

# نقش آذرآواریها در گسترش ترجیحی دگرسانی گرمابی در منطقه آتشفشانی آبترش

نوشته : دکتر علی درویش زاده \* و عباس آسیابانها\*\*

## Role of pyroclastics in localizing hydrothermal alteration in the Ab-e-Torsh Volcanic district

By: Dr.A.Dervishzadeh\* and A.Asiyabanha\*\*

### چکیده

منطقه آتشفشانی آبترش با دارا بودن رخنمون‌هایی از روانه‌های تراکی آندزیتی و نهشته‌های آذرآواری ریزشی (کریستال لیتیک توف، لاپیلی توف و آگلومرا) به سن پالئوژن (معادل سازند کرچ) دچار دگرسانی به نسبت شدید گرمابی شده است. وجود شکستگی‌های فراوان که گمان می‌رود ابتدا در ایجاد یک ساختمان فرونشسته کالدرایی نقش ایفا کرده باشد، زمینه خروج ماگما را به سطح زمین فراهم کرده است (فورانه‌های شکافی) و سپس چرخش محلول‌های گرمابی بعدی را آسان نموده است.

با توجه به تشکیل گسترده آلونیت، به نظر می‌رسد از کنش و واکنش بین گازهای ماگمایی هیدروژن با آب‌های گرم، محلول‌های اسیدی نظیر  $H_2SO_4$ ،  $H_2S$  تولید شده باشند که در اثر واکنش با سنگ‌های برونگیر و تجزیه و شستشوی شیمیایی آنها، زونهای مختلف سیلیسی، آلونیتی، آرژیلیک و آرژیلیک پیشرفته گسترش یافته است.

نظر به وجود افقی گسترده از نهشته‌های آذرآواری که بر سراسر منطقه وجود دارد و نیز تراوایی و واکنش پذیری نسبتاً بالا بر برابر محلول‌های گرمابی، واکنش‌های شیمیایی بهتر توانسته‌اند در آن انجام شوند و از این رو محصولات دگرسانی گسترش بیشتری یافته‌اند. با این حال به علت نقش مهم شکستگیها بر دگرسانی‌های گرمابی، سایر واحدها (یعنی روانه‌های تراکی آندزیتی و داسیتی) نیز مورد هجوم و نفوذ سیالات قرار گرفته و دگرسان شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: دگرسانی گرمابی، زونهای دگرسانی، فرونشست کالدرایی، ولکانیک‌های پالئوژن، فورانه‌های هوایی و زیرآبی، ذخیره اسید سولفات

### Abstract

The Ab-e-Torsh volcanic district contains the Paleogene outcrops of trachyandesitic and dacitic lava flows and fall out pyroclastic deposits (equivalent to Karaj Formation) which have been hydrothermally altered. The abundant fractures and faults produced a cauldron subsidence. Subsequently, fissure eruptions occurred and later hydrothermal solutions were intruded through the country rocks.

One the basis of the formation of the sulfate mineral (alunite), it seems that the acidic solutions (e.g.  $H_2S$  and  $H_2SO_4$ ) have been formed by the interaction of hypogene volcanic vapours with hot solutions. Because of the interaction of the acidic solution with the country rocks and their chemical leaching, silicic, allunitic, argillic and advanced argillic alteration zones were developed.

The high permeability and reactivity of the pyroclastic deposits with respect to the hydrothermal fluids facilitated the chemical reactions and hence the alteration products have been well developed in the latter unit. However, due to the presence of fractures the other units (e.g. trachyandesitic and dacitic lava flows) were also intruded by the solutions and altered.

**Key Words:** hydrothermal alteration, alteration zones, cauldron subsidence, Paleogene volcanics, acid-sulfate deposits

## ۲- زمین‌شناسی عمومی و آتشفشانی پالئوژن در البرز باختری

### ۱- مقدمه

صرفنظر از نهشته‌های آبرفتی پلئو کواترنر مربوط به سازند هزار بره یا جوانتر، تمام رخنمونهای منطقه آبتروش از سنگهای آتشفشانی زمان نوزیستی تشکیل شده‌اند که اغلب آنها از نوع آتشفشانی بیرونی و هم‌ارز سازند کرج هستند (شکل ۲). این سنگهای آتشفشانی اغلب به وسیله توده‌های نفوذی نیمه ژرف جوانتر قطع شده‌اند و همانطور که خواهیم دید نفوذ این توده‌ها به همراه گسله‌ها و شکستگیها، از عوامل مهم ایجاد دگرسانیهای گرمابی در منطقه‌اند. اینکه در اینجا از اصطلاح «هم‌ارز سازند کرج» (به سازند کرج) استفاده شده است به علت تفاوت‌های لیتولوژیکی با مقطع نمونه است، زیرا در منطقه مورد بررسی حجم نهشته‌های آنراواری کمتر و در عوض روانه‌های گدازه حائز اهمیت بیشتری هستند. به علاوه نوع و شرایط تشکیل نهشته‌های آنراواری نیز با سازند کرج تفاوت دارد. ضمناً بنا به گزارش Annells et al. (1975)، ستبرای محصولات آتشفشانی رسوبی پالئوژن در برشی واقع در شمال باختری قزوین با سن کم و بیش مشابه، به حدود ۶۰۰۰ متر می‌رسد که به نظر بیشترین ستبرای اینگونه نهشته‌ها در تمام کوههای البرز باشد. به همین علت بهتر می‌دانیم از واژه عمومی‌تر «آتشفشانی پالئوژن» به جای سازند کرج استفاده نمائیم.

با توجه به همین تفاوت‌های لیتولوژیکی است که معرفی یک برش نمونه و به کارگیری یک تقسیم‌بندی چینه‌شناسی واحد برای محصولات آتشفشانی (همانند سریهای رسوبی) را ناصحیح دانسته و براین باوریم تقسیم‌بندیهای ارائه شده پژوهشگران قبلی (بمطور مثال معرفی مقطع تپ سازند کرج توسط Dedual (1967)، ردبندی Effekhar Nezhad (1969) و Stocklin and

منطقه آبتروش (شکل ۱) در ناحیه طارم سفلی (۵۰ کیلومتری باختر قزوین) بخشی از یک ناحیه بسیار وسیع دگرسان شده است که به سمت جنوب تا تاکستان و به سمت باختر تا ابهر و زنجان و حتی آنربایجان نیز امتداد دارد. گسترش، شدت و نوع دگرسانی سنگهای آتشفشانی این منطقه به گونه‌ای است که در بسیاری موارد جلوه آن بر ویژگیهای سنگ‌شناسی برتری داشته به طوری که وجود مناطق معدنی فعال و غیرفعال و نیز چشمه‌های آب معدنی و رخنمونهای رنگارنگ در سطح زمین از نتایج این پدیده به شمار می‌روند. با این حال تفسیر چگونگی ایجاد رخنمونهای مزبور بدون شناخت روابط آتشفشان‌شناسی این منطقه که از این دیدگاه نیز قابل توجه است امکان‌پذیر نمی‌باشد. به همین دلیل پژوهشگرانی که پهنه‌های دگرسانی منطقه طارم را بدون ارتباط با چنین مسائلی بررسی نموده‌اند به نتایجی ناست یافته‌اند که بعضی از آنها با شواهد صحرائی، کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی هماهنگی ندارد.

ویژگی دیگر گستره مورد بررسی که برخی از اختصاصات دیگر را نیز تحت کنترل خود قرار داده است، گسله‌های قیمی و حتی فعال هستند که ابتدا به منزله مجاری خروج ماگما (ولکانیسم خطی) و بعدها به عنوان سیستمهای ارتباطی نفوذ و چرخش سیالات گرمابی عمل کرده‌اند. چنین گسله‌هایی بطور عمده از نوع گسله‌های پوزاویه هستند که حرکت آنها باعث تشکیل بلوکهای فرورفته و برآمده (فرازمین و فروزمین) در منطقه شده است. با تشکیل این حوضه‌های فرونشسته محلی، محصولات فورانهای آتشفشانی مختلف در تمام گستره البرز باختری، ضخامت‌های بسیار متفاوت و متغیری را نشان می‌دهند (Annells et al. 1975).

Annelis et al. (1975) بر منطقه طالقان و کوه‌های شمال قزوین ارزش محلی داشته و نمی‌تواند قابل تعمیم در مناطق دیگر باشد. از همین رو نگارندگان معتقدند براساس این انگاره که خواص سنگ‌شناسی و ژئوشیمیایی یک واحد سنگی معرف محیط تشکیل آن است و با علم به اینکه محیط تشکیل (فوران و رسوبگذاری) سنگهای آتشفشانی که خود معلول رخنه‌های تکتونوماگمایی است، در مکانهای مجاور ثابت و در طول زمان متغیر است، می‌تواند مبنایی جهت فهم ارتباطات سنگ چینه‌ای باشد. بر همین اساس آسپابانها و درویشزاده (زیرچاپ) با بررسی و مقایسه چند برش از آتشفشان‌های یاد شده نتیجه گرفته‌اند که می‌توان سنگهای آتشفشانی پالئوژن البرز را به دو مرحله فورانی به طور کامل مشخص و مجزا از هم تقسیم کرد که عبارتند از مرحله فوران زیرآبی و مرحله فوران هوایی. امبردگان بر این پژوهش نتیجه گرفته‌اند که منطقه مورد مطالعه، حاوی محصولات نومین مرحله آتشفشانی یعنی فوران هوایی هستند. اگر چه رخنه‌هایی از محصولات فورانه‌های زیرآبی در مناطق مجاور شناخته و گزارش شده‌اند (Annelis et al. 1975).

### ۳- روابط بین رخساره‌های آتشفشانی

بر گستره آبتروش توالی ستبری از سنگهای آتشفشانی و آذرآواری به چشم می‌خورند. این منطقه از جهت قرار داشتن در مجاورت گودال فرونشسته کوهین شایان توجه است که در واقع گودالی باابعاد قابل مقایسه با یک کالدر (حدود ده کیلومتر پهنا) است. نظیر چنین کالدرایی، به احتمال در تمام ناحیه طارم سفلی به ویژه در مناطق شیرین سو، نهارک و نظایر آن نیز وجود دارد.

سنگهای آتشفشانی آبتروش که در حد فاصل دو نوع از این گودالها (یا احتمالاً پالئوکالدرای کوهین و شیرین سو) با ستبرای زیاد و به حالت متناوب با آذرآواریها قرار دارند (شکل ۲) و شامل داسیت، نهشته‌های آذرآواری ریزشی (اعم از توف، لاپیلی توف و آگلومرا) و تراکی آندزیت‌اند. کمی نورتر یعنی در منطقه ملاعلی - شیرین سو، در زبر این نهشته‌ها سنگهایی با ترکیب تراکی بازالت (شوشونیت) قرار دارند (آسپابانها، ۱۳۷۱). یادآوری می‌شود که در منطقه آبتروش رخنه‌های بخش زبرین دیده نمی‌شود.

ویژگیهای رخساره‌ای نهشته‌های آتشفشانی پالئوژن منطقه آبتروش به

ترتیب خروج به شرح زیر است:

الف) روانه داسیتی؛ که به صورت دم کوله و از طریق شکستگیها و گسله‌های ژرف خارج شده و در مناطق شمالی‌تر (منطقه طوینان) به صورت مشخص‌تری قابل مشاهده است. در سایر مناطق ناحیه طارم

سفلی نظیر این روانه‌های اسیدی به وفور یافت می‌شود. ب) نهشته‌های آذرآواری ریزشی؛ این واحد بطور بسیار مشخص و گسترده‌ای در سراسر منطقه به چشم می‌خورد و از دیدگاه چینه‌شناسی در زبر روانه‌های تراکی آندزیتی و با بین لایه‌ای با آن قرار دارد. این نهشته که مرکب از توف، لاپیلی توف و آگلومرا است، محصول انفجارهای هوایی از طریق شکافهای ژرف است. معیناً نظر به وجود بریچه‌های محلی در کالدرای احتمالی، رسوبگذاری مواد آذرآواری، در محیط خشکی و با محیط بریچه‌ای صورت می‌گرفته است. لذا نوع زبر رخساره در آن قابل تشخیص است. در هر حال ترکیب کلی آن شبیه روانه‌های گدازه بعدی بوده و می‌توان چنین انفجارهایی را مقدمه‌ای برای باز شدن بهانه‌های متعدد و خروج روانه‌های گدازه ثلثی کرد.

نظر به تأکید این مقاله بر روی این نهشته‌ها، ویژگیهای زمین‌شناسی

آنها با توضیح بیشتری به شرح زیر بیان می‌شود:

۱) رنگ خاکستری مایل به بنفش تا خاکستری مایل به سبز

۲) ستبرای متغیر از حدود ۵/۰ تا ۱۰ متر و بیشتر

۳) توده‌ای و تا حدودی دارای لایه‌بندی، بطوریکه انواعی که خاستگاه هیدروکلاستیک دارند لایه‌بندی بسیار مشخصی را عرضه می‌کنند.

۴) دانهدندی تریجی در رخنمون که در مناطقی مانند یوزباشی جای یک رخساره بهانه‌ای را نشان می‌دهند. به طور مسلم در ایجاد چنین ساختی عواملی همچون نیروی پرتاب مواد از نهانه، نوسانهای انرژی فوران، وزن نرات، جهت و قدرت باندهای غالب و نیز تلاطم ستون فوران دخالت داشته‌اند (Francis 1992; Fisher and Schiminike 1984). از طرف دیگر چون فاصله رخنه‌های برشتدانه‌تر (آگلومرا با برش ولکانیکی نهانه) از انواع متوسط تا ریزدانه‌تر (نظیر لاپیلی توف و لیتیک توف) در صحرا چندان زیاد نیست (فاصله افقی حدود ۸ کیلومتر)، لذا با توجه به محاسبات Kerry and Sparks (1986) چنین استنباط می‌شود که ستونهای فورانی پرتاب کننده قطعات آذرآواری که از ارتفاع کمی برخوردار بود، انرژی زیادی نداشته‌اند. زیرا بنا به نظر نامبردگان و نیز یک اصل ساده آتشفشان شناسی، ستونهای مرتفعتر نسبت به ستونهای فورانی کوتاهتر، قطعات با اندازه معین را تا فاصله بسیار نورتری (دهها کیلومتر) پخش می‌کنند.

۵) برنقازی که بلافاصله در زبر روانه گدازه‌های تراکی آندزیتی قرار گرفته‌اند به خاکهای نبرین (Paleosol) که می‌تواند یکی از دلایل هوایی بودن فورانه‌های روانه‌های تراکی آندزیتی است اشاره نمود.

۶) در مقیاس میکروسکوپی، کانی‌های تشکیل دهنده این سنگ شامل نرات لیتیک آندزیتی و تراکی آندزیتی، بلورهای خرد و شکسته شده (کوآرتز، پلاژیوکلاز، سانیدین، کلینوپیروکسن، بیوتیت و آمفیبول سوخته و سایر

کانیهای تیره) همراه با مقدار بسیار کمی (کمتر از ۵٪ حجمی) نرات خربه شیشه‌ها (Shard) هستند که بر مجموع یک بافت آذرآواری را نشان می‌دهند.

(۷) ناپایداری ذاتی زمینه شیشه‌ای، قطعات خرد شیشه‌ها و حتی برخی از قطعات سنگی لیتگونه نهشته‌ها باعث گسترش نسبی کانیهای ثانوی (حاصل از شیشه‌زدایی یا دگرسانی گرمایی و حتی سخت شدن) نظیر کلریت، سربیسیت، کائولینیت (و سایر کانیهای رسی) و آلونیت گردیده است.

(ج) روانه‌های تراکی آندزیتی؛ بالاترین واحد در سری آتشفشانی منطقه آبتروش که نهشته‌های آذرآواری قبلی را می‌پوشاند یک سری روانه‌های سبتر تراکی آندزیتی است که توده‌ای و بنون ساخت داخلی مشخصی است. در هر حال در برخی رخنمون‌ها و نیز مقاطع میکروسکوپی، آثار جریان یافتگی (بافت تراکیتی) دیده می‌شود.

بر مجموع آنچه اهمیت نهشته‌های انفجاری را در چندان و آنها را مهیزبان مناسبی برای ورود ترجیحی سیالات گرمایی (شکل ۴) و بر نتیجه دگرسانی بیشتر و گسترده‌تر (نسبت به سایر واحدها) می‌کند در موارد زیر است:

(۱) تخلخل و تراوایی بسیار زیاد؛ چنانچه می‌دانیم نهشته‌های آذرآواری به دلیل عدم اتصال نرات در هنگام تشکیل از پوکی بسیار زیادی برخوردارند و فقط با گذشت زمان زمین‌شناسی و به علت تحمل سخت شدن و فرآیندهای فشردگی و سنگ شدن بعدی است که با رسوبگذاری یک سیمان رسوبی در بین نرات، از مقدار تخلخل آنها کاسته می‌شود. با این حال همچنان پوکی و در نتیجه تراوایی آنها بسیار بالاست. Goodman (1989) ضمن ارائه تخلخل انواع مختلف سنگهای معمولی، توفها را با داشتن ۴۰ درصد بر ریف پرکترین سنگهای آتشفشانی قرار می‌دهد. بطوریکه طبق داده‌های وی گرانتها بین ۱/۱ - ۰ (انواع تازه و هوازده نشده) تا ۲۰٪ تخلخل دارند. به این ترتیب با صعود سیالات از ژرفا و از طریق شکستگیها، بهتر و سریعتر وارد این سنگها می‌شوند (شکل ۲).

(۲) ناپایداری ترمودینامیکی؛ وجود شیشه‌های آتشفشانی یکی از فازهای بسیار فراوان و شایع در سنگهای آذرآواری است که به شکل‌های مختلف از جمله ماده زمینه‌ای، و حتی در داخل قطعات سنگی به وفور بافت می‌شود. این ماده سیلیکاتی به علت تغییر ناگهانی از فاز مذاب به فاز جامد طی سردشدگی سریع، ساختمان داخلی بسیار ناپایداری دارد. یعنی چهار وجهی‌های  $SiO_4$  با پیوند بسیار سست به یکدیگر متصل شده‌اند و بین آنها فضای خالی به نسبت زیادی وجود دارد. به همین علت با کوچکترین تغییر شرایط تغییر وضعیت می‌دهند، به ویژه اگر همراه با وقوع فرآیندهای

شیمیایی از طریق نشست سیالات گرمایی باشد. زیرا در این صورت ماهیت آبگین این سیالات و نیز رمای بالای آنها و آهنگ انجام واکنش را تسریع می‌کند.

(۳) ساختهای تکتونیک: ماهیت تکتونیزه و خرد شدن شدید منطقه همچنان که تمامی رخنمون‌ها و واحدها را تحت تأثیر قرار داده است. به طور مسلم بر واحدهای آذرآواری بی‌تأثیر نبوده است. به علاوه وجود لایمندی، نشست سیالات به موازات سطوح لایمندی را تسهیل می‌کند.

وجود ویژگیهای یاد شده در نهشته‌های آذرآواری باعث گسترش بیشتر زونهای دگرسانی در آنها گردیده است. ولی چنانچه خواهیم دید سایر سنگها (نظیر داسیتها و تراکی آندزیتها) نیز کم و بیش متحمل تغییراتی گردیده‌اند. به علت همین گسترش ترجیحی دگرسانی در افق آذرآواری منطقه، برخی از پژوهشگران (مثل نوایی، ۱۳۶۲) با استناد به پهنه‌بندی افقی زونهای دگرسانی معتقدند کانی‌زایی (به ویژه پهنه آلونیتی) منطقه طارم سیمایی رسوبی داشته، همزایشی است. اگر چه در این نوشتار سعی بر این نیست که به این سوال پاسخ داده شود و فقط شواهدی درخصوص مباحث پیش گفته و توضیح نحوه گسترش انواع زونهای دگرسانی ارائه می‌شود، اما علاوه بر سه مورد گفته شده باید خاستگاه پهنه‌های دگرسانی را در ارتباط با یکدیگر و به ویژه در ارتباط با پیشینه ولکانیسم منطقه و محیط تشکیل سنگهای آتشفشانی (محیط فوران هوایی) جستجو کرد که در این صورت هیچگونه رابطه‌ای با خاستگاه همزایشی آنها ندارد. چه، در صورتی که مجدداً یادآوری کردیم به غیر از نهشته‌های آذرآواری، سایر واحدهای آتشفشانی منطقه متحمل اینگونه تغییرات شده و حتی در داخل آنها کانسارهای اقتصادی با ارزشی پدید آمده باشد، مدل همزایشی تفسیر جامعی را ارائه نمی‌کند. بالاخره یافته‌های ژئوشیمیایی پژوهشگرانی همچون حسینی (۱۳۷۷) و حسینی پاک و همکاران (۱۹۹۴) بر خاستگاه گرمایی بودن این کانسارها صحه می‌گذارد.

#### ۴- انواع پهنه‌های دگرسانی

با توجه به وجود شکستگیهای فراوان و ژرف از یک طرف، و توده‌های نسوزی نیمه‌ژرف از طرف دیگر، مناطق دگرسانی گرمایی به عنوان آخرین تظاهرات حرارتی در منطقه، به نحو چشمگیری گسترش پیدا کرده‌اند. البته ماهیت ولکانیکی سنگهای مهیزبان نیز بر شدت تأثیر دگرسانیها می‌افزاید. چه، ناپایداری ذاتی تشکیل دهنده اینگونه سنگها در برابر تغییرات حرارتی پسروده، مهمترین علت آن است. پهنه‌های دگرسانی تشکیل شده در منطقه آبتروش عبارتند از پهنه سیلیسی، پهنه آرژیلیک و پهنه آرژیلیک پیشرفته. با این حال در داخل پهنه سیلیسی برخی مناطق مجاور، یک نیمه‌پهنه

#### ۴-۲- پهنه‌های آرژیلیک و آرژیلیک پیشرفته

این دو پهنه که با گسترش کانیه‌های اغلب رسی مشخص می‌شوند، در مجاورت بلافاصله زون سیلیسی قرار دارند. زونهای مزبور با در زیرزون سیلیسی واقعند (شکل ۷) و با در مجاور آن (شکل ۸). به هر حال همانگونه که دیده خواهد شد نقش سیالات گرم اسیدی و شستشوی شیمیایی در ایجاد چنین وضعیتی بسیار حائز اهمیت است.

با توجه به داده‌های بدست آمده از تجزیه XRD دو پهنه مورد بحث با مجموعه کانیه‌های زیر مشخص می‌شوند:

پهنه آرژیلیک پیشرفته: کوارتز + کائولینیت + آلونیت + مونتموریلونیت + میکیت

پهنه آرژیلیک: کوارتز + کائولینیت + مونتموریلونیت + میکیت

با این حال تفکیک آنها از یکدیگر به راحتی امکان پذیر نبوده و به صورت تریجی به یکدیگر تبدیل می‌شوند. این پهنه افزون بر گستره مورد بررسی در پهنه‌های مجاور این پهنه از گسترش زیادی برخوردار بوده به عنوان خاک صنعتی و با کائولین مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد و به نظر می‌رسد توان امیدبخشی در آن وجود داشته باشد. اگر چه همراهی پهنه سیلیسی با دو زون دیگر یک پدیده همیشگی در منطقه نیست. ولی پهنه سیلیسی به عنوان پوششی مقاوم، پهنه آرژیلیک را در برابر فرسایش حفظ می‌کند. در غیراین صورت سنگهای آرژیلی شده به صورت لایه‌ای سفید تا کرم رنگ بخش مهمی از سنگها را پوشانده‌اند.

#### ۴-۳- غنی شدگی برون زاد (Supergene)

در اثر وقوع فرآیندهای ژئوشیمیایی بعد از حوادث گرمایی، نهشته‌ها دچار فعل و انفعالاتی شده، تغییراتی در تمرکز اولیه آنها صورت می‌گیرد. از این رو به علت حساس بودن شدید زونهای دگرسانی فوق و جلال بودن اغلب متشکلین آنها بر آبهای فرورو (که بطور مثال تفاوت pH سیالات با pH محیط تشکیل محصولات دگرسانی نقش مهمی در این پدیده دارد) کانیه‌های قابل انحلال (مانند آلونیت) از طریق آبهای فرورو می‌توانند از ترازهای بالاتر به ترازهای پایینتر حمل شده و در صورت مساعد بودن شرایط جهت رسوبگذاری مجدد، در افقهای دیگر از محلول جدا شوند و همین باعث غنی‌شدن مناطقی که قبلاً دارای آلونیت برون زاد (Hypogene) بوده‌اند می‌شود.

از طرف دیگر در همین مناطق غنی شده برون‌زاد، به همراه آلونیت

آلونیتی نیز به چشم می‌خورد که به طور محلی گسترش یافته است. در ادامه ویژگی‌های هر یک از این زونها را بررسی می‌کنیم.

#### ۴-۱- پهنه سیلیسی

در این پهنه سنگها به شدت سیلیسی شده‌اند به نحوی که حتی در برخی موارد آثاری از کانیه‌ها و بافت سنگ قبلی را نمی‌توان دید. با وجود شدت بسیار زیاد دگرسانی سیلیسی در سنگهای میزبان و محور آثار قبلی، در بعضی موارد می‌توان برخی ویژگیهای سنگ‌شناسی سنگ اولیه (نظیر لایه‌بندی اولیه توف قبل از دگرسانی، آثاری از نرات لیتیک و بلورها و نیز شیمی از بافت سنگ اولیه) را پیدا کرد (شکل ۴). در بسیاری موارد تنها کانی تشکیل دهنده سنگهای این پهنه کوارتز ریز بلور و نهان بلور است. در چنین مواردی سنگ مزبور، سفید رنگ، متراکم و یکنواخت و با درصد سیلیس بالا ( $SiO_2 > 95\%$ ) است که بطور مثال در منطقه پوزباشی جای به عنوان معدن سیلیس از آن بهره‌برداری می‌شود.

یک رخنمون دلثمی و در عین حال جالب در اغلب زونهای سیلیسی، وجود نوعی برش با بافت پازل است. همانگونه که در شکل ۵ دیده می‌شود این سنگ حاوی قطعات زاویه‌داری است که بدون تحمل کمترین جابجایی، سیالات هم‌ترکیب بعدی را در میان خود جا داده است. با وجود آنکه ویژگی‌های این برش با یک برش گسلی مطابقت ندارد (بطور مثال یکنواخت بودن قطعات متشکله، جابجایی آنها و نیز مشابه بودن سیمان بهم چسباننده نرات)، ولی در مناطق شکسته و خرد شده گسلی دیده می‌شود. (Jebrak 1997) در توضیح علت تشکیل چنین برشی آن را به شکستگی هیدرولیک ارتباط می‌دهد. از دیدگاه او، افزایش فشار سیال در داخل رگه به ویژه اگر از مقاومت سنگ فراتر رود، منجر به شکسته شدن سنگ و نفوذ سیال در بین قطعات می‌شود که در پایان موزائیکی از قطعات خرد شده ایجاد می‌گردد بدون اینکه نرات دچار چرخش زیادی شده باشند.

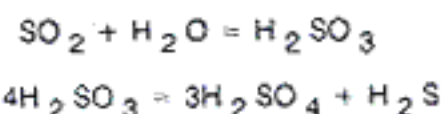
#### ۴-۱-۱- نیم‌پهنه آلونیتی

گرچه در گستره مورد بررسی چنین پهنه‌ای گسترش زیادی نیافته است. ولی در داخل پهنه سیلیسی مناطق مجاور (مانند زاجکان، تاکند و سیردان) کانی سوزنی و ریز آلونیت همراه با بلورهای ریز کوارتز و نیز در داخل شکستگیها و حفره‌ها به چشم می‌خورند (شکل ۶).

بروززاد، ژاپس نیز به وفور یافت می‌شود که دلیل فعالیت زیاد یون سولفات در این آبهای فرورو می‌باشد. (Dill et al 1997).

## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

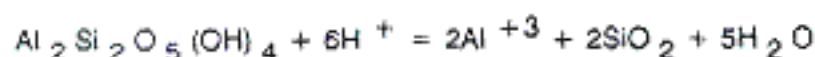
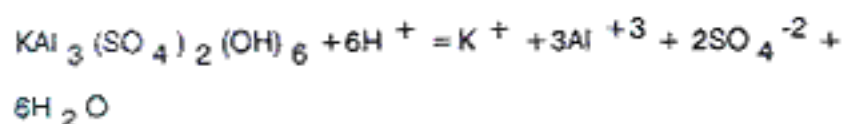
وجود انحصاری سیلیس در اغلب زونهای سیلیسی منطقه آبتروش و با همراهی آن با آلونیت، پژوهشگرانی همچون Keseler (1997) و Stoffergen (1987) را متقاعد ساخته است که چنین مناطقی توسط محلولهای اسیدی با pH پایین مورد شستشوی شیمیایی قرار گرفته و از بیشتر عناصر قابل انحلال تهی شده‌اند. محلولهای بسیار اسیدی لازم برای این کار یا توسط اکسیداسیون سطحی  $H_2S$  و یا ورود همپوزن گازهای ماگمایی اکسیدان ایجاد می‌شود (Stoffergen 1987). همچنین Elston (1994) و Heald et al. (1987) بر این باورند که گاز  $SO_2$  موجود در محلولهای اسیدی، در دمای کمتر از ۴۰۰ درجه سانتیگراد و در حضور آب به واسطه واکنش ساده زیر به  $H_2SO_4$  و  $H_2S$  تبدیل می‌شود:



در نتیجه این فرآیندها اسید سولفوریک لازم برای دگرسانی فوق فراهم می‌شود. این پژوهشگران با توجه به کانیهای پهنه سیلیسی، pH محلولهای مزبور را ۲ یا کمتر از آن تعیین کرده‌اند.

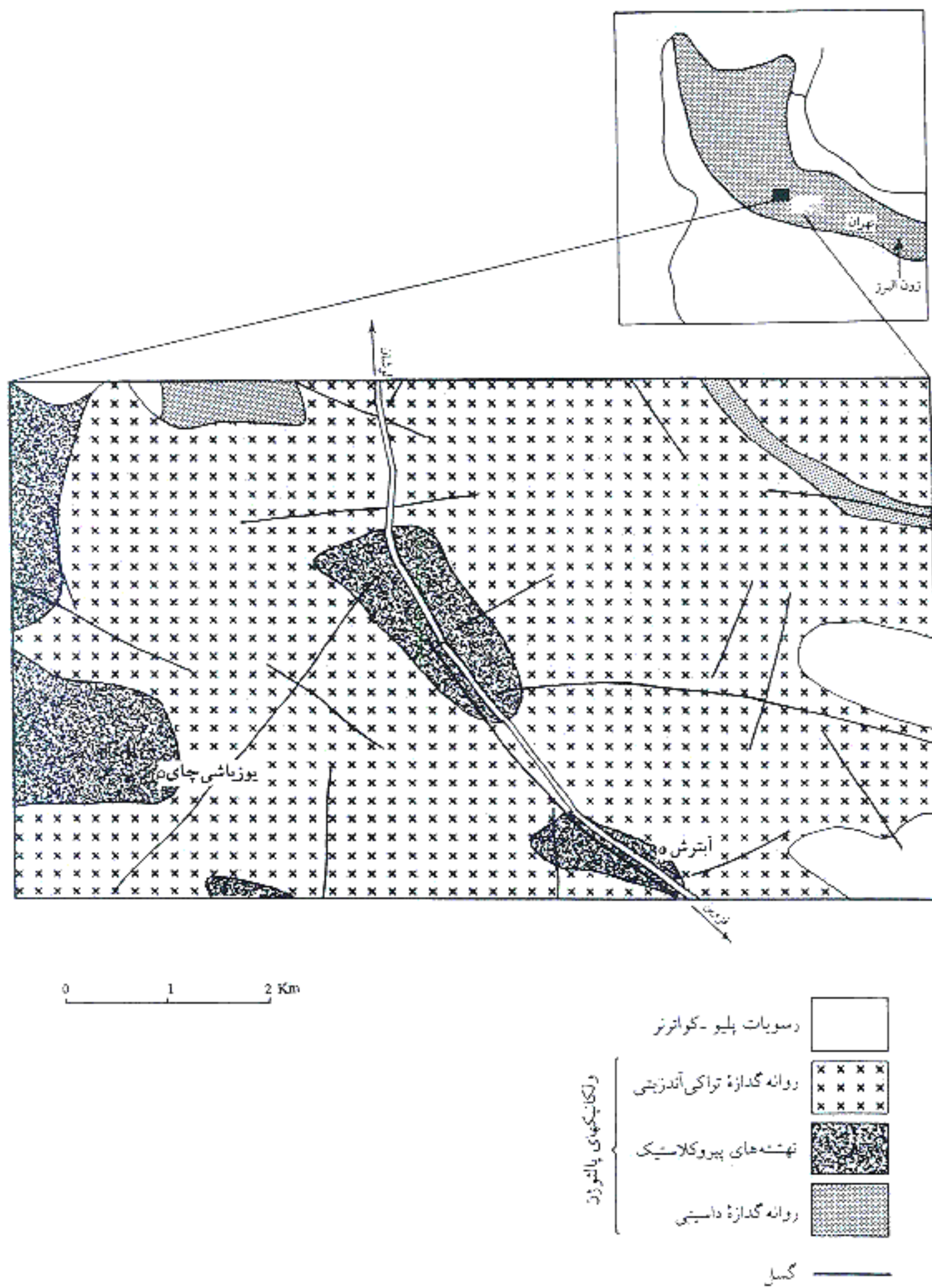
از طرف دیگر اگر تشکیل آلونیت در نیم‌پهنه آلونیتی و نیز پهنه آرژلیک پیشرفته را نیازمند فعالیت زیاد یون  $SO_4$  و در نتیجه ورود محلولهای غنی از اسید سولفوریک بدانیم، پی می‌بریم که مهمترین عامل برای گسترش زونهای دگرسانی پاننده ایجاد چنین محلولهای اسیدی است. ولی با توجه به میزان اسیدیته آن در فعل و انفعال با سنگهای بیرونگیر، نوع محصول دگرسانی نهایی متفاوت است. طی این فرآیند دگرسانی و تجزیه، عناصری نظیر آلومینیم، پتاسیم و سدیم می‌توانند از کانیهای اولیه (به ویژه فلنسیپاتها) جدا شده وارد محلول گردند و بعدها با مناسب شدن شرایط در محیطی دیگر، کانی جدیدی را بسازند که به عنوان مثال می‌توان به کائولینیت و آلونیت اشاره کرد که کانیهای مهم زونهای آرژلیک و آرژلیک پیشرفته هستند. از طرف دیگر پایین بودن بسیار زیاد

pH مانع از تشکیل آلونیت (و یا کائولینیت) در پهنه سیلیسی می‌شود که طی آن آلومینیم حاصل از تجزیه کانیهای آلومین دار سنگ (به ویژه فلنسیپات) از سنگ خارج می‌شود و یا در صورت وجود قبلی آلونیت با کائولینیت در سنگ (در پهنه‌های آرژلیک و آرژلیک پیشرفته) طی واکنشهای زیر که در نماهای حدود ۲۵۰ درجه سانتیگراد صورت می‌گیرند تجزیه می‌شوند (Stoffergene 1987)

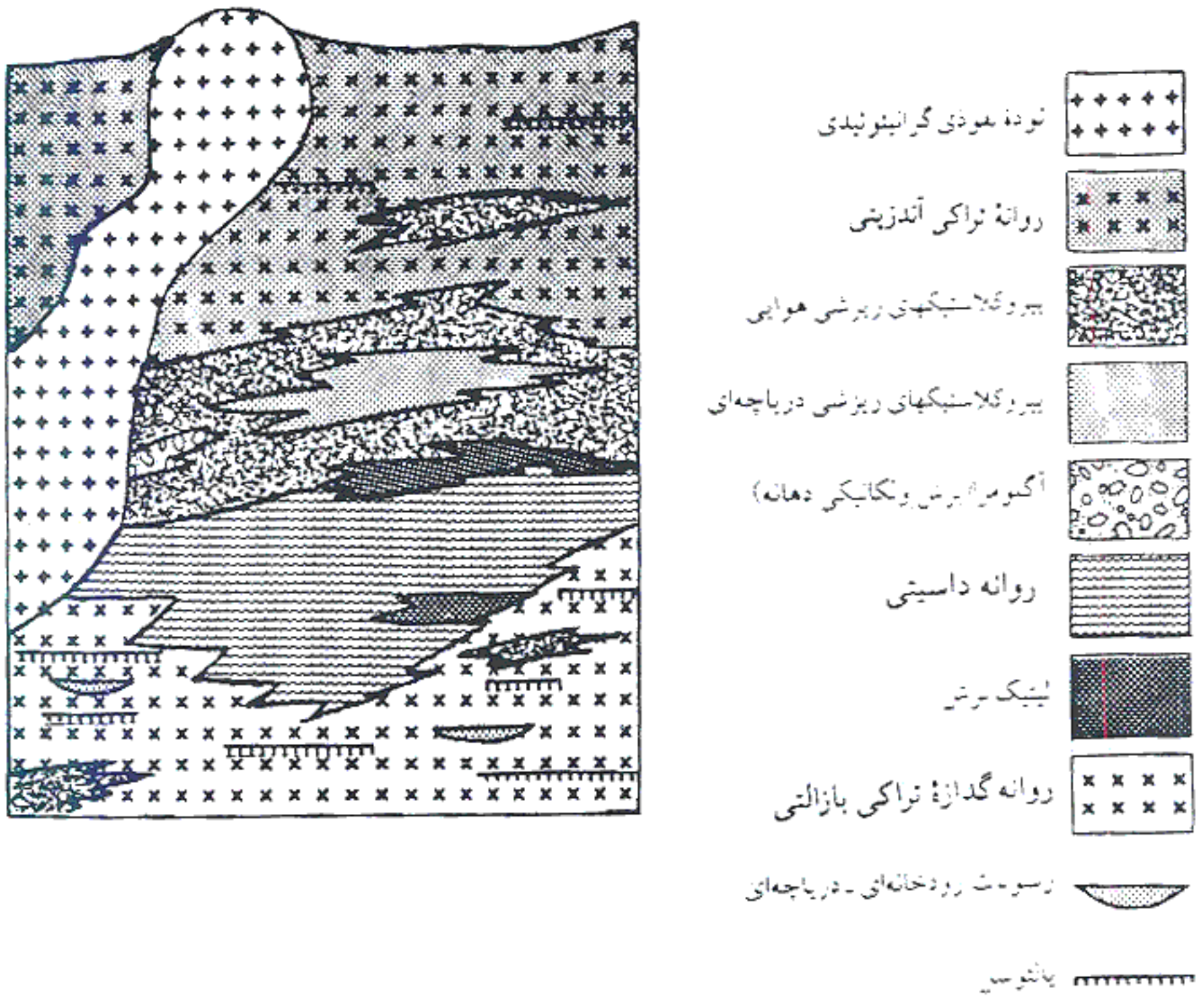


به طور مسلم تشکیل چنین محلولهای اسیدی می‌تواند در ارتباط با سیالات پسماندی حاصل از تحولات ماگمایی منطقه باشد که ضمن ایجاد محلولهای گرم و فعال (از نظر شیمیایی) و اختلاط با آبهای جوی، زمینه دگرسانی گسترده سنگهای آتشفشانی منطقه کالدرایی مزبور را فراهم کرده است. زیرا چنین منطقه خود شده‌ای که شکستگیهای آن زمینه خروج ماگما و مواد مذاب را به سطح زمین فراهم کرده است. نقش مناسبتری در مورد به چرخش برآوردن سیالات گرمابی دارند.

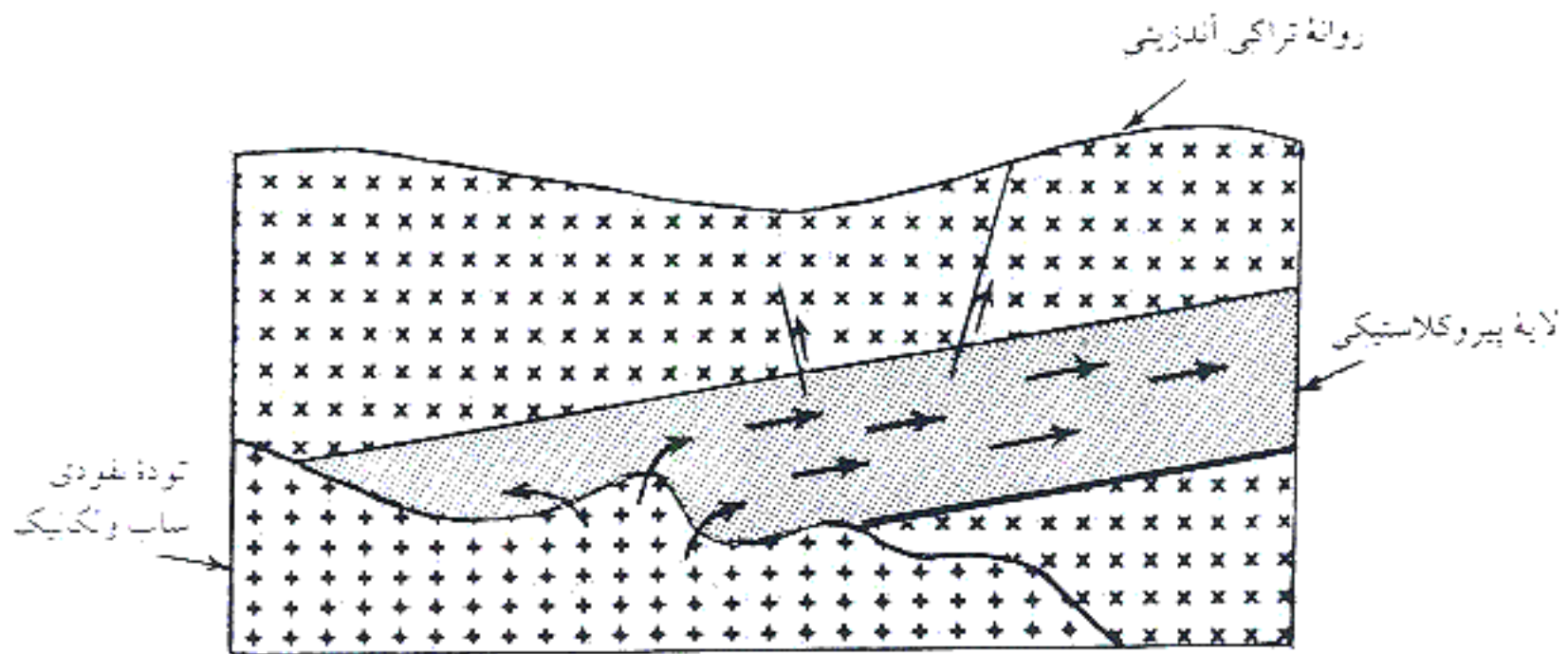
مطالب یاد شده و توالیهای زونهای دگرسانی منطقه، با نظایر اپی‌ترمال نوع اسید سولفات در رده‌بندی (1987) Heald et al. و نهشته‌های با سولفیداسیون بالا در نامگذاری (1997) Kesler مطابقت نسبی دارد. بررسیهای انداختهای سهال در یک نمونه از پهنه سیلیسی توسط حسینی (۱۳۷۷) دمای همگن‌سازی ۲۷۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد و ترکیب هیدروکربناته سدیک - سولفات را برای محلولها بدست داده است که بر شرایط فوق صحنه می‌گذارد افزون بر آن نام منطقه آبتروش به علت وجود چشمه‌های اسیدی در منطقه که بعضی از آنها فعالند و حضور نهشته‌های سولفور به صورت بین لایه‌ای در آنراوارها یا در درز و شکافها مؤید این نکته است. از طرف دیگر (1994) Elston و (1987) Heald et al به ارتباط تنگاتنگ اینگونه نخابر اپی‌ترمال با شرایط کالدرایی اشاره کرده، منبع حرارت و سیالات ماگمایی را گنبدیهای گدازه‌ای و توده‌های نفوذی کم ژرف می‌دانند. یافته‌های حاصل از اینکه پژوهش نیز وجود ارتباط نزدیک بین دگرسانی و تزریق توده‌های نفوذی کم ژرف در منطقه طارم را به خوبی نشان می‌دهد.



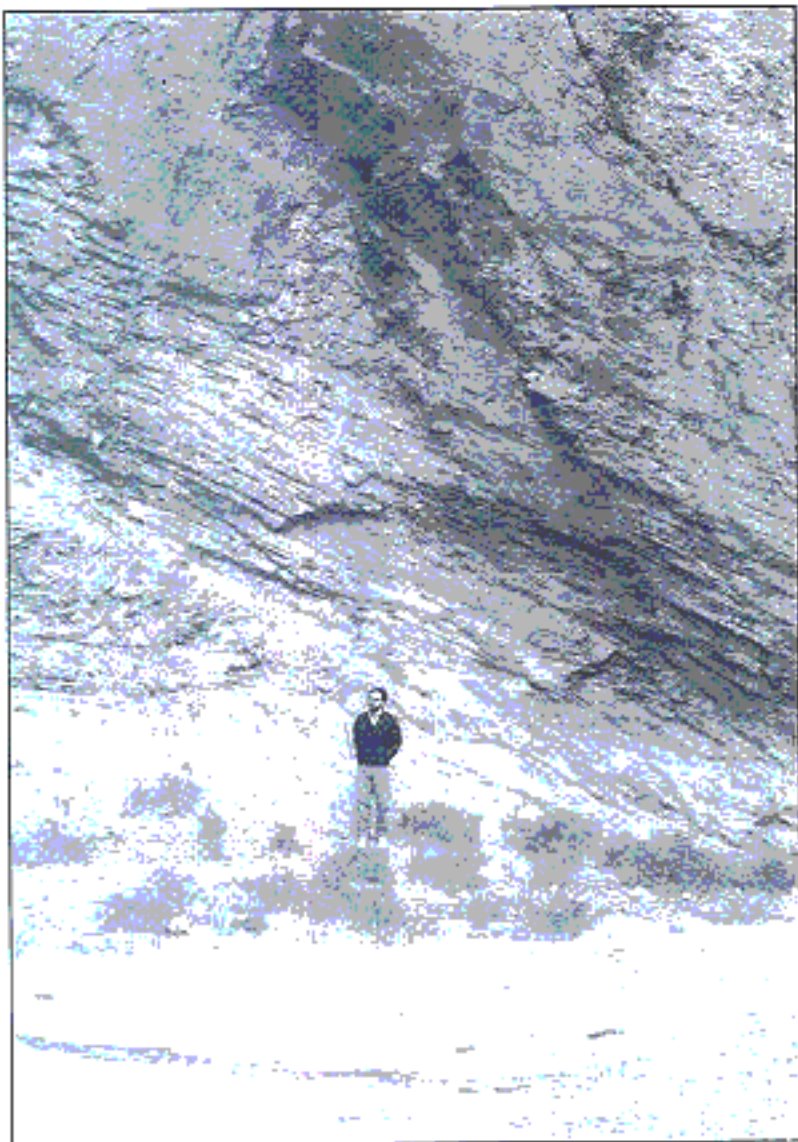
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین‌شناسی منطقه آتشفشانی آبرش - یوزباشی چای



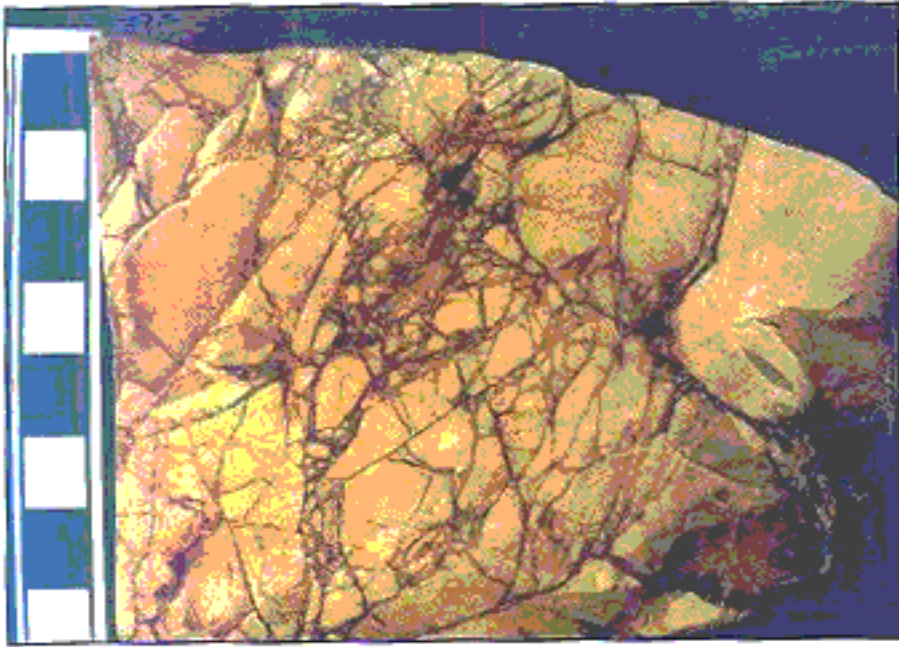
شکل ۲- نمودار متقابل (ایتراکتو) رخساره‌ای - چینه‌شناسی منطقه آتشفشانی آبتروش (۵۰ کیلومتری باختر قزوین).



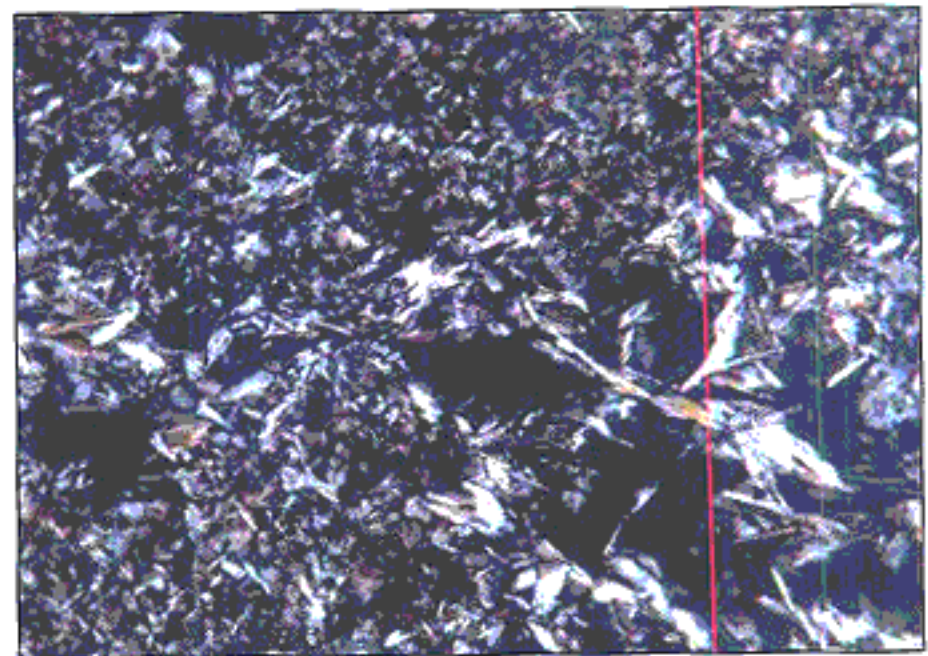
شکل ۳- نمایش شماتیک نفوذ راحت‌تر سیالات گرمایی به داخل واحد آذرآواری به جهت دارا بودن تراوایی زیاد که ناشی از انفصال ذرات و متشکلین آن است (بدون مقیاس).



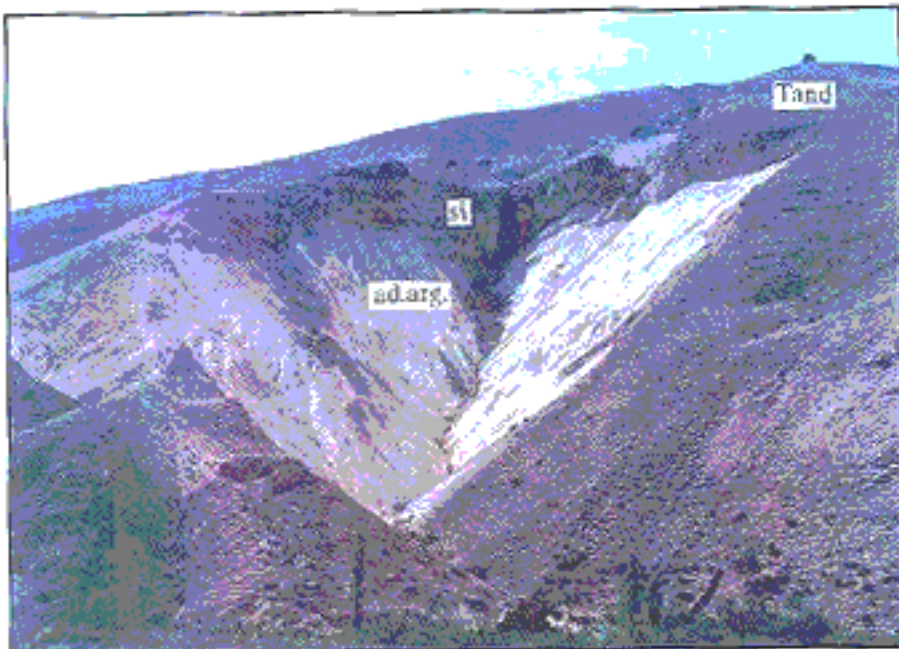
شکل ۴- نهشته‌های پیروکلاستیک به شدت سیلپی شده در منطقه ملاءلی که لایه‌بندی اولیه را به خوبی نشان می‌دهد. شیب لایه‌بندی در جهت شمال (سمت راست عکس) است.



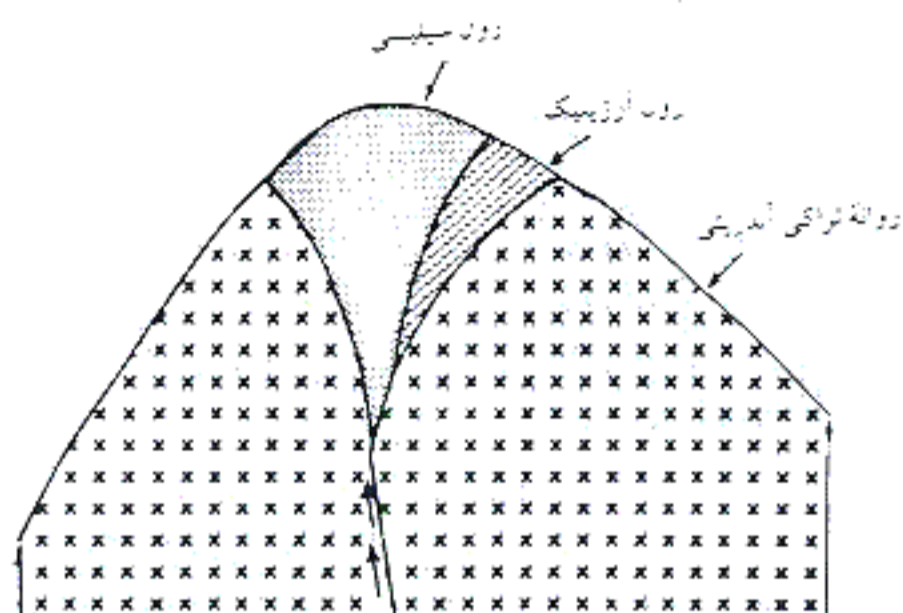
شکل ۵- برش باباقت بازل در زون سیلیسی منطقه سردان



شکل ۶- رشد بلورهای سوزنی درشت آلونیت در داخل حفرات سنگ سیلیسی شده (XPL، طول واقعی تصویر ۲/۵ میلیمتر است).



شکل ۷- توالی زونهای دگرسانی سیلیسی (si) و آرژونیک پیشرفته (ad.arg) و نیز روانه‌های تراکی آنزوتی (ta) منطقه یوزباشی چای



شکل ۸- نمایش شماتیک تزریق محلولهای گرمایی از داخل شکستگیها و تشکیل زون سیلیسی در مرکز منطقه دگرسانی و زون آرزلیک در مجاور آن. چنین وضعیتی در منطقه اسدی به خوبی به چشم می‌خورد. در داخل زون سیلیسی، رخنمونهای برش پازل نیز وجود دارند که برای ساده شدن تصویر، نشان داده نشده‌اند (بدون مقیاس).

## کتابنگاری

آسیابانها، ع. ۱۳۷۱۰- مطالعه پترولوژی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی منطقه ملاعلی (شمالغربی قزوین)، رساله کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۱۵۲ صفحه.

حسینی، م. ۱۳۷۷- آلونیتزایی در منطقه طارم. دومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران  
دوایی، ا. ۱۳۶۲- موقعیت زون آلونیتزیه بر زمین‌شناسی منطقه طارم. اولین سمپوزیوم معدنکاری

## References

- Annells, R.N. ; Arthurun, R.S. ; Bazley, R.A. and Davies, R.G., 1975- Explanatory text of the Qazvin and Rasht quadrangle map, 1:250000  
G.S.I.Rep. no E3, E4, 94
- Carey, S. and Sparks, R.S.J., 1986- Quantitative models for the fall- out and dispersal of tephra from volcanic eruptions columns. Bull.  
Volcanoe, 48, pp.109-125
- Dedual, E., 1967- Zur geologie des mittleren und unteren karaj-Tales, Zentral Elburz (Iran). Thesis Univ. Zurich 123p.
- Dill, H.G. ; Boss, R. ; Henning, K.H. ; Fricke, A. and Ahrendt, H., 1997- Mineralogical and chemical variations in hypogene and supergene  
kaolin deposits in a mobile fold belt, the central Andes of northwestern Peru. Mineralium Deposita, 32(1997) 149-163

- Elston, W.E., 1994- Siliceous volcanic centers as a guides to mineral exploration: review and summary. *Econ. Geol.* 89(1994) 1662-1686
- Fisher, R.V. and Schmincke, H.U., 1984- *Pyroclastic rocks*, Springer Verlag, 472p.
- Francis, P., 1992- *Volcanoes, a planetary perspective*, Clarendon Press 443p.
- Goodman, R.E., 1989- *Introduction to Rock Mechanics*; John Wiley and Sons, 562p.
- Hassanipak, A.A ; Ghazi, A.M. ; Vanko, D.A. and Wampler, J.M., 1994- Fluid inclusion study of the Ghoncheh- khoran and Zeh-Abad Pb-Zn deposit and K/Ar ages of associated rocks, Qazvin, Iran
- Heald, P ; Foley, N.K. and Hayba, D.O., 1987- Comparative anatomy of volcanic - hosted epithermal deposits: acid-sulfate and adularia-sericite types. *Econ.Geol.* 82, 1-26.
- Jebrek, M., 1997- Hydrothermal breccias in vein-type ore deposits. *Ore Geol. Rev.* 12(1997) 111-134
- Kesler, S.E., 1997- Metallogenic evolution of convergent margins: selected ore deposit models. *Ore Geol. Rev.* 12(1997)153-171.
- Stocklin, J. and Eftekhari Nezhad, J., 1969- Explanatory text of the Zanjan quadrangle map. G.S.I. Rep. no.D4
- Stoffregen, R., 1987- Genesis of acid-sulfate alteration and Au-Cu-Ag mineralization at Summitville, Colorado. *Econ.Geol.*82(1987)1575-1591.

\* گروه زمین‌شناسی - دانشکده علوم - دانشگاه تهران

\*\* گروه زمین‌شناسی - دانشکده علوم پایه - دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

\* Geology Department, Science Faculty, Tehran University

\*\* Geology Department, Faculty of Sciences, Imam Khomeini, s Int. University.