Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, Vol.9, No.2, 1380/2001Autumn

The mechanism of the formation of disequilibrium textures in the Deh-Sard lava flows, south of Baft

Mahdavi, N.S. and Arvin, M.,
Geology Department, Shahid Bahonar university of Kerman, Iran.
arvin@mail.uk.ac.ir

Keywords: *Deh-Sard, Disequilibrium textures, Lava flow, skeletal growth, quench.*

Abstract: The Deh-Sard area is located about 90 km south of Baft in the Kerman province, situated in southern part of Sanandaj-Sirjan zone. It consists of intermittent lava flows (basalt, basaltic andesite and trachyandesite), pyroclastic rocks (various types of tuffs and paloebereccias) and sedimentary rocks (lime stones and shales) of Jurassic age. The Deh-Sard lava flows are essentially composed of plagioclase (both as phenocryst and microlite), clinopyroxene (diopside-augite) and accessory minerals (opaque and apatite). Secondary minerals such as quartz, chlorite and calcite occur both as a materix and as a pore filling minerals. The main textures of the lava flows are microlitic porphyritic, intergranular and intersertal. The plagioclase crystals have disequilibrium characteristics such as sieve texture, resorption phenomena, reaction with magma, corrosion and oscillatory zoning. These are associated with, mineral grindings and formation of Fe-Ti oxides in the cleavage planes of the clinopyroxenes. All of these evidences confirm the formation of disequilibrium conditions as a result of decompression, caused by fast magma uprising toward the earth surface. In the evolution of these crystals, minor processes such as rapid skeletal growth as a result of quench crystallization, effects of PH2O and magma mixing are also played an important rule.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

مجلهٔ بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال نهم، شمارهٔ دو، پائیز و زمستان ۱۳۸۰ از صفحهٔ ۱۰۵ تا ۱۱۶

پژوهشی

ساز و کار تشکیل بافتهای ناترازمند در جریانهای گدازه‌ای ده‌سرد بافت

نجمه‌سادات مهدوی و محسن آروین

بخش زمین‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

(دریافت مقاله ۱۳۸۰/۷/۱۷ دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۰/۱۱/۲۳)

چکیده: منطقهٔ ده‌سرد در استان کرمان، در ۹۰ کیلومتری جنوب بافت و در بخش جنوبی زون سنندج- سیرجان واقع شده است و شامل تناوبی از جریانهای گدازه‌ای (بازالت، بازالتیک آندزیت وتراکی آندزیت)، مواد آذر آواری (انواع مختلف توف و برش‌های قدیمی) و سنگ‌های رسوبی(آهک و شیل) ژوراسیک است که به صورت بین لایه‌ای قرار گرفته‌اند. جریانات گدازه‌ای ده‌سرد از نظر کانی‌شناسی از پلاژیوکلاز (به صورت درشت بلور و میکرولیت)، کلینوپیروکسن (دیوپسید- اوژیت) و کانی‌های فرعی (اپاک و آپاتیت) تشکیل یافته‌اند. کانی‌های ثانوی نظیرکوارتز، کلریت، اپیدوت و کلسیت، هم در زمینهٔ سنگ و هم شکاف سنگها به فروانی یافت می‌شوند. بافت شاخص جریانهای گدازه‌ای به صورت مجموعه‌ای از میکرولیتیک پورفیریتیک، اینترگرانولار، و اینترسرتال است. بلورهای پلاژیوکلاز با انواع مشخصات ناترازمند نظیر بافت غربالی، پدیده‌های جذب، واکنش با ماگما، تحلیل یافتگی، و بعضاً منطقه‌بندی نوسانی دیده می‌شوند. این پدیده‌ها با خردشدگی کانی‌ها و تشکیل اکسیدهای آهن در امتداد صفحات رخ پیروکسن‌ها همراهی می‌شود. همهٔ این شواهد نشانگر وجود شرایط ناترازمند در نتیجهٔ کاهش‌فشار ماگمایی هنگام صعود سریع ماگما به سطح زمین است. عوامل دیگری نظیر رشد اسکلتی‌سریع به‌عنوان نتیجه‌ای از فروچائیدگی، تاثیر فشار بخار آب و اختلاط ماگمایی نیز می‌توانند به عنوان فرایندهای فرعی در تکوین این بلورها نقش داشته باشند.

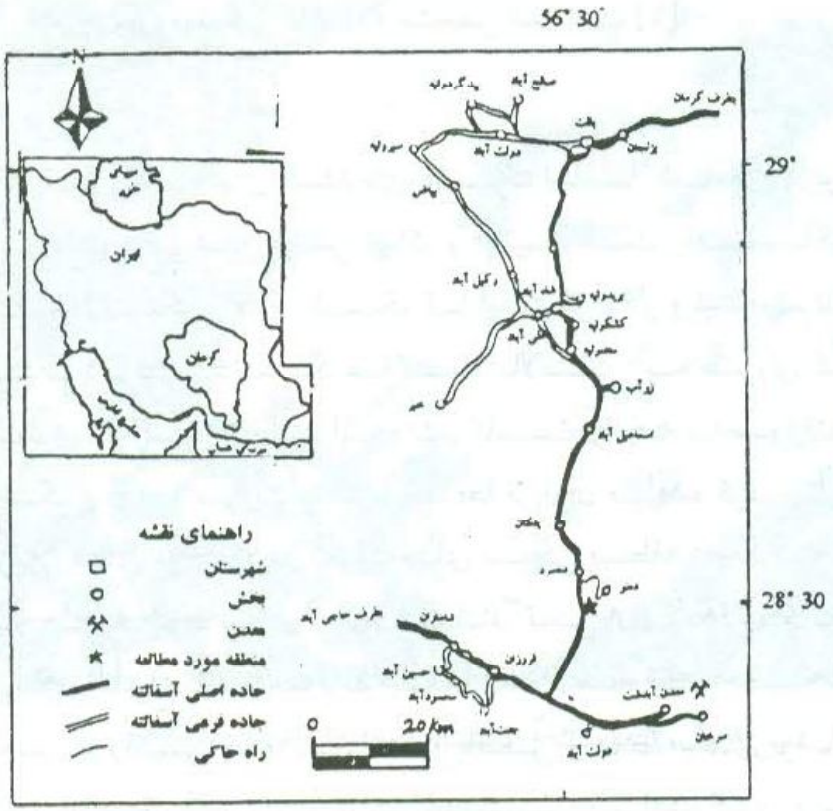
واژه‌های کلیدی: ده‌سرد، بافت‌های ناترازمند، جریانهای گدازه‌ای، رشد اسکلتی، فروچائیدگی

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

مقدمه

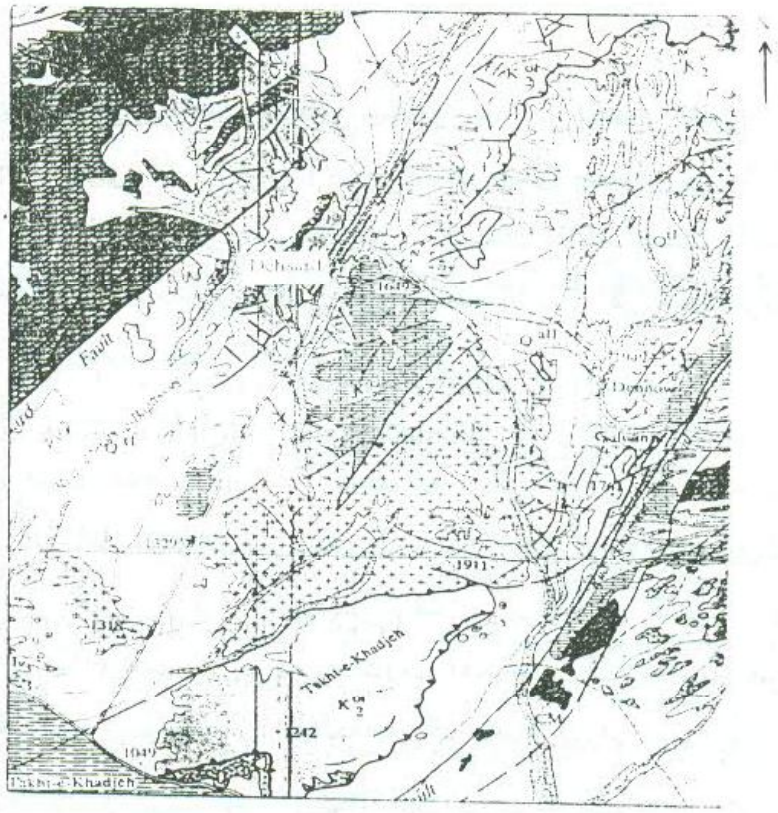
منطقهٔ مورد مطالعه در محدودهٔ شهرستان بافت (در محور بافت- ارزوئیه) بین طول‌های جغرافیایی ´۲۸ °۵۶ تا ´۳۸ °۵۶ و عرض‌های جغرافیایی ´۲۷ °۲۸ تا ´۳۷ °۲۸ و در فاصله ۳۲۰ کیلومتری جنوب غرب کرمان واقع است (شکل ۱). این مجموعه آتشفشانی- رسوبی باسن ژوراسیک بالایی- کرتاسه زیرین در نقشهٔ ۱:۲۵۰۰۰۰ حاجی آباد مشخص شده است (شکل ۲).

این منطقه از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران در بخش جنوبی زون سنندج- سیرجان واقع است. به‌طور کلی این مجموعه سنگی دارای دو گونه سنگ شناسی مختلف است که شامل مواد آتشفشانی(حجم بسیار زیادی از بازالت و بازالتیک آندزیت همراه با مقادیر کمی تراکی آندزیت، توف و برش‌های قدیمی) و سنگ‌های رسوبی(شیل و آهک) است. با توجه به تناوب آهک‌ها و گدازه‌ها، به نظر می‌رسد که مجموعهٔ آتشفشانی- رسوبی مورد مطالعه به یک محیط فورانی زیردریایی تعلق داشته باشد و بدلیل ضخامت نسبتاً زیاد رسوبهای آهکی نیز چنین استنباط می‌شود که زمان استراحت بین فوران‌ها طولانی بوده است [۲].



شکل۱- نقشه راهها به سمت منطقه مورد مطالعه.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]



شکل۲- بخشی از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ حاجی‌آباد که در آن همبافت آتشفشانی- رسوبی دەسرد با علامت + مشخص شده است [۱].

بحث

گردهمایی کانیایی جریانهای گدازه‌ای دەسرد، اساساً شامل پلاژیوکلاز و پیروکسن همراه با کانی‌های فرعی اپاک و آپاتیت است. بافت سنگها نیز از میکرولیتیک پورفیریتیک و هیالوپیلیتیک تا اینترگرانولار و اینترسرتال تغییر می‌کند. شدت دگرسانی در سنگ‌ها نسبتاً بالاست ؛ به طوری که انواع کانی‌های ثانوی کوارتز، کلریت، اپیدوت وکلسیت را چه به‌صورت تشکیل شده در متن سنگ و چه به صورت پرکنندهٔ حفره‌ها می‌توان مشاهده کرد.

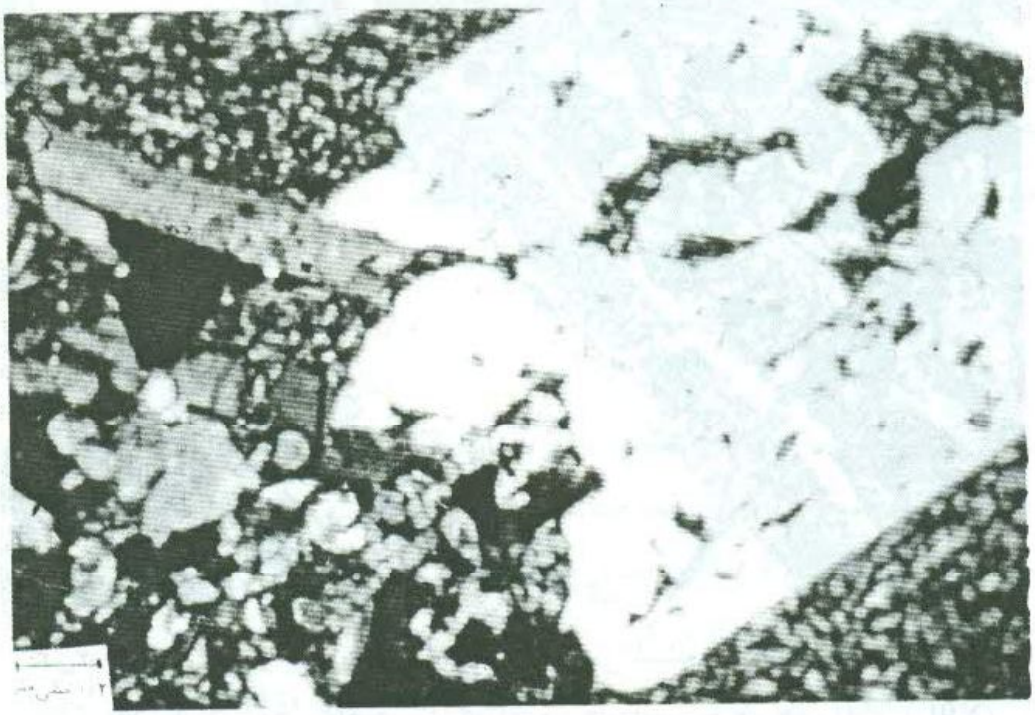
پلاژیوکلازهای موجود در نمونه‌های سنگی منطقه دەسرد، یکنواخت نیستند و مشخصاً مربوط به دو نسل متفاوتند. نسل اول که نسبتاً درشتند و در آنها می‌توان انواع بافت‌ها و فرایندهای ناترازمند نظیر بافت غربالی و فرایندهای جذب، واکنش با ماگما، تحلیل‌یافتگی و منطقه‌بندی نوسانی (فقط در نمونه‌های بازالتیک آندزیتی و تراکی‌آندزیتی)را مشاهده کرد؛ و نسل دوم

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

کوچکتر و دارای ترکیب نسبتا" یکنواختی هستند. این نسل پلاژیوکلازها هیچگونه بافت ناترازمندی را نشان نمی‌دهند.

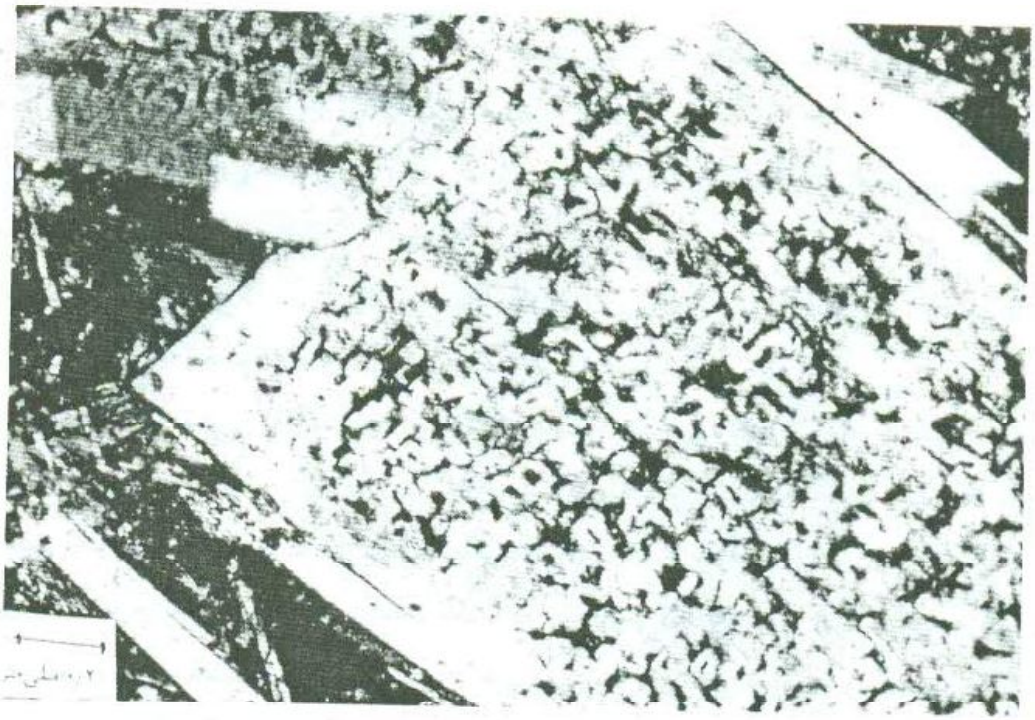
در نمونه‌های سنگی منطقه ده‌سرد بافت‌های ناترازمند مذکور به سه حالت دیده می‌شوند:

- حالت اول تحلیل‌یافتگی پلاژیوکلاز، بدون ورودی مواد خارجی است؛ به طوری که سطوح تحلیل یافته قابل تشخیص‌اند (عکس ۱).
- حالت دوم تحلیل یافتگی پلاژیوکلاز همراه با ورودیهایی از جنس شیشه است و هیچگونه نظمی در تمرکز ورودیها دیده نمی‌شود (نوعی بافت غربالی). در بعضی موارد این ورودیها به کلریت دگرسان شده اند (عکس ۲).
- حالت سوم تحلیل‌یافتگی که بیشتر در حواشی بلور صورت گرفته، به طوری که مرکز بلور نسبتاً تازه است و ورودیهایی از جنس شیشه و گاهی اکسید آهن، به‌صورت لایه‌ای مرکز بلور را احاطه کرده‌اند. معمولا" این لایه، خود نیز با رشد لایه‌ای از پلاژیوکلاز نسبتاً یکنواخت پوشیده می‌شود (نوعی دیگر از بافت غربالی؛ عکس ۳).

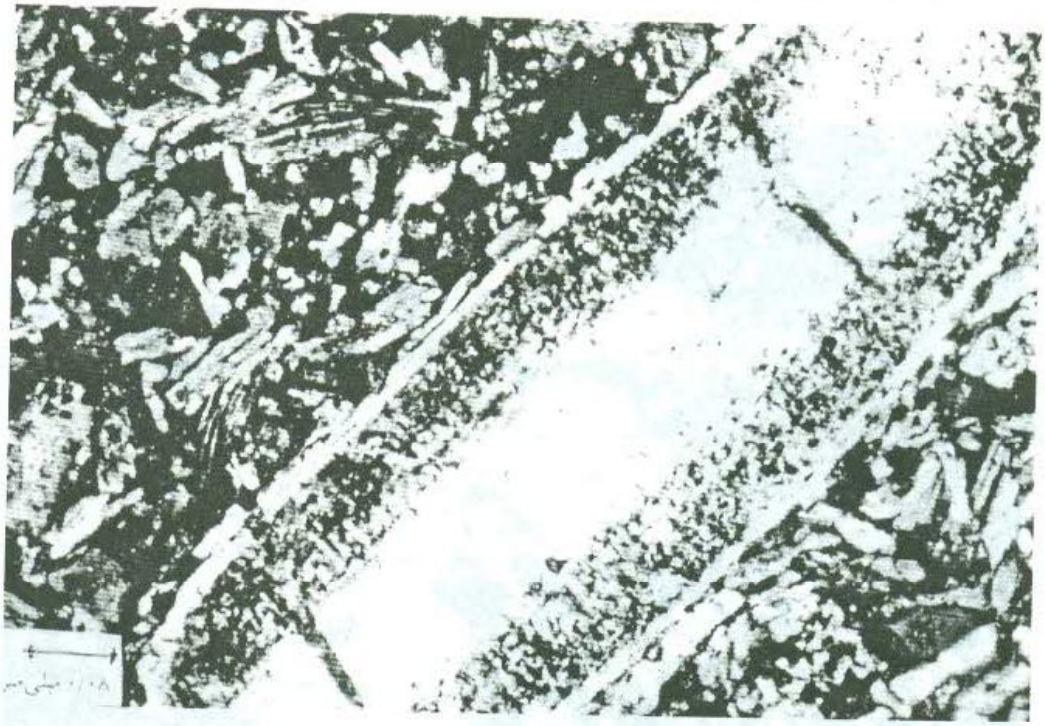


عکس۱- تحلیل یافتگی حواشی بلور پلاژیوکلاز(XPL).

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]



عکس۲- دگرسانی دربرداری های موجود در پلاژیوکلاز به کلریت و اپیدوت (XPL).



عکس۳- فنوکریستی از پلاژیوکلاز با موادی از جنس شیشه و اکسید آهن در حواشی آن که با لایه ای از پلاژیوکلاز نسبتاً یکنواخت رشدیافته پوشیده شده است (XPL).

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

در خصوص نحوهٔ تشکیل این بافت‌ها، باید گفت که بافت‌های ناترازمند ذکر شده عموماً به عنوان یکی از ثبت کننده‌های تغییرات فیزیکی در سیستم‌های ماگمایی‌شناخته می‌شوند. بافت‌های غربالی معمولاً نشانگر بقایای شبکه‌ای از مجاری مرتبط به هم در یک بلور هستند. این مجاری به علت انحلال بلور در نتیجهٔ تغییر شرایط فیزیکی وشیمیایی ماگما در یک محفظه یا مجرای ماگمایی حاصل گردیده و سپس شاره باقی‌مانده در آنها نفوذ کرده است. رشد بعدی پلاژیوکلاز در اطراف بلور تحلیل یافته قدیمی و پوشش کامل آن، باعث قطع محدود ارتباط پلاژیوکلاز اولیه و مواد به دام افتاده در آن، با شاره باقی مانده شده و نهایتاً خروج و سردشدگی کامل ماگما باعث تثبیت آن شده است [۳].

به عقیدهٔ شلی [٤]، همزمان با انتقال ماگما به اعماق کمتر، تحلیل‌یافتگی چشمگیری صورت می‌گیرد. با کاهش فشار، تمام فازها تحت تاثیر انحلال قرار می‌گیرند و پلاژیوکلاز با مواد ماگمایی موجود در حفره‌ها، یک بافت غربالی تشکیل می‌دهد. مشخصاً برخی از درشت بلورها کمتر از دیگر درشت بلورها تحلیل یافته‌اند، بنابراین تصور می‌شود که ماگمای اعماق مختلف سیستم با بخش اصلی ماگمای در حال صعود مخلوط می‌شود. وقتی که ماگمایی در میان هسته‌های بافت غربالی بدام افتد و در هنگام فوران منبسط شود، درشت بلورهای پلاژیوکلاز، خرد می‌شوند. اگر سرعت فوران سریع باشد غیر از شیشه هیچگونه بافت سرد شدهٔ دیگری تشکیل نمی‌شود.

در ارتباط با علت تشکیل بافت‌های ناترازمند معمولاً سه سازوکار مطرح می‌شود:

- رشد اسکلتی سریع به عنوان نتیجه‌ای از فروچائیدگی[۵].

در این حالت موادی عموماً موازی و یا عمود بر تیغه‌های ماکل پلی‌سنتیتیک قرارگرفته و یا درزهای ما بین بلورها را در یک تجمع بلوری قطع می‌نمایند [٦]. این نظریه طرفداران کمی دارد و نسبتاً مطرود است.

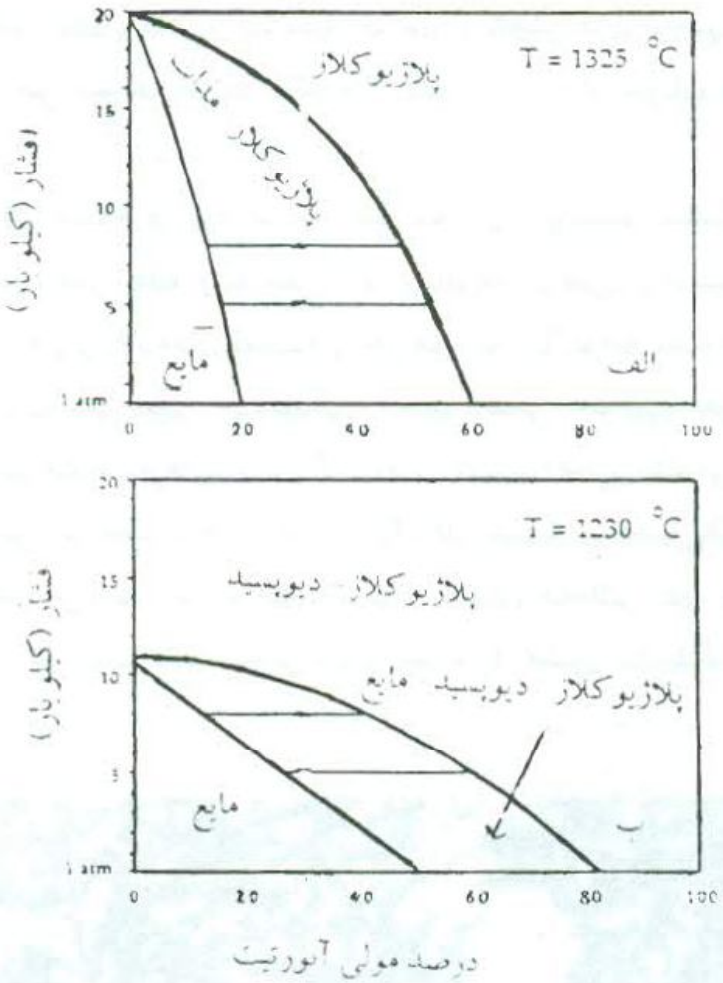
- اختلاط ماگمایی: این فرایند نیز به‌عنوان یک فرایند مؤثر در تشکیل بافتهای ناترازمند در پلاژیوکلازها و دیگر کانی‌ها شناخته شده است. تسوچی‌یاما [۷] ایجاد پوشش‌های غبارآلود را در اطراف مرکزهای سدیک پلاژیوکلازها

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

ناشی از اختلاط ماگمایی می‌داند که در اثر تغییرات انتشاری بین پلاژیوکلازها و مواد مذاب گسترش یافته در کانال‌های ریز پلاژیوکلازها صورت می‌پذیرد. هالسور [۸] معتقد است که وقتی ماگمای بازالتی آبدار به درون ماگمای ریولیتی تزریق می‌شود (اختلاط ماگمایی)، ناپایداری دو ماگما از لحاظ چگالی باعث آزاد شدن مواد فرار در طول تبلور می‌شود. بالاخره اختلاط بعدی این دو منجر به رشد اسکلتی خیلی سریع پلاژیوکلاز در ریولیت و بدام افتادن تکه‌هایی از ماگما می‌شود. آزمایشات تسوچی‌یاما [۷] نشان داده است که گرم شدن پلاژیوکلاز در دمای بالاتر از دمای لیکیدوس باعث حل شدن این درشت بلورها و گردشدن شکل آنها می‌شود. اگر درصد آنورتیت درشت بلور کمتر از درصد آنورتیت پلاژیوکلاز در حال تعادل با ماده مذاب باشد، سطوح خورده شده موجود در یک بافت غربالی، به‌صورت ناهموار و برجسته در می‌آیند و با ماگما پرمی‌شوند. در این صورت پلاژیوکلاز با مایع واکنش می‌کند و کلسیم‌دار می‌شود. اگر ماگمای اسیدی و بازی با همدیگر مخلوط شوند، فلدسپار سدیک موجود در ماگمای اسیدی حل می‌شود، و بافتهای غربالی پدید می‌آیند و نهایتاً بخشهای خورده شده، دراثر واکنش کلسیم‌دار می‌شوند. وقتیکه تبلور به پایان می‌رسد، بافت غربالی با رشد پلاژیوکلاز کلسیم‌دار شکل‌دار، پوشیده می‌شود. پلاژیوکلاز کلسیم‌دار در ماگمای باریک‌تر، همگام با سردشدن ماگما در طی اختلاط ماگمایی به رشد خود ادامه می‌دهد؛ ولی رشد بلورهای شکل‌دارتر باعث سدیک‌تر شدن آن می‌شود. با توجه به ترکیب سنگ‌شناسی محدود جریانهای گدازه‌ای ده‌سرد و عدم وجود شواهد دیگر دال براختلاط ماگمایی، به نظر می‌رسد که این فرایند نمی‌تواند توجیه کنندهٔ تشکیل بافتهای ناترازمند در این منطقه باشد و فقط می‌توان نقش آن را به‌صورت فرعی و در قالب تغذیه دوباره ماگما از محفظهٔ ماگمایی در نظر گرفت.

-کاهش سریع فشار ماگمایی: تاثیر افت سریع فشار ماگمایی در تغییر ترکیب پلاژیوکلازها، از جنبه‌های مختلفی قابل بررسی است. استفان و همکاران [۳] نشان دادند که در یک سیستم تکدما (فشار جانبی در مقابل ترکیب شیمیایی) برای پلاژیوکلازها، با کاهش فشار، ترکیب شیمیایی غنی از آنورتیت خواهد شد، اما به علت شیب نزدیک به قائم منحنی‌ها، این تغییرات چندان قابل توجه نیستند (شکل ۳). حضور

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]



شکل۳- سیستم تکدمای پلاژیوکلاز در دو حالت مختلف:

الف- در $^{\circ}C$ ۱۳۲۵ بدون حضور سازندگان اضافی؛

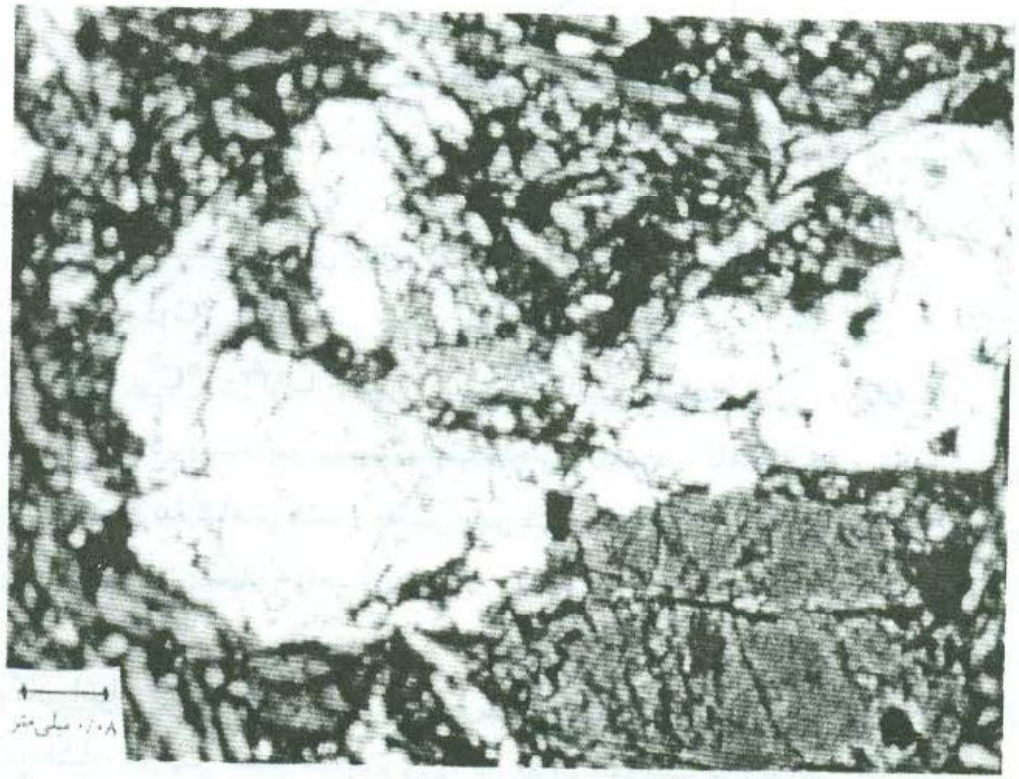
ب- در $^{\circ}C$ ۱۳۲۰ با حضور دیوپسید. چنانکه مشخص است با اضافه شدن دیوپسید به سیستم شیب منحنی‌ها مشخصاً کاهش یافته و در نتیجه با کاهش فشار جانبی افزایش بیشتری در میزان آنورتیت پلاژیوکلاز ایجاد خواهد شد.

سازندگان اضافی نظیر دیوپسید، این نقش را بسیار برجسته‌تر می‌نماید، به طوری که باکاهش فشار، افزایش نسبتاً شدیدتری را در میزان آنورتیت پلاژیوکلاز خواهیم داشت. علت این امر ناپایداری دیوپسید در حین کاهش فشار است. با ته‌نشینی و جذب همزمان پلاژیوکلاز و دیوپسید در سیستم آلبیت- آنورتیت- دیوپسید، ترکیب مایع باقی‌مانده تغییر خواهد کرد.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

به طور کلی پلاژیوکلاز و دیوپسید هر دو با کاهش فشار به‌صورت نیمه‌پایدار در آمده و قابل حل شدنند؛ اما در فشارهای کمتر از ۱۰-۸ کیلوبار، دیوپسید کاملاً ناپایدار می‌شود.

بنابراین در فشارهای نزدیک به حد پایداری دیوپسید، نسبت دیوپسید به پلاژیوکلاز سریعاً کاهش یافته و به تبع آن مایع باقی‌مانده غنی از کلسیم می‌شود. این امر باعث تبلور پلاژیوکلازهای کلسیم‌دار خواهد شد. با توجه به وجود بافت‌های ناترازمند در دیوپسیدها نظیر خردشدگی، تحلیل‌یافتگی حواشی بلور، و تشکیل اکسیدهای آهن در امتداد رخ‌های آن در گدازه‌های دەسرد (عکس ٤)، می‌توان گفت که دیوپسیدهای مذکور مشخصاً متحمل حداقل یک فاز ناپایدار و تحلیل‌یافتگی شده‌اند و در نتیجه به نظر می‌رسد که توجیه تشکیل بافتهای انحلالی در پلاژیوکلازهای سنگ‌های مذکور در قالب تاثیر کاهش فشار همراه با حضور سازندگان اضافی نظیر دیوپسید مناسب باشد.



عکس٤- تحلیل یافتگی و خردشدگی پیروکسن‌های بازالت‌های فاقد حفره در منطقه مورد مطالعه(XPL).

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

یکی دیگر از عواملی که میزان تاثیر کاهش فشار را در تغییر ترکیب پلاژیوکلازهاکنترل می‌کند، درصد آب ماگماست، به‌طوریکه می‌توان اثر کاهش فشار را در سه حالت ۱) ماگماهای خشک ۲) ماگماهای اشباع و ۳) ماگماهای ابر اشباع از آب بررسی کرد. در حالت کلی حضور آب توام با کاهش فشار سبب کاهش چسبندگی ماگما و به تبع آن سقوط منحنی‌های سالیدوس و لیکیدوس و تحلیل‌یافتگی بلورها، سهولت صعود ماگما به سطح زمین و نهایتا" افزایش نرخ انتشار خواهد شد، اما کاهیدگی سریع بخارها در طی‌فوران ماگما باعث صعود منحنی‌های سالیدوس و لیکیدوس شده و در نتیجه، جذب دوباره و تحلیل‌یافتگی متوقف خواهد شد [۳].

با توجه به طبیعت بازیک و عدم وجود کانی‌های آبدار اولیه در سنگ‌های آتشفشانی ده‌سرد، به نظر می‌رسد که میزان آب ماگمای تشکیل دهنده این سنگ‌ها بالا نیست (کمتر از ۳ درصد)، بنابراین سازوکار تغییرات فشار بخار آب همگام با کاهش سریع فشار، نقش مهمی درتشکیل بافتهای ناترازمند در این پلاژیوکلازها ایفا نکرده است.

برداشت

بر اساس آنچه بحث شد چنین استنباط می‌شود که در تشکیل بافتهای ناترازمند در پلاژیوکلازهای سنگ‌های آتشفشانی منطقه ده‌سرد، مهمترین عامل افت سریع فشار ماگمایی همگام با حضور سازندگان اضافی نظیر دیوپسید در سیستم بوده است. تاثیر فشار بخار آب، ناچیز و قابل چشم‌پوشی است. با وجودی که هیچگونه شاهدی مبنی برعملکرد قطعی اختلاط ماگمایی وجود ندارد؛ اما باز هم نمی‌توان نقش اختلاط ماگمایی‌را در تکوین این بلورها به‌طور صد درصد رد کرد [۹].

مراجع

1 - Sabzehei, M. (1994) Geological map of Iran, 1:250000 series, Hadjiabad quadrangle. Geol. Surv. Iran, Thehran.

۲- مهدوی، ن.س، (۱۳۸۰)، پترولوژی، ژئوشیمی و خاستگاه جریانهای گدازه‌ای منطقه ده‌سرد، جنوب بافت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، ۱۳۲ ص.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]

3 - Stephen, T., Nelson, S.T., and Montana, A. (1992) Sieve-texture dplagioclase in volcanic rocks produced by rapid decompression. Am. Mineral, 77: 1242-1249.

4 - Shelley, D. (1993) Igneous and metamorphic rocks under the microscope. Chapman and Hall, University Press, Cambridge, Great Britain, 445 p.

5 - Kuo, L.C., and Kirkpatrick, R.J. (1982) Pre-eruption history of phyricbasalts from DSDP legs 45 and 46: Evidence from morphology and zoning in plagioclase. Contrib. Mineral. Petrol., 79: 13-27.

6 - Dungan, M.D., and Rhodes, J.M. (1978) Residual glasses and meltinclusions in basalts from DSDP legs 45 and 46: Evidence for magmamixing. Contrib. Mineral. Petrol., 67: 417-431.

7 - Tsuchiyama, A. (1985) Dissolution kinetics of plagioclase in the melt of the system diopside albite - anorthite, and the origin of dusty plagioclase in andesites. Contrib. Mineral. Petrol., 89: 1-16.

8- Halsor, S.P. (1989) Large glass inclusions in plagioclase phenocrysts and their bearing on the origin of mixed andesitic lavas at Toliman Volcano, Guatemala. Bull. Volcanol., 51: 271-280.

۹- مهدوی، ن.س.، و آرویـــن، م (۱۳۷۹) پدیـــده‌شناســـی پلاژیوکلازهـــا در جریانهای گـــدازه‌ای دەســـرد بافـــت. فشـــرده مقـــالات هشـــتمین همـــایش انجمـــن بلورشناسی و کانـی‌شناسـی ایـران، دانشـکده علـوم پایـه، دانشـگاه فردوسـی مشـهد، ۳۸۱-۳۷۸ ص.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-13]