

بررسی کانی شناسی، سنگ شناسی و تعیین اختصاصات ژئوشیمیائی سنگهای آتشفسانی

(شمال پرنده و زرند ساوه)

نوشه :

علی اصغر - حسنی پاک

مربی گروه معدن دانشکده فنی

چکیده :

منطقه مورد مطالعه قسمتی از تشكیلات آتشفسانی ائوسن (Soder ۱۹۰۹) میباشد که در شمال پرنده و زرند ساوه واقع شده است. نوع سنگهای این منطقه شامل ریولیت‌ها، داسیت، ریود اسیت، تراکی آندزیت، آندزیت و فولیت می‌باشد که البته گسترش ریولیت و آندزیت بیشتر است. برای نامگذاری این سنگها از روش ریتمن (Rittmann ۱۹۶۳) استفاده شده است و بدین منظور ده نمونه از سنگهای ائوسن گسترش بیشتری داشته‌اند مورد تجزیه شیمیائی قرار گرفته و نتایج حاصل از آنها در جداول متن مقاله آورده شده است. باستانی توده ۳۹ که تحت اشباع بوده و از سری مدیترانه‌ای است بقیه از نوع اشباعی بوده و از سری پاسیفیکی میباشد.

I — موقعیت : منطقه مورد مطالعه قسمتی از تشكیلات ولکانیکی ائوسن (Soder ۱۹۰۹) میباشد که در شمال پرنده و زرند ساوه واقع شده است، موقعیت جغرافیائی آن بصورت زیر است.

عرض	۳۵°	۲۳'	شمالي
طول	۵۱°	۳۵'	شرقي

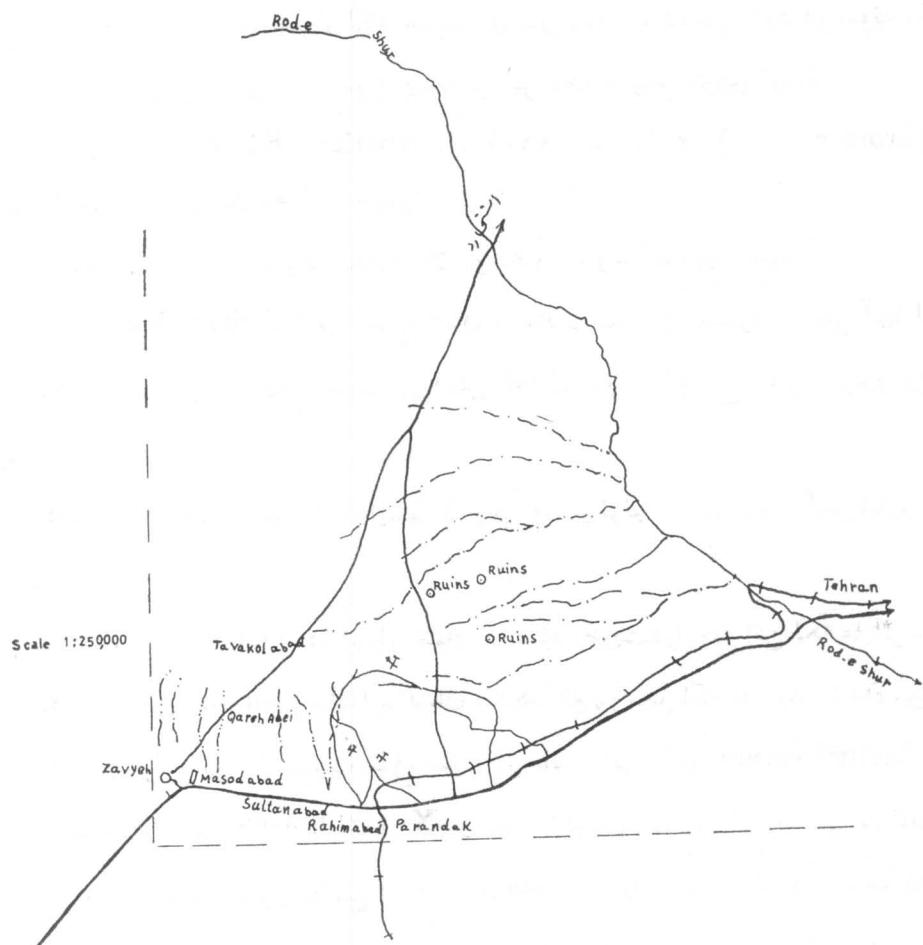
محل و موقعیت آن روی نقشه ۱ و ۲ مشخص شده است.

II — ساختمان سنگها

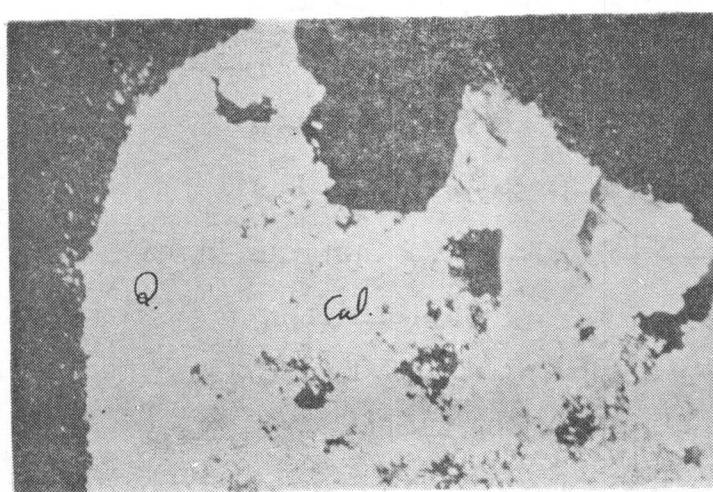
الف - بررسی ماکروسکوپی

از نظر ساختمان این سنگها در مقیاس روی زمین باید انواع ورقه‌ای، جریانی را ذکر کرد که بسیار دیده میشود. از نظر ماکروسکوپی ساختمانهای نظیر ساختمان حفره‌ای (توده ۱)، لکه خورشیدی،

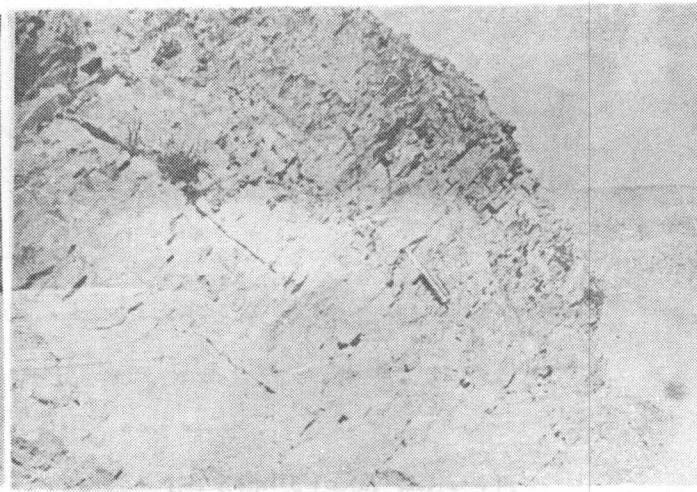
برشی (توده ۲۷ و ۲۹)، شیشه‌ای (توده ۲۹)، بیشتر دیله میشوند.



ساختمان نوع حفره‌ای بخصوص در توده ۲۹ فراوان است این حفرات اغلب بواسیله کانیهای ثانوی- مسن دار که بیشتر آزوریت و مالاکیت میباشند مفروش میباشد. کانیهای مسن دار بیشتر در امتداد گسلها دیله میشود.



ساختمان حفره‌ای (L.P.) ۲۰x



ساختمان ورقه‌ای

بافت نوع شیشه‌ای زیاد دیده میشود، حتی در بعضی نمونه‌ها سنگ کاملاً آفتیک است که مؤید سرد شدن سریع گدازه میباشد. ساختمان لکه خورشیدی در توده . ۲ دیده میشود در نمونه ماکروسکپی ابعاد این لکه‌ها تا چند میلی‌متر میرسد در مورد پیدایش این لکه‌ها چند تئوری توسط : (Brousse ۱۹۵۸) و (Ernst ۱۹۶۰) (Sabatier – Kieffer)

داده شده است که در زیر بطور خلاصه ذکر میشود

۱- این لکه‌ها ممکن است براثر تجزیه پلازیوکلازها در سنگ ایجاد شود.

۲- کیفیت (Devitrification) خارج شدن از حالت شیشه‌ای مسئول ساختن آنها است.

۳- ممکن است تجزیه کانیها سبب پیدایش اوپال شود و اجتماع کانی مزبور این لکه‌ها به وجود آورد.

۴- گاهی ممکن است مرکز آنالیسم (نوعی فلدوپاتوئید) در مرحله آخر تبلور تولید چنین

لکه‌هایی را پنمايد.

در سال ۱۹۵۸ G.Kiffer در ایتالیا نشان داد که رطوبت در ایجاد این لکه‌ها اثر مهمی دارد.

مطالعه میکروسکپی که روی نمونه انجام داده ایم نشان میدهد که در محل لکه‌ها متبلور شدن مواد شیشه‌ای انجام گرفته است. بنابراین میتوان کیفیت خارج شدن از حالت شیشه‌ای (Devitrification) را در اینجا مسئول تشکیل لکه‌ها دانست مطالعه با اشعه X وجود ارزیلها را در این لکه‌ها نفی میکند.

ب - بررسی بافت‌های میکروسکپی : بافت مشاهده شده در این سنگها نشان میدهد که اغلب ریز

متبلور بوده و حاکی از سرعت زیاد تبلور در آنها میباشد انواعی که بیشتر دیده شده است عبارتند از :

۱- میکرولیتیک پورفیریک (Microlitic Porphric) که بیشتر از بافت‌های دیگر دیده میشود و

معرف وجود دو مرحله تبلور مگما است.

مرحله اول : با درجه حرارت بالا ، گدازه سیال ، ویسکوزیته کم و همراه با پایدار بودن -

شرایط تبلور.

موحله دوم : که در آن درجه حرارت پائین و ویسکوزیته بالا میباشد.

نتیجه مرحله اول بلورهای درشت پورفیریک و مرحله دوم تشکیل کانی با بافت میکرولیتی میباشد.

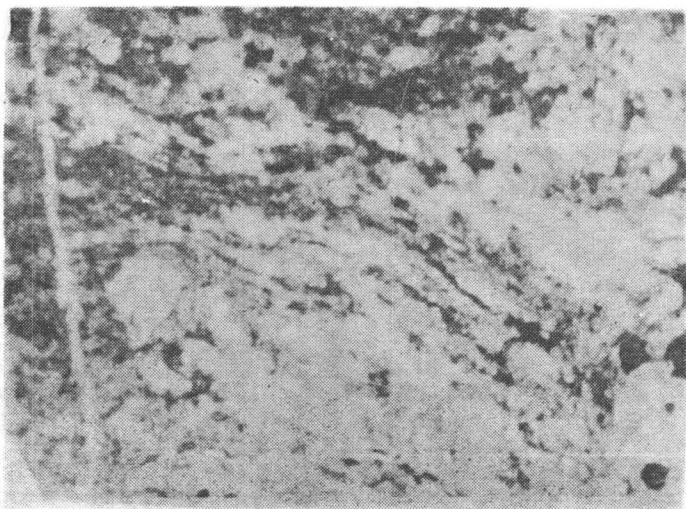
این بافت شامل انواع همی کریستالین و هلو کریستالین است.

۲- بافت شیشه‌ای این نوع بافت که معمولاً معرف سرعت زیاد سرد شدن و نبود زمان لازم جهت

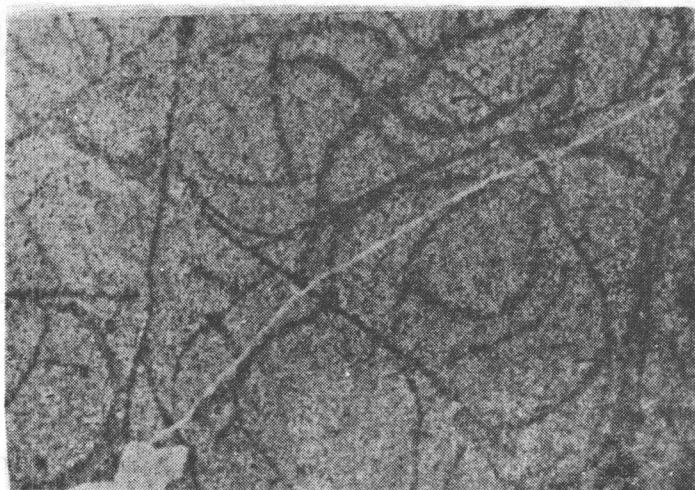
منظم قرار گرفتن مولکولها میباشد ، نسبتاً فراوان بوده و شامل انواع پرلیتی ، روکرایستالیزه ، جریانی میباشد.

در عکس شماره ۱ و ۲ پرتبیب بافت شیشه‌ای پرلیتی و جریانی دیده میشود.

۳- بافت تراکیتی ، که در آن میکرولیتها در یک جهت قرار گرفته اند (عکس شماره ۳).



عکس شماره یک (L.N.)

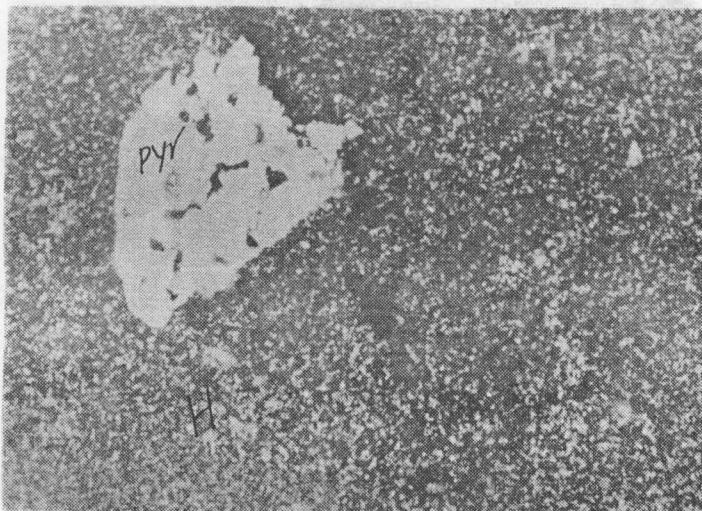


عکس شماره ۲ (L.P.)



عکس شماره ۳ (L.P.)

۴- بافت هیالوپور فیریک که در آن بلورهای درشت در متنی از شیشه قرار گرفته‌اند. (عکس شماره ۴) و معرف تغییرات شدید در شرایط فیزیکی محیط تبلور میباشد.



عکس شماره ۴ (L. P.) ۲۰ x

Mineralogy III - کانی شناسی

از مطالعه مقاطع نازک (Thin-Section) این سنگها با میکروسکوپ پولاریزان کانیهای زیر تشخیص داده شده است.

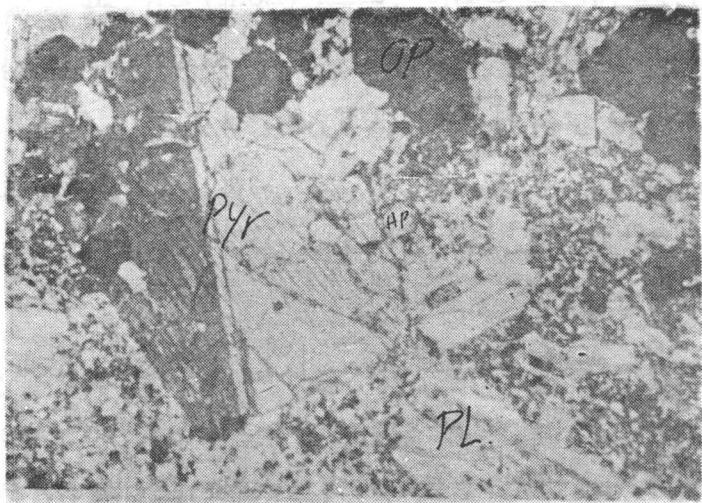
۱- اولیوین (Olivine) بمقدار کم و به شدت دگرسان شده، گاهی تجزیه آنقدر شدید بوده که فقط قالب‌هایی از آنها باقی مانده است و بوسیله کانیهای ثانوی و مواد آرژیلی سبز رنگ ولیمونیت (Fe₂O₃ , x H₂O) و سیلیس پوشیده است.

حاشیه این قالبها کم و بیش مدور بوده که نشانه مدور بودن کانی اولیه (اولیوین) میباشد؛ و آنهم برای خوردگی شیمیائی بعداز تبلور (Deutesic Alteration) حاصل شده است.

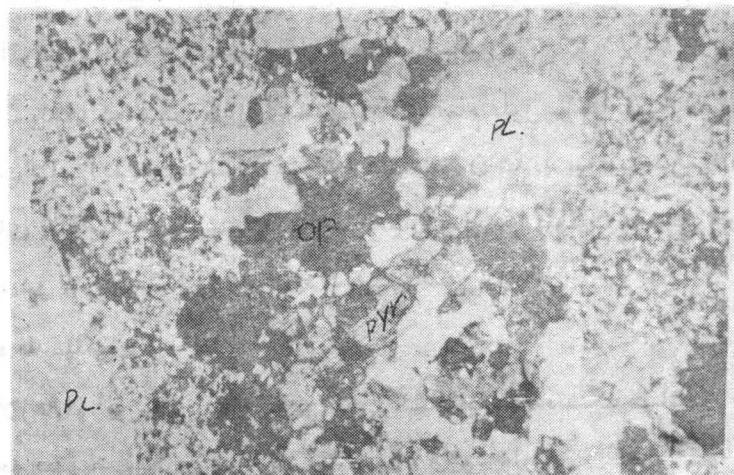
۲- پیروکسن (Pyroxene)

از کلینوپیروکسن‌ها اوژیت بیشتر از سایرین بوده که هم بصورت بلورهای درشت پورفیریک و هم بصورت بلورهای ریز اغلب همراه با کانیهای کدر (Opaque) دیده میشود. (عکس شماره ۵) اوژیت‌های درشت اغلب دارای ماکل بوده (۰.۰۱۰) و همچنین دارای تیغه‌هایی از پیروکسن نوع دیگر در داخل میباشد. گاهی اوژیت بصورت انکلوزیون (Inclusion) در بلورهای پلاژیوکلاز دیده میشود. عکس شماره (۶)

با توجه باین که تجزیه شیمیائی نمونه‌ها مقدار Mg سنک را نسبتاً کم نشان میدهد و در اغلب آنها کانیهای تیره آهن دار وجود دارد میتوان اوژیت‌های نامبرده را به قطب آهن و کلسیم در دیاگرام (Poldervarrt - Hess) نزدیک دانست.



عکس شماره ۵ (L.P.) ۲۰ x



عکس شماره ۶ (L.P.) ۲۰ x



عکس شماره ۷ (L.P.) ۵۰ x

اوژیت‌های مزبوراً غلب زونه (Zone) هستند. در مقاطع طولی این کانی زاویه بین ng و امتداد محور C بلور شناسی در بخش داخلی حدود 33° و در بخش بیرونی 37° است. که نشانه تغییرات ترکیب شیمیائی در آن است. در بعضی نمونه‌ها در نور طبیعی (L.N.) بنفس کم رنگ بود و در نور پلاسما این رنگ بنفس تا سبز و گاهی قرمز و نارنجی می‌شود، که ممکن است در اثر وجود تیتان در ساختمان اوژیت باشد. اورتوپیروکسن در بعضی مقاطع به مقدار کم یافت می‌شود که اغلب در حاشیه‌ای از اوژیت محاط شده‌اند.

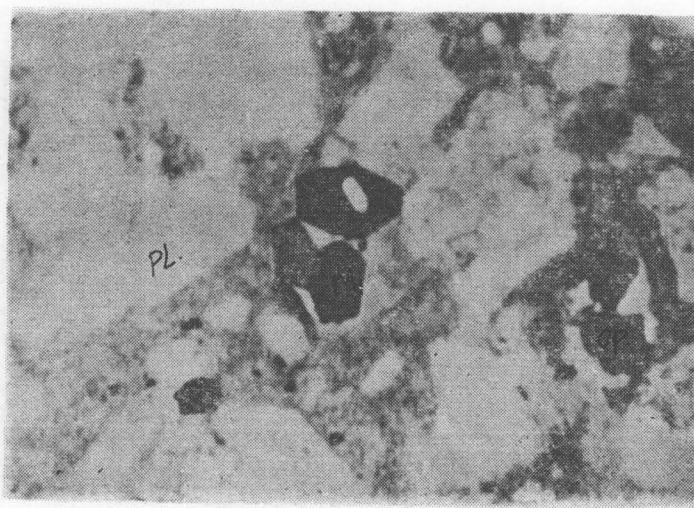
نبوت هر نوع انکلوزیون در آنها معرف آنست که نسبت به کانیهای دیگر دارای تبلور پیش رس بوده، و در شرایط حرارت و فشار بالا در عمق نسبتاً زیاد متابلور شده‌اند. این بلورها در نزدیکی سطح زمین بعلت تغییراتی که در شرایط ترمودینامیکی محیط تبلور حاصل شده خورده شدگی (Deuteric-Alteration) پیدا کرده و حتی در ماده مذاب باقی مانده هضم گردیده است.

۳- از کانیهای گروه میکا، بیوتیت (Biotite) نسبتاً فراوان بود و بخصوص در توده (۲۷) زیاد دیده می‌شود اغلب اتو مورف بود و دارای حاشیه سوخته می‌باشد.

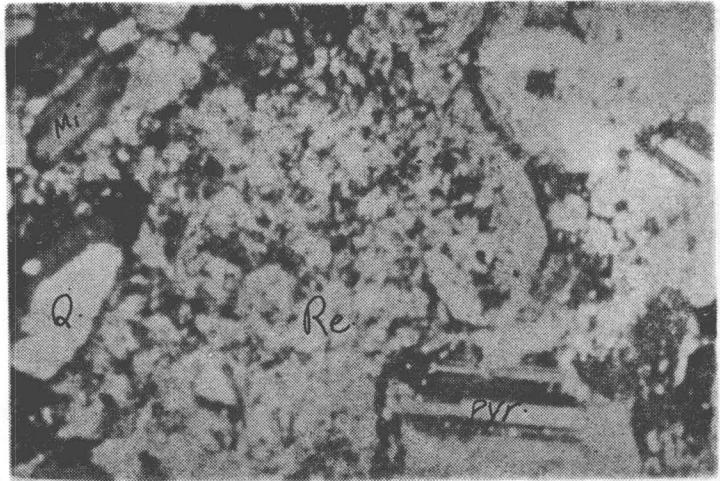
در بعضی نمونه‌ها سوختگی بقدرتی شدید بوده که تمام بلور سوخته و به آکسیدهای تشکیل دهنده خود تبدیل شده است. این پدیده سوختگی نتیجه آکسیداسیون شدید بیوتیت در مجاورت با آکسیژن هوا می‌باشد که در سنگهای ونکانیک عمومیت دارد. در بعضی نمونه‌ها بیوتیت‌ها پیچ خورده بوده که می‌توان آنرا به حرکت گدازه در هنگام تشکیل نسبت داد. (عکس ۲۸).

۴- از گروه فلدسپات‌ها:

پلازیوکلازها از این نظر، فراوانترین کانی تشکیل دهنده سنگ می‌باشد. این کانی چه بصورت بلورهای درشت و چه بصورت میکرولیت‌ها به مقدار زیاد وجود دارد.



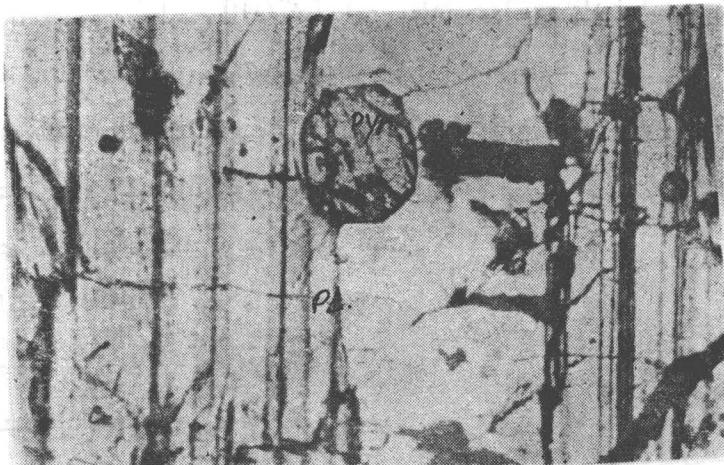
عکس شماره ۲۰ (L.P.) ۲۰ x



عکس شماره ۸

سری ایزومورف آنها از An_{50} (آلبیت) تا An_{60} (لابرادور) دیده شده است. از نظر تجزیه‌ثانوی بعضی سریستیزه ولی بیشتر حالت کلسیتیزه به چشم می‌خورد. اغلب دارای انکلوژیونهای از سایر کانیها نظیر، پیروکسن اوزیت و کانیهای کدر می‌باشد. (عکس شماره ۹).

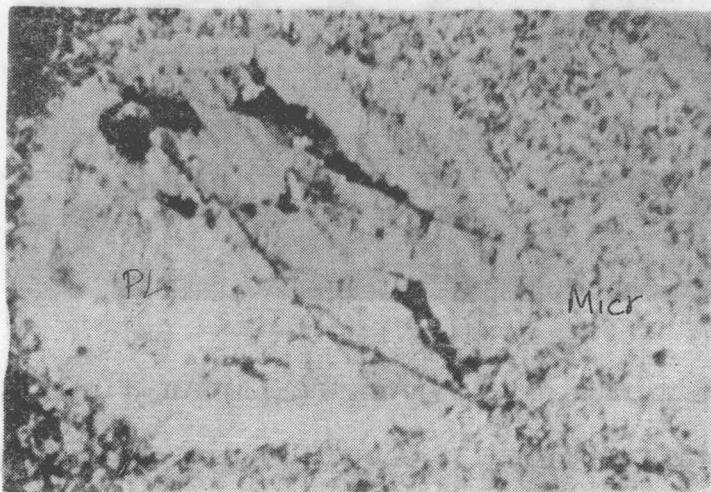
کیفیت خورده شدگی یا هضم در بعضی موارد دیده شده است عکس شماره ۱۰ کیفیت فوق را نشان میدهد.



عکس شماره ۹

این پدیده در مورد اورتوپیروکسنها هم وجود داشته که با پلاژیوکلازها قابل انطباق است. فلدسپات‌پتاسیم در مطالعات میکروسکوپی در چند مورد بصورت بلور درشت دیده شده است. ولی فرم تبلور یافته آن کم است. از طرف دیگر چون مقدار کانی اورتوز که از محاسبه فورم سنگ‌های (با استفاده از تجزیه شیمیائی) مورد آزمایش بودست آمده است بین ۹٪ تا ۳۱٪ می‌باشد. به نظر میرسد که این کانی به علت سرد شدن سریع گدازه فرمت تبلور نیافته و در نتیجه قسمت کمی از آن بصورت بلورهای ریز در متن سنگ

پراکنده و قسمت اعظم آن در ساختمان شیشه سنگ شرکت کرده است. فرم حرارت بالای آن یعنی سانیدین (Sanidine) با بلورهای شفاف و شکستگی‌های عرضی در چند مورد دیده شده است آنورتوز با حاشیه کم و بیش مدور با انکلوزیونهای فراوان از کانیهای کدر دیده می‌شود.



عکس شماره ۱۰ (L.P.) ۲۰ x

- کوارتز: کوارتز بصورت بلورهای درشت کمیاب بوده و اغلب گزنومورف (xenomorph) می‌باشد با استثنای توده‌های که در محاسبه نور با کمبود سیلیس آزاد می‌باشد (بین ۷۸ روز تا ۳۲٪ سیلیس آزاد) که این مقادیر سیلیس آزاد اساساً در تشکیل شیشه سنگ شرکت کرده است که نشانه کمبود فرست تبلور می‌باشد.

- کانی‌های کدر (Opaque) بدون استثناء در تمام نمونه‌های دیده می‌شود و بیشتر شامل اکسیدهای

آهن (هماتیت و منیتیت)، و ایلمنیت می‌باشد.

در صد دامنه تغییرات هریک در حدود زیر است.

الف - هماتیت (Fe_2O_3) بین ۵ تا ۵۰٪

ب - منیتیت (Fe_3O_4) بین ۰.۳ تا ۲۳٪

ج - ایلمنیت (TiO_2/Fe) بین ۳٪ تا ۲۲٪

- آپاتیت: در سنگهای که تبلور بیشتری در آنها نمایان است بیشتر دیده می‌شود اغلب به حالت

انکلوزیون در پیروکسن و پلازیوکلаз دیده می‌شود، بلور آن اتومورف و کشیده می‌باشد.

کمبود اولیوین و حالت انکلوزیون آپاتیت در اوژیت نشان میدهد که آپاتیت اولین کانی تبلور یافته در سنگ می‌باشد. تجزیه شیمیائی وجود P_2O_5 را در تمام نمونه نشان میدهد. از مطالعه کانی شناسی فوق میتوان به نتیجه زیر رسید.

تبلور در ماسگمای اولیه با ایجاد بلورهای بیش رس مانند اورتوپیروکسن، اولیوین و آپاتیت شروع شده که دارای ترکیب شیمیائی ساده و نقطه ذوب بالا بوده‌اند.

سپس با نزدیکی شدن گدازه به سطح و کاهش درجه حرارت و فشار، بلور اولیه نتوانسته است تعادل خود را با مایع باقی مانده حفظ نماید، در نتیجه اورتوبیروکسن‌ها و اولیوین تا اندامات در مایع باقی مانده حل شده، بطوریکه فقط بلورهای ریزی از آنها قابل تشخیص است که کم و بیش مدور میباشد.

منطقه‌ای بودن پلازیوکلازها و حتی اوژیت نشان دهنده اینست که تقریباً سرعت انجماد برای ایجاد آنها سریع بوده بطوریکه اجازه تولید یک بلور هموزن داده نشده است.

افزایش سرعت انجماد برای آخرین قسمت مایع باقی مانده بقدرتی شدید بوده است که حتی فرصت تبلور به اورتوز و کوارتز داده نشده و قسمت اعظم آنها در ساختمان شیشه سنگ شرکت نموده‌اند.

سنگ شناسی

۱- رگه‌ها: در بخش جنوبی توده شماره ۹ (در روی نقشه) رگه‌ای با پهنای حدود ۱۰ متر با رنگ سبز تیره دیده میشود.

میانگین آنالیز مودال چند نمونه آن بصورت زیر است:

کانیها	درشت متبلور	ریز متبلور	جمع
پیروکسن اوژیت	% ۱۶	% ۲	% ۱۴
پلازیوکلاز (An _{۳۹})	% ۰۰	% ۱۸	% ۳۲
کانیهای تیره	% ۶	% ۲	% ۴
آپاتیت	% ۱	% ۱	—
خمیره سنگ	% ۲۷	—	—
	% ۱۰۰	% ۲۳	% ۵۰

بافت آن میکرولیتیک پورفیریک میباشد، وجود پیروکسن نسبتاً فراوان و پلازیوکلاز نوع An_{۳۹} (آندرین) نشان میدهد که این سنگ معادل آندزیت میباشد.

در داخل توده شماره ۶، که آندزیتی است دایکسی از لابرادوریت دیده میشود که ضخامت آن حدود ۵ متر است. آنالیز مودال از این سنگ تابع زیر را دربر دارد.

کانیها	درشت و متبلور	ریزو متبلور	جمع
پیروکسن اوژیت	% ۲۰	% ۸	% ۱۲
پلازیوکلاز (An _{۰۰})	% ۶۹	% ۲۶	% ۴۳
آنورتوز	% ۳	% ۳	—
میکا (بیوتیت)	% ۰۱۵	% ۰۱۵	—
آپاتیت	% ۱	% ۱	—
کانیهای تیره	% ۶۱۰	% ۶۱۰	—
	% ۱۰۰	% ۴۰	% ۵۰

بافت آن میکرولیتیک پورفیریک هلوکریستالین میباشد و با درنظر گرفتن An_{50} و ضریب رنگین آن میتوان نام لابرادوریت را برای آن انتخاب کرد.

۲- توده‌های اصلی : بطور خلاصه میتوان صفات سنگ شناسی توده‌های اصلی را در جدول ۱ و ۲ خلاصه نمود ، جدول ۱ خصوصیات سنگ شناسی ، کانی شناسی و جدول ۲ نورم محاسبه شده را برای هریک نشان میدهد.

ژئوشیمی

(الف) برای بررسی و تعیین اختصاصات ژئوشیمیائی سنگ‌های این ناحیه ده نمونه انتخاب و برای تجزیه شیمیائی مورد آزمایش قرار گرفت (با استثناء نمونه شماره ۴ که بصورت رگه دیده میشود، بقیه نمونه‌ها دارای گسترش وسیعی هستند) علت آنکه نمونه شماره ۴ با داشتن گسترش بسیار کم مورد آزمایش شیمیائی قرار داده شده است، آن است که دارای بافت کاملاً آفریک بوده درنتیجه نمیتوان از راه مطالعه میکروسکوپی به ماهیت آن پی برد. (عکس شماره ۱۱)

جدول ۳- ترکیب شیمیائی هر نمونه بر حسب٪ اکسیدی

→ شماره اکسیدها ↓	۴	۷	۱۴	۱۶	۱۹	۲۰	۲۷	۲۹	۳۹	۴۰
SiO_2	۶۶۵۸۸	۵۶	۵۹۵۴۵	۵۰۵۶۲	۶۰۵۱۱	۷۰۵۴۲	۶۱۵۷۲	۷۱۵۹۵	۵۱۵۸۵	۷۰۵۸۲
Al_2O_3	۱۵۵۸	۱۶	۱۷۵۴۷	۲۲۵۹۱	۱۸۵۵۸	۱۳۵۲۴	۱۸۵۷۳	۱۳۵۸۶	۱۹۵۷۵	۱۱۵۹۷
Fe_2O_3	۱۵۲۱	۷۵۴۱	۶۵۳۴	۵۹۵۰	۵۵۲۲	۲۵۹۸	۳۵۴	۲۵۳۴	۷۵۷۰	۱۵۸۴
FeO	۱۵۸۰	۲۵۶۸	۰۷۲	۲۵۶۴	۰۶۴	۰۵۱۶	۰۰۴	۰۱۳	۰۱۲	۰۱۲
TiO_2	۰۵۶۱	۱۵۳۲	۰۹	۰۸	۰۶۲	۰۵۷	۰۴۵	۰۴۱	۰۸۲	۰۵۲۶
CaO	۲۵۲۰	۵۵۶۲	۴۵۵	۷۱۸	۳۹۸	۱۵۶۳	۲۹۵	۰۰۷	۳۵۴۳	۲۵۷۸
MgO	۰۵۲۱	۲۱	۱۰۵	۲۰۳	۱۱۰	۰۱۰	۰۴۵	۰۱۱	۰۴۹	۰۵۲۱
Na_2O	۴۵۶	۳۵۶۹	۳۵۳۴	۳۰۶	۳۴۱	۳۵۶۳	۳۵۷۸	۴۵۲۲	۲۵۸۶	۲۵۹۸
K_2O	۳۵۲۰	۱۵۸۸	۳۵۲۲	۱۵۰	۳۰۱	۴۵۸۱	۳۵۰۱	۵۵۳۱	۷۵۹۴	۴۵۳۴
P_2O_5	۰۲	۰۸۴	۰۷	۰۵۲	۰۵۶	۰۲۰	۰۲۵	۰۱۰	۰۵۸	۰۱۱
MnO	۰۱۱	۰۱۰	۰۱۲	۰۱۴	۰۱۳	۰۰۹	۰۱۵	۰۱۰	۰۴۶	۰۰۷
H_2O^-	۰۳۸	۰۹۳	۰۷۷	۰۸۶	۱۰۰	۰۷۰	۱۶۰	۰۴۱	۰۴۶	۰۹۹
H_2O^+	۲۵۷۷	۱۵۶۲	۱۵۴۴	۱۵۳۰	۱۵۷۹	۱۵۴۶	۱۵۸۹	۰۸۰	۱۵۰۱	۲۵۶۹
CO_2	—	—	—	—	—	—	—	—	۲۱۶	۰۹۵
Total	۹۹۵۸۱	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۹۹۵۲۸	۹۹۵۹۴	۹۹۵۹۲	۹۹۵۸۵	۱۰۰۰۰

جدول ۱- خصوصیات سنگی شناسی و کافی شناسی

نام منگک	تجزیه	نوع بلژیوکلاز	کانهای اصلی	بافت میکروسکوپی	شماره نمونه
تراکی - آندزیت	کلسیتزاپون - ایدنسیتزاپون	آندرین	بلژیوکلاز - اوژیت - اوژیت تیتانیفر - آنوتوز تیتانوپاتنت - پیوپیت دانه ابر	تراکی بورفیریک	۷
ریودامیت لا برادردار	مرسیتزاپون - کلسیتزاپون	An = ۰۲	بلژیوکلاز - آنوتوز - اوژیت سبز - پیوپیت	میکروپیتک بورفیریک هلوکریستالین	۱۴
آندزیت بورفیریت دار	-	An = ۰۳	بلژیوکلاز - بیروکسین اوژیت - پیوپیت - آنوتوز	میکروپیتک بورفیریک هلوکریستالین	۱۵
تراکی آندزیت لا برادردار	مرسیتزاپون کلسیتزاپون	An = ۰۰	بلژیوکلاز - بیروکسین اوژیت - پیوپیت	هیالومیکروپیتک بورفیریک	۱۶
ریولیت کالکوکالان	کلسیتزاپون	آندرین	بلژیوکلاز - پیوپیت دانه ریز - کوارتز دانه ریز	میکروپیتک بورفیریک هلوکریستالین	۱۹
لایت کوارتز فنر	کلسیتزاپون	An = ۰۱	بلژیوکلاز - بیوپیت بشدت سوخته - بیروکسین اویلکوکلاز - بیوپیت بشدت سوخته - بیروکسین	جریانی	۲۰
ریولیت الکالان	-	-	اوژیت دانه ریز - کوارتز دانه ریز فائق بلور قابل تشخیص با میکروسکوب بولاردان	میکروپیتک آفریدیک	۲۱
فنریت تقریپیتک بورفیریت دار	-	-	بلژیوکلاز، اوژیت، کانهای نیترو	میکروپیتک بورفیریک هلوکریستالین	۲۹
ریولیت	-	An = ۰۱	اویلکوکلاز ۱۰ کلسیتزاپون کاولینیپیزاسپون	میکروپیتک بورفیریک همی کریستالین	۴۰
			سرپیزاسپون		

۲۰۱

شماره نحوه	کانی و فرمول	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵
Or.	SiO_4 , Al_2O_3 , K_2O	۱۹۰۰	۱۲۰۰	۱۷۷۹	۱۱۱۶	۲۸۳۶	۲۰۰۷	۱۹۰۰	۱۲۰۰	۱۴۷۰
Ab.	SiO_4 , Al_2O_3 , Na_2O	۲۰۹۱	۲۱۲۰	۲۱۱۰	۲۸۰۰	۳۱۰۹	۲۸۸۲	۲۰۰۷	۱۲۰۰	۲۰۹۱
An.	SiO_4 , Al_2O_3 , CaO	۱۳۶۲	۲۲۰۲	۲۱۰۰	۲۲۰۰	۱۳۶۰	۲۱۶۰	۱۳۶۰	۲۱۰۰	۱۳۶۲
Woll.	SiO_4 , CaO	—	—	—	—	۱۳۷۸	۲۸۰۰	۳۰۰۶	۳۱۰۹	۲۱۲۰
Hem	Fe_2O_3	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Hyp.	SiO_4 , FeO	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Ap.	P_2O_5 , CaO	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Ilm.	FeO , TiO_2 = FeTiO_3	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Cal	CO_3Ca	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Cor	Al_2O_3	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Ma	Fe_2O_3 , FeO	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Oli	SiO_4 , MgO	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Ne	SiO_4 , Al_2O_3 , K_2O	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
SiO ₄	—	—	—	—	—	۱۳۷۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

این امر سبب میشود که بتوان اختصاصات ژئوشیمیائی و همبستگی بین آنها را روشنتر بیان نمود. روش مطالعه برای تعیین اختصاصات ژئوشیمیائی بطریقی است که توسط نیگلی (Niggli) پیشنهاد شده است. در جدول شماره ۳ اعداد حاصله از تجزیه شیمیائی برای ده نمونه نشان داده شده است. با استفاده از جدول شماره ۳ که درصد اکسیدهای تشکیل دهنده سنگ را نشان میدهد جدول شماره ۴ تنظیم یافته است. در این جدول نمونه‌ها بر حسب تنزل مقدار Si قرار گرفته‌اند جدول شماره ۵

جدول ۴- پارامترهای نیگلی

شماره	mg	p	ti	c	k	fm	alK	al	Si
۴۰۰۵	۰۱۷	۰۳۴	۱۳۷	۱۷۱۸	۰۴۸	۹۹۶	۲۲۵۳	۴۵	۴۰۰۵
۳۷۸۵۳۹	۰۰۷	۰۳۱	۲۵۸	۹۵۳۵	۰۴۶	۱۳۸۷	۳۵۱۶	۴۱۶۱	۳۷۸۵۳۹
۳۲۱۵۳۲	۰۱	۰۲۹	۲۵۰	۱۱۵۰۲	۰۳۱	۱۳۵۴	۲۰۱۸۲	۴۴۰۹	۴۲۱۵۳۲
۳۰۴۵۷	۰۰۶	۰۲۵	۱۲۶	۳۰۲۹	۰۴۵	۸۱۲	۲۱۵۸۷	۴۴۴	۳۰۴۵۷
۲۶۱۵۴۲	۰۱۸	۰۲۵	۱۲۶	۱۲۵۳۰	۰۳۷	۱۰۵۲۲	۲۴۱۸۷	۴۶۴۴	۲۶۱۵۴۲
۲۲۵۵۴۵	۰۲۷	۰۹۰	۱۸	۱۳۵۷۴	۰۳۷	۲۳۵۴۲	۱۹۵۰۹	۴۰۹۹	۲۲۵۵۴۵
۲۱۸۵۰۶	۰۲۱	۱۱	۲۴۲	۱۷۵۶۲	۰۴	۲۵۵۳۳	۱۹۱۶	۳۷۸۸	۲۱۸۵۰۶
۱۷۲۵۸۰	۰۱	۰۸	۲۵۰	۱۲۵۲	۰۶۴	۲۲۵۲	۲۶۵۲	۲۸۵۶	۱۷۲۵۸۰
۱۰۸۵۴۱	۰۲۸	۰۱۹	۳۰۹	۱۹۵۳۴	۰۲۵	۳۴۵۸۲	۱۷۵۴	۳۰۵۲۶	۱۰۸۵۴۱
۱۴۳۵۹۶	۰۳۱	۰۶۸	۰۷	۲۲۵۰۱	۰۲۴	۲۶۵۷۹	۱۱۵۲۶	۴۰۰	۱۴۳۵۹۶

جدول ۵- پارامترهای اسکولا (کاتیون درصد) برای هر نمونه

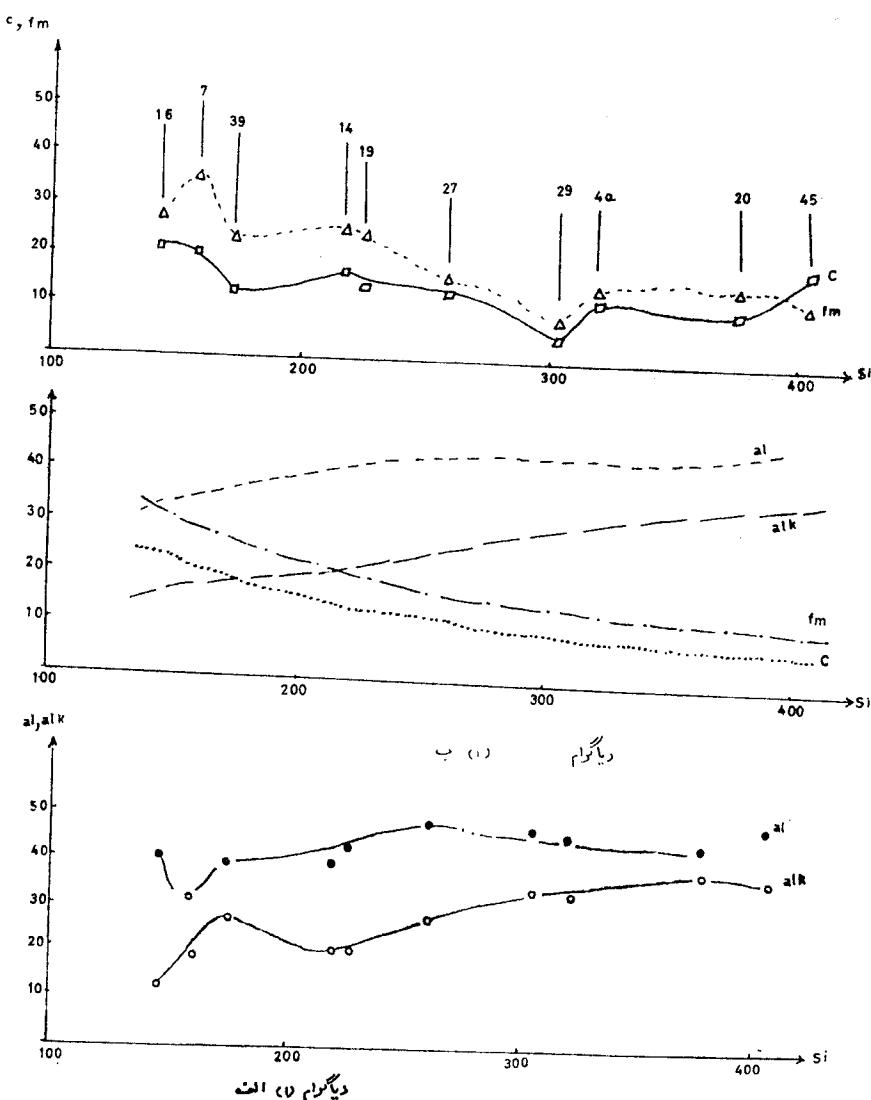
پارامتر ↓	۴	۷	۱۴	۲۰	۱۹	۱۶	۲۷	۲۹	۳۹	۴۰
Si	۷۹۰۹۰	۵۰۱۷۶	۶۷۵۶۴	۵۰۰۷۶	۶۰۰۰۵	۴۸۵۳	۶۰۰۰۵	۶۷۵۶۴	۵۰۰۷۶	۷۹۰۹۰
Al	۱۳۵۹۰	۲۲۵۷۳	۱۰۵۳۱	۲۲۵۷۳	۲۱۳۹	۲۶۵۸۶	۲۱۳۹	۱۰۵۳۱	۲۲۵۷۳	۱۳۵۹۰
Fe"	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۶	۰۰۶	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵
Fe'''	۱۳۶	۰۵۶۹	۴۴۰۰	۲۵۴۷	۳۵۷۴	۴۵۰۰	۲۵۴۷	۱۳۶	۰۵۶۹	۱۳۶
Mn	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵	۰۰۵
Mg	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹	۰۰۹
Ca	۲۰۹۶	۳۰۵۸	۰۷۷۳	۰۷۷۳	۰۷۷۳	۰۷۷۳	۰۷۷۳	۳۰۵۸	۰۷۷۳	۲۰۹۶
Na	۰۰۶۸	۰۰۴۰	۰۰۶۷	۰۰۶۷	۰۰۶۷	۰۰۶۷	۰۰۶۷	۰۰۶۷	۰۰۶۷	۰۰۶۸
K	۰۰۴۵	۰۰۴۵	۰۰۴۲	۰۰۴۲	۰۰۴۲	۰۰۴۲	۰۰۴۲	۰۰۴۲	۰۰۴۲	۰۰۴۵
P	۰۰۸	۰۰۷	۰۰۷	۰۰۷	۰۰۷	۰۰۷	۰۰۷	۰۰۷	۰۰۷	۰۰۸
Ti	۰۰۲۲	۰۰۵۸	۰۰۲۸	۰۰۲۸	۰۰۲۸	۰۰۲۸	۰۰۲۸	۰۰۵۸	۰۰۲۸	۰۰۲۲

پارامترهای اسکولا (کاتیون درصد) را نشان میدهد. در دیاگرام یک (الف) و (ب) اعداد نیکلی متعلق به پارامتری c , alk , fm , al بر حسب تغییرات Si بطور پیوسته ترسیم شده است. چون نمونه‌ها از نظر ترکیب شیمیائی به بازالت نمیرسد خط ایزوافانی بطور دقیق رسم نمی‌شود ولی مقدارش حدود ۱۴ است که در آن $al=fm=22$ می‌باشد. در دیاگرام ۲ تغییرات دو پارامتر mg و k نسبت به تغییرات Si رسم شده است، همان‌طوری‌که ملاحظه می‌شود تغییرات این دو پارامتر عکس یکدیگر بوده به طوری‌که در هر نمونه بازدید از دیگری کاسته شده که این امر از مشخصات ژئوشیمیائی گدازه‌های حوزه پاسیفیکی می‌باشد.

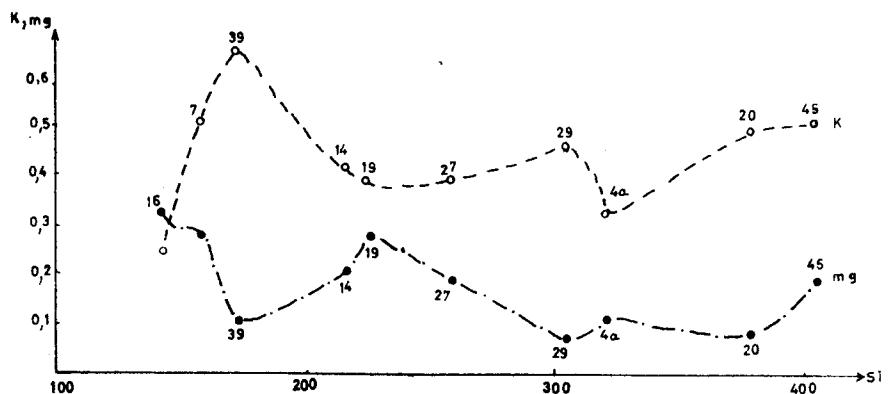
در دیاگرام ۳ مقادیر k و mg برای نمونه‌های مختلف نمایش داده شده است. دامنه تغییرات آنها صورت زیر است.

$$0.31 \geq mg \geq 0.06$$

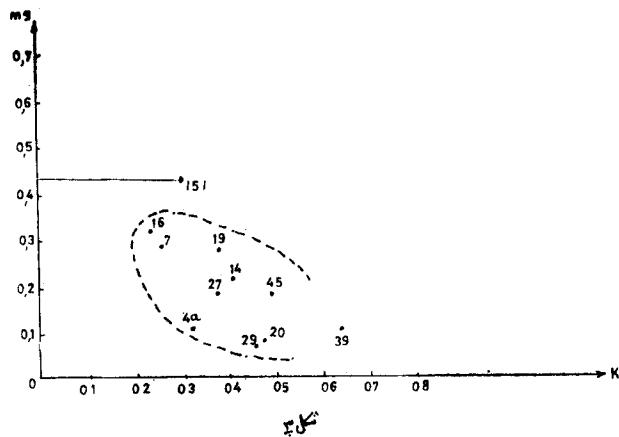
$$0.64 \geq K \geq 0.29$$



دیاگرام نمایش تغییرات پارامترهای al , alk , fm , al و c نسبت به تغییرات Si . هر نقطه متعلق بیک نمونه است.



دیاگرام (۲) تغییرات mg و k را بر حسب Si برای هر نمونه نشان میدهد.



عکس شماره ۳ — محل نمونه‌های مورد مطالعه در دیاگرام تغییرات mg و k .

سیزان دو پارامتر در سنگهای چوان دماوند (نقل از پیترآلن باخ ۱۹۷۰) بصورت زیر می‌باشد.

$$0.46 \geq mg \geq 0.74$$

$$0.2 \geq k \geq 0.38$$

که اختلاف اساسی آتها مربوط به بالا بودن مقدار k در سنگهای این منطقه و کمبود mg آنها نسبت به سنگهای جوان دماوند می‌باشد. جالب اینکه نمونه شماره ۱۵۱ پیترآلن باخ (دماوند) که آنرا متعلق به آتشفشنان قدیمیتر (احتمالاً اوسن) میداند از نظر دو پارامتر فوق شبیه به نمونه‌های مورد مطالعه می‌باشد.

ممکن است با مطالعات بیشتر روی آنها و سایر مناطق ایران بتوان روابط نزدیکی بین گدازه‌های اوسن ایران بدست آورد.

(ب) تعیین نوع سری گدازه‌های مورد مطالعه با استفاده از روش ریتمن

برای تعیین نوع گدازه از فرمول زیر استفاده شده است.

$$\sigma = \frac{(Na_2O + K_2O)}{SiO_2 - 42}$$

که بنام ضریب سری نامیده میشود میتواند نوع گدازه را تعیین نماید.

$$\left. \begin{array}{l} \text{ا: } Na_2O \geq K_2O \quad \leftarrow \text{سری پاسیفیکی} \\ \text{ب: } Na_2O > K_2O \quad \leftarrow \text{سری اتلانتیکی} \\ \text{ب: } Na_2O < K_2O \quad \leftarrow \text{سری مدیترانه‌ای} \end{array} \right\} \sigma = 4$$

هریک از سریهای فوق دارای درجات بسیار قوی، قوی، متوسط وضعیف میباشد.

برای نمونه‌های مورد مطالعه پارامتر (۵) ضریب سری بصورت زیر در جدول ۶ تنظیم شده است

برای نمونه شماره ۱۰۱ (پترآلنیاخ) ضریب سری $\sigma = 2.9$ بدست میآید، که از نوع پاسیفیکی متوسط میباشد. از مطالعه جدول شماره ۶ نتیجه میگیریم که باستثناء توده ۳۹ که در تمام دیاگرام‌ها بطور جدا از سایرین قرار میگیرد بقیه از سری پاسیفیکی ضعیف تا شدید میباشند.

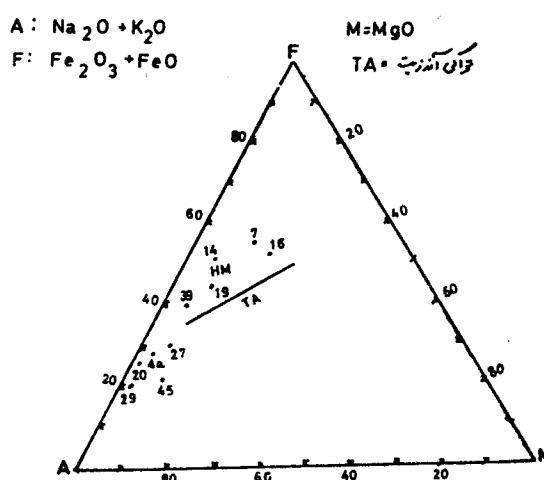
جدول (۶) ضریب سری نمونه‌ها

۴۰	۳۹	۲۹	۲۷	۲۰	۱۹	۱۶	۱۴	۷	۴	شماره نمونه
۱۵۹۰	۱۳۵۲۵	۳۵۱۱	۲۵۸۲	۲۵۶۳	۲۵۴۸	۲۵۷	۲۵۶	۰۵۶۱	۲۵۴	۵ ضریب سری
پاسیفیکی ضعیف	پاسیفیکی ضعیف	پاسیفیکی متوفط	پاسیفیکی ضعیف	پاسیفیکی متوفط	پاسیفیکی متوفط	پاسیفیکی متوفط	پاسیفیکی متوفط	پاسیفیکی شدید	پاسیفیکی متوفط	نوع گدازه

(ج) تفریق ماقمائي :

با استفاده از دیاگرام‌های ۶ و ۹ میتوان به پدیده تفریق ماقمائي در این سنگها بی برد.

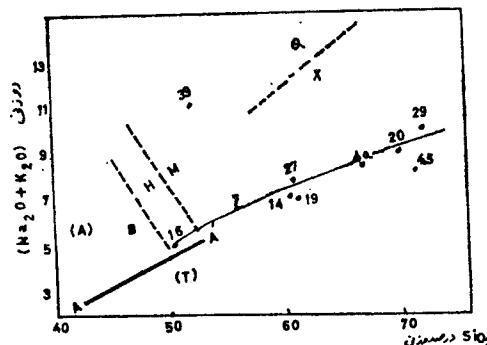
همانطوریکه در دیاگرام ۹ دیده میشود نمونه‌ها بعلت کمبود mg در نزدیکی خط EF قرار گرفته‌اند و



نشان میدهد که نمونه های مزبور کیفیت تفریق را تحمل نموده است.

در دیاگرام شماره ۷ درصد وزنی ($K_2O + Na_2O$) برای هر نمونه نسبت به تغییرات SiO_2 (درصد وزنی) نشان داده شده است، باستثناء نمونه ۳ که در اغلب موارد جدا قرار میگیرد، بقیه با افزایش مقدار SiO_2 درصد ($K_2O + Na_2O$) هم نیز افزایش میباشد در این دیاگرام :

تراکیت : t	توله‌ای ایت : T
موزارئیت : M	هاوانی ظیت : H
فنولیت : Φ	بازالت الکالن : B



دیاگرام (۶) تغییرات درصد وزنی ($Na_2O + K_2O$) را بر حسب تغییرات SiO_2 نشان میدهد

(۵) تعیین روابط ژئوشیمیائی بعضی عناصر دیاگرامهای ۷ و ۸ رابطه ژئوشیمیائی عناصر $Ca \cdot (Na+K)$, Al , Ti , Mg و Fe را نسبت به تغییرات Si نشان میدهد. همانطوریکه ملاحظه میشود.

و افزایش مقدار SiO_2 مقدار $(Na+K)$ افزایش یافته ولی بقیه کاهش میباشد. همانطوریکه قبل گفته شد تغییرات k و mg بر عکس یکدیگر بوده و این نوع تغییرات از مشخصات ژئوشیمیائی گدازه های پاسیفیکی بوده و با آنچه که ما از روی تعیین نوع سری (۵) برای گدازه ها گفته ایم مطابقت دارد.

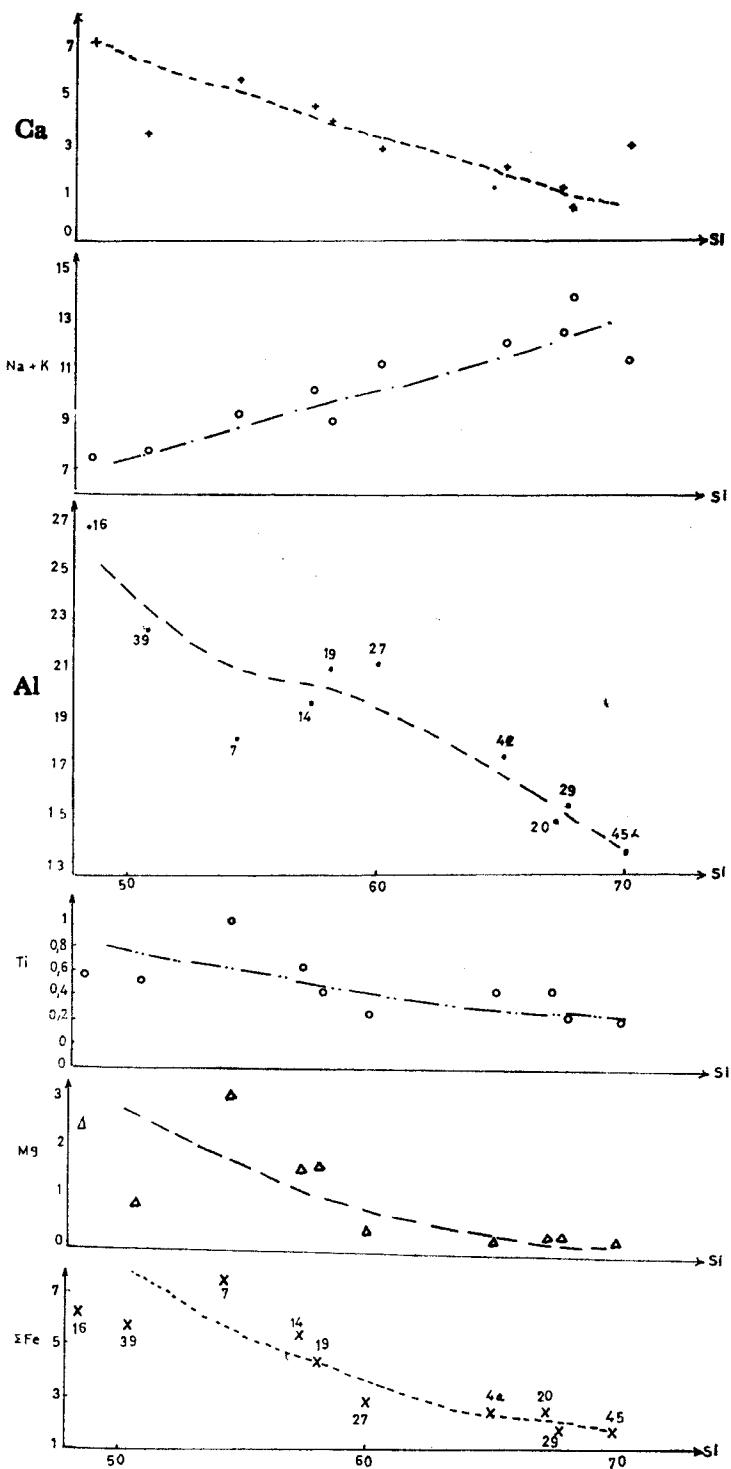
(۶) تعیین همبستگی انواع مختلف نمونه ها : برای تعیین همبستگی نمونه ها از پارامتر، یونگ و بروس (۱۹۰۸) استفاده شده است که در آن طبق تعریف :

$$R = \frac{Na+K}{Na+K+Ca} \times 100$$

$$S = \frac{K}{K+Na} \times 100$$

$$T = \frac{Fe''+Fe'''}{Fe''+Fe''+Mg} \times 100$$

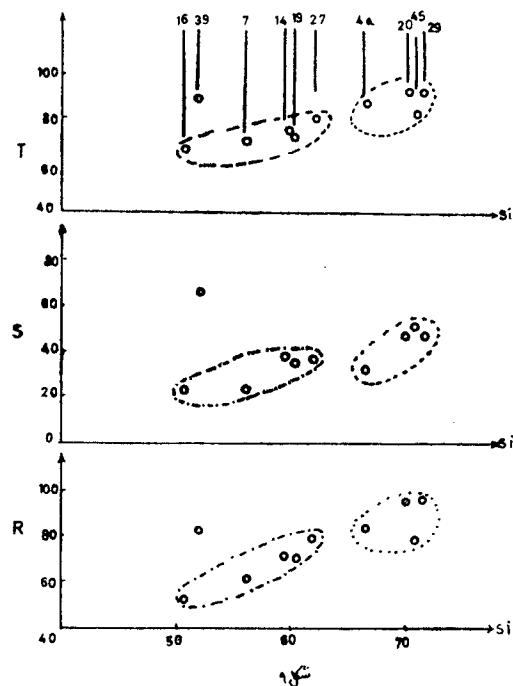
کاتیون درصد سیلسیم



عکس شماره ۷ و ۸ — معنی‌های نمایش تغییرات ΣFe ، Mg ، Ti ، Ca ، $(Na+K)$ ، Al ، Σ و Si بر حسب Si . هر نقطه متعلق بیک نمونه است.

و سپس با استفاده از R و S دیاگرام رسم شده، در این دیاگرام تغییرات R و S و T بر حسب تغییرات Si نمایش داده شده است. همانطوریکه ملاحظه میشود با استثناء نمونه ۹ و ۱۰ که بازهم

بطور جداگانه قرار میکیرد بقیه یک حالت دیفرانسیاسیون تدریجی را در ماقمای تشکیل دهنده نشان میدهد.



نتیجه :

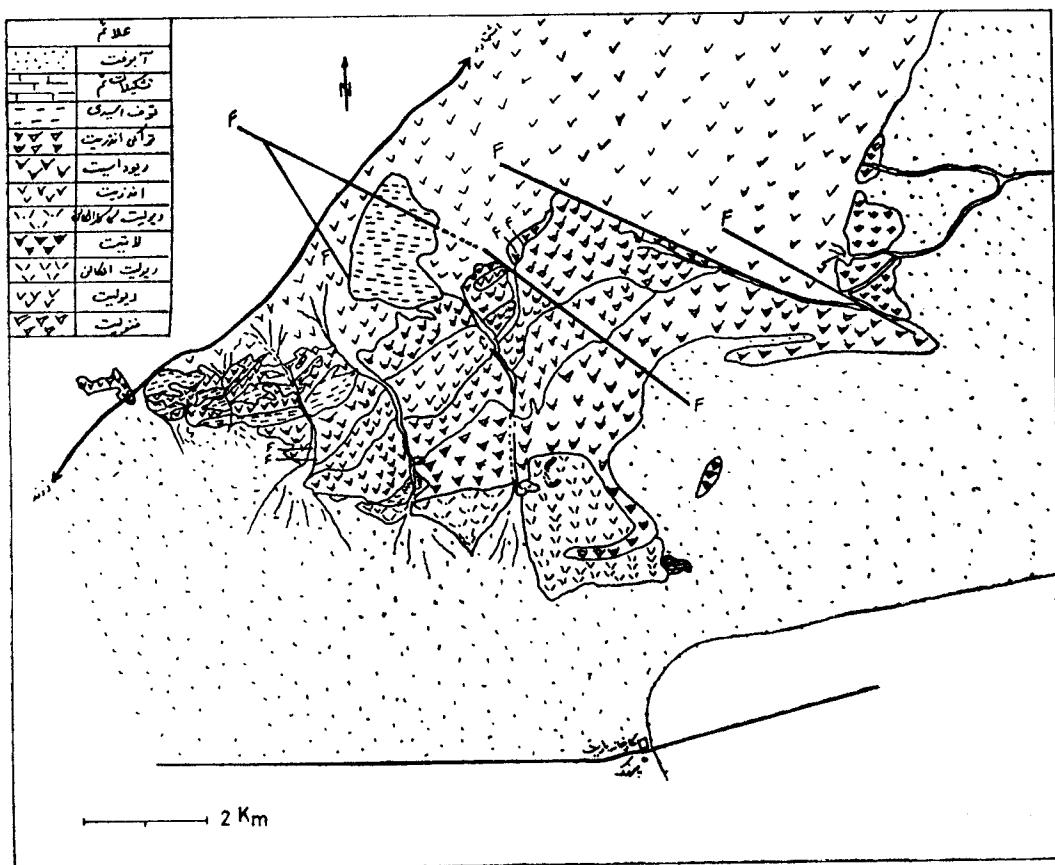
بنابر عقیده (۱۹۶۲) Tilley , Yoder تمام سنگهای ولکانیکی با یکی از دو طریق زیر باهم در ارتباط بوده و با هم دیده میشوند.

الف - ماقمای بازالتالکالن در اثر مشتق شدن \rightarrow هاوائی نیت \rightarrow موژارئیت \rightarrow تراکیت که تراکیت شامل دو دسته فنولیت و پانتریت میباشد.

ب - ماقمای توله‌ئی تیک در اثر مشتق شدن \rightarrow آندزیت توله‌ئی تیک \rightarrow داسیت \rightarrow تراکیت. در کمربندهای چین خورده (مانند بعضی نواحی ایران) سری دیگری از دسته ب (توله‌ئی تیک) مشتق میشوند که ما آنها را سری ج نامیده‌ایم و بصورت زیر میباشند.

سری ج- آندزیت‌های کالکوالکالن \rightarrow داسیت \rightarrow ریولیت. با توجه به فراوانی آندزیت و داسیت و ریولیت در منطقه مورد مطالعه و با درنظر گرفتن اینکه اشتوكلین (۱۹۶۸) و Varet (۱۹۷۰) و Girod (۱۹۷۱) اشاره‌ای به فراوانی و گسترش فورانهای دوران سوم کویرلوت که بیشتر جنس آنها را آندزیت ، داسیت ، ریولیت ، ذکر کرده‌اند و حتی به فراوانی بیشتر ریولیت اشاره نموده‌اند ، میتوان چنین نتیجه گرفت که سنگهای ولکانیکی دوران سوم ایران احتمالاً از سری (ج) بوده که در آن ماقمای تشکیل دهنده ترکیبی

توله‌ای تیک داشته و از قسمتهای نسبتاً سطحی زمین در فشار کم منشاء گرفته است. مطالعات کانی‌شناسی این منطقه نیز مؤید این نظر می‌باشد که ماقمای تشکیل دهنده بعلت منشاء گرفتن از قسمتهای نسبتاً سطحی دارای سرعت سریع تبلور بوده است.



منابع

- (1) Deer WA. Howie R . Zusman J. Rock forming minerals VOL 2/4,5 (1963) New York John Wiely and sons Inc.
- (2) Hess H. H. Pldervaart A. 1967 the poldervaart treatise on rocks at Basaltic composition vol «l» 482 pages interscience publisher a division of John wiley and sons.
- (3) Mac. Donald I. D. 1967 Mineralogy at modal mantel composition in ulteramafic and related rocks '(P. J. Wyllie , ed. , PP 382 – 393 New York John Wiley and sons (1967))
- (4) Poldervaart A. Hess H. H. 1951 Pyroxenes in the crystallization at basaltic magma. Joyrn. Geol. Vol 59 , P , 472

- (5) Brousse et sabatier (1958) : sur les taches dites coups de soleil , des basaltes : bull. soc. Fr. Minenal Cristall. Tome Bl. page 341—420.
- (6) Rittman A. (1962) les Volcans et leur activite . Edition Fransaise a Partir de la deuxieme edition originale etablie et introduite par haroun Tazieff Massion et ciediteurs.
- (7) Stocklin. J. (1968) : structural history and Tectonics of IRAN : Sreuiw Am. As. of petr. geol. vol 52 No 7 PP 1229—1258
- (8) Soder , periore A , geology of the Areanorth of Saveh Tehran , 1959 (G.R. 175).
- (9) Uchimizu M. 1966—Geology and petrology at Alkalirockes from do 90 : oki Islands. J. Fac. Sci. Univi. Tokyo , sect 11 vol 16.P. 85.
- (10) Yoder and Tilley (1962)—journal. Petrol , 3: 342—532
- (11) Yoder H.S. and Tilley C.E. 1962 origin of magmas: an experimental study of natural and synthetic rock System. Journ petrology V. 3. PP 542—532
- (12) Geology and Peterology of Mt. Damavand and its Environment center albork , Iran by Peter Allenbach geology suvey of IRAN Report No , 17 , 1970