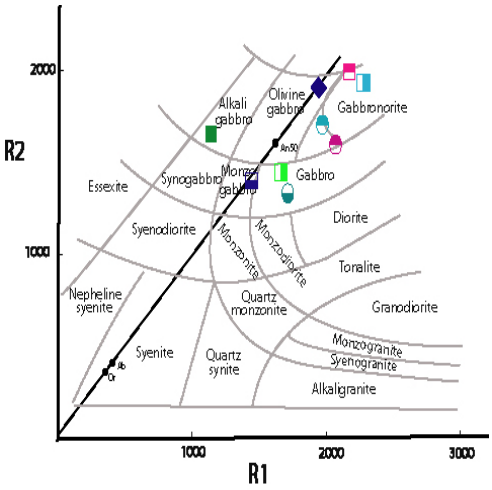

Pl
Cpx
Cpx
Chl
Prh
Ser
Pl
Prh

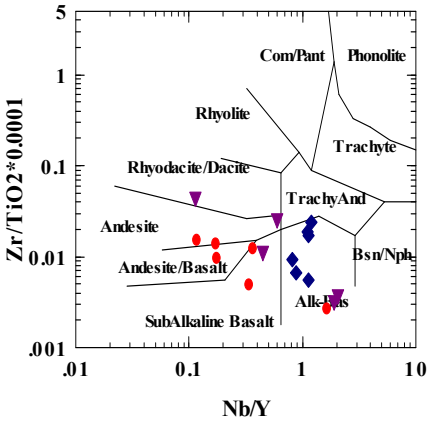
٩

١٠


Pl
Opc
Sph
Bt
Chl
Ser
Cpx
Pl
Bt
0,2 mm
Pl
Cpx
Ol

١٢

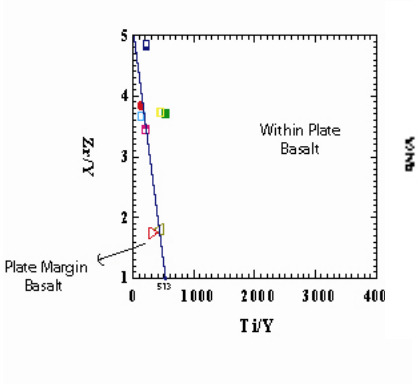

R2
R1
2000
1000
1000
2000
3000
Alkali gabbro
Olivine gabbro
Gabbronorite
Essexite
Synogabbro
Monzo gabbro
Gabbro
Syenodiorite
Monzonite
Monzodiorite
Diorite
Nepheline syenite
Quartz monzonite
Toralite
Granodiorite
Syenite
Quartz synite
Monzogranite
Syenogranite
Alkalgranite

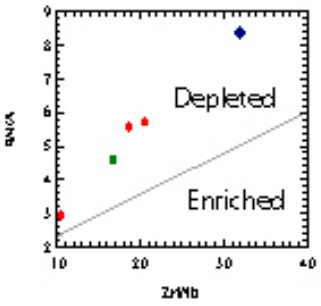

Zr/TiO2*0.0001
Nb/Y
5
1
0.1
0.01
.001
.01
0.1
1
10
Com/Pant
Phonolite
Rhyolite
Trachyte
Rhyodacite/Dacite
TrachyAnd
Andesite
Andesite/Basalt
Bsn/Nph
Alk-Bas
SubAlkaline Basalt

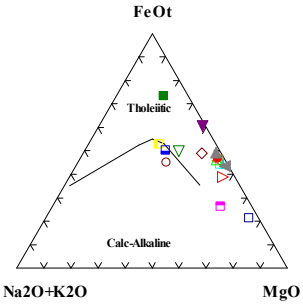
١٤

١٥

١٦

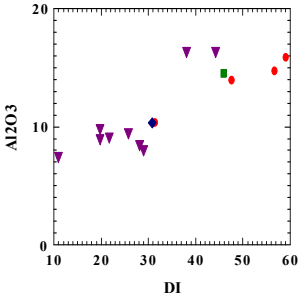

Within Plate Basalt
Plate Margin Basalt
Ti/Y
1000
2000
3000

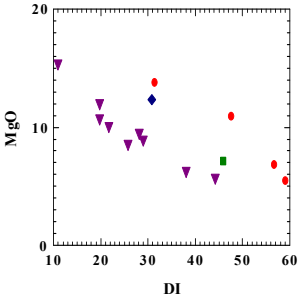

Depleted
Enriched

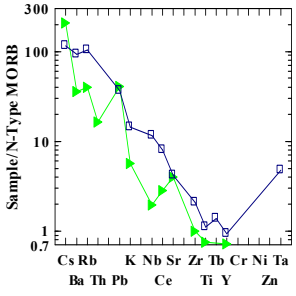

FeOt
Tholeiitic
Calc-Alkaline
Na2O+K2O
MgO

١٧

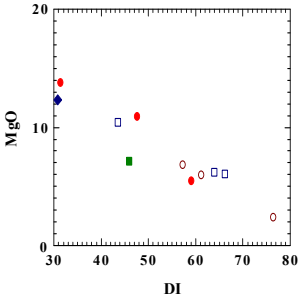
١٨


Al2O3
DI
10
20
30
40
50
60
0
10
20

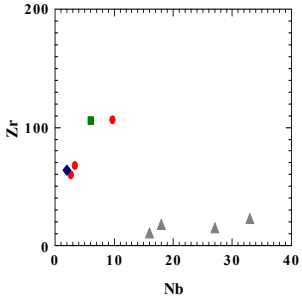

MgO
DI
10
20
30
40
50
60
0
10
20

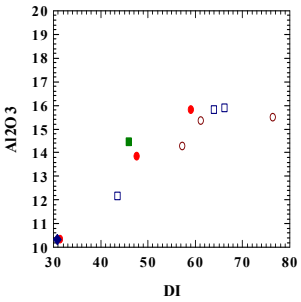

Sample/N-Type MORB
300
100
10
1
0.7
Cs Rb
Ba Th Pb
K Nb Sr
Ce
Zr Tb Cr Ni Ta
Ti Y
Zn

٢٠


MgO
DI
0
10
20
30
40
50
60
70
80

٢١


Zr
Nb
0
100
200
0
10
20
30
40


Al2O3
DI
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
30
40
50
60
70
80

٢٢