

کانی‌های موجود در درز و شکاف‌ها و حفرات سنگ‌های آتشفشانی جنوب غرب ظفرقند (استان اصفهان)

قدرت ترابی*، عبدالرزاق جباری**

*گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان
**دانشجوی دکتری پترولوژی دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

سنگ‌های آتشفشانی جنوب غرب ظفرقند بیشتر دارای سن ائوسن بوده و از نظر ترکیبی در محدوده بازالت تا داسیت هستند. بخش اندکی از این سنگ‌های آتشفشانی را سنگ‌های سری شوشونیتی به خود اختصاص داده‌اند. مطالعه حفرات و درز و شکاف‌های موجود در سنگ‌های با ترکیب شوشونیت، بیانگر وجود کانی‌های تامسونیت، کلسیت، داتولیت، سلادونیت، مسکویت، مزولیت و کلینوزویسیت است. با توجه به وجود این کانی‌ها و در نظر گرفتن فراوانی آنها می‌توان پی برد سیالی که از آن کانی‌های پرکننده درز و شکاف‌ها بوجود آمده، دارای ترکیب شیمیایی پیچیده‌ای بوده و از نظر Na , H_2O , Ca , B , Al , K , OH , CO_2 , Si غنی بوده است.

واژه‌های کلیدی: سنگ‌های آتشفشانی ائوسن، شوشونیت، کانی‌های ثانویه

مقدمه

سنگ‌های متعلق به سری ماگمایی شوشونیتی نیز با حجمی کم بصورت توده‌هایی پراکنده دیده می‌شود که دارای ترکیب آبساروکیت و شوشونیت هستند. بررسی‌های [1] نشان می‌دهد که در این بخش از ایران زمین در زمان ائوسن ۶ فاز آتشفشانی رخ داده است که بجز فاز پنجم که دارای ماهیت شوشونیتی است، سایر فازها متعلق به سری ماگمایی کالک آلکالن هستند.

در جنوب غرب ظفرقند (استان اصفهان) سنگ‌های آتشفشانی ائوسن رخنمون خوبی را از خود نشان می‌دهند. این سنگ‌ها جزیبی از نوار ماگمایی ارومیه - دختر بوده و سنگ‌های ولکانیک آن از نظر ترکیبی در محدوده بازالت تا داسیت است اما آندزیت‌ها دارای فراوانی بیشتری هستند. در این سری آتشفشانی

تهیه گردیده و مطالعات میکروسکوپی صورت گرفت. آنالیزهای نقطه‌ای کانی‌ها (توسط EPMA و LA-ICPMS) و آزمایشات XRD در دانشگاه کاناواوا ژاپن انجام گردید. از دستگاه LA-ICPMS جهت تعیین مقدار عنصر بور (B) در کانی داتولیت، استفاده گردید.

پetroگرافی

آبسا روکیت‌ها: بازیگ‌ترین سنگ‌های موجود در سری شوشونیتی هستند و از نظر کانی شناسی دارای الیومین کلریتی شده، کلینوپیروکسن، پلاژیوکلاز، آنالسیم، مگنتیت، ایلمنیت، آپاتیت، پرهنیت، پومپلثیت، کلسیت و اپیدوت هستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که آنالسیم‌ها از متاسوماتیسم لوسیت بدست آمده‌اند. اگر آنالسیم‌ها که یک کانی سرشار از سدیم هستند محصول تبلور اولیه از یک ماگما باشند، پیروکسن‌های همراه آنها نیز باید سدیم دار می‌بودند نه کلسیم دار. یکنواخت بودن ترکیب شیمیایی آنالسیم‌ها و نداشتن منطقه بندی ترکیبی، بیشتر با نظریه تبدیل لوسیت به آنالسیم در دمای ساب سولیدوس یا ماگمای در حال سرد شدن مطابقت دارد. عدم وجود کانی آبدار دیگری غیر از آنالسیم، و وجود شکستگی‌های فراوان در درون آنالسیم‌ها از دلایل دیگر بدست آمدن آنالسیم‌ها از لوسیت می‌باشد. هنگام تبدیل لوسیت‌ها به آنالسیم ۱۰٪ افزایش حجم رخ می‌دهد که دلیل وجود شکستگی‌های درون آنالسیم‌ها است [5].

شوشونیت‌ها: مشخصه این سنگ‌ها داشتن پلاژیوکلازهای درشت و فراوان است. الیومین‌های کلریتی شده، کلینوپیروکسن، آنالسیم، آپاتیت و مگنتیت نیز سایر کانی‌های این سنگ‌ها هستند. در چند نقطه، این سنگ‌ها دارای درز و شکافها و حفرات فراوانی هستند که در این



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن

شوشونیت‌ها از نظر زمانی متعلق به ائوسن بالایی می‌باشند.

موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن در شکل شماره ۱ آورده شده است.

همان طور که آورده شد سنگ‌های شوشونیتی در منطقه مورد مطالعه دارای حجم کمی بوده اما کانی‌های متنوعی را در درز و شکاف‌های آنها می‌توان مشاهده نمود که نشان از دگرسانی یا دگرگونی درجه پایین دارد. علاوه بر این منطقه، سنگ‌های سری شوشونیتی را بصورت سکاسی کامل‌تر در بخش‌های جنوب غربی منطقه اردستان نیز می‌توان مشاهده نمود که از نظر حجم، تنوع ترکیبی، دگرسانی و کانی شناسی با منطقه مورد بررسی در این نوشته تفاوت‌های فراوانی دارند. در این نوشته به بررسی نوع کانی‌های موجود در درز و شکاف‌ها و حفرات شوشونیت‌ها پرداخته خواهد شد.

روش انجام کار

پس از انجام بررسی‌های صحرایی و نمونه برداری، از نمونه‌های انتخاب شده مقطع نازک صیقلی

کانی‌های موجود در درز و شکاف‌ها و حفرات...

جدول شماره ۱- میانگین نتایج آنالیز نقطه‌ای کانیهای موجود در حفرات و درز و شکاف

| Mineral/Elem. | SiO ₂ % | TiO ₂ % | Al ₂ O ₃ % | Cr ₂ O ₃ % | FeO*% | MnO% | MgO% | CaO% | Na ₂ O% | K ₂ O% | P ₂ O ₅ % | B ₂ O ₃ % | Total |
|----------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|------|------|-------|--------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------|
| 5 Thomsonite | 39.15 | 0.00 | 30.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.77 | 3.58 | 0.02 | 0.05 | --- | 85.65 |
| 3 Calcite | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.01 | 56.12 | 0.00 | 0.01 | 0.39 | --- | 56.66 |
| 6 Datolite | 36.47 | 0.00 | 0.35 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 34.71 | 0.01 | 0.01 | 0.27 | 21.11 | 93.01 |
| 2 Celadonite | 53.11 | 0.03 | 5.16 | 0.00 | 18.39 | 0.05 | 5.89 | 0.14 | 0.01 | 9.71 | 0.00 | --- | 92.50 |
| 3 Muscovite | 46.54 | 0.03 | 35.83 | 0.00 | 0.12 | 0.01 | 0.28 | 0.06 | 0.10 | 10.91 | 0.01 | --- | 93.89 |
| 2 Mesolite | 50.76 | 0.02 | 25.14 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 7.58 | 6.81 | 0.03 | 0.07 | --- | 90.47 |
| 2 Clinozoisite | 38.18 | 0.02 | 26.43 | 0.00 | 7.39 | 0.48 | 0.09 | 23.05 | 0.02 | 0.05 | 0.10 | --- | 95.81 |

جدول شماره ۲: محاسبه فرمول ساختمانی کانی‌های موجود در حفرات و درز و شکاف‌های

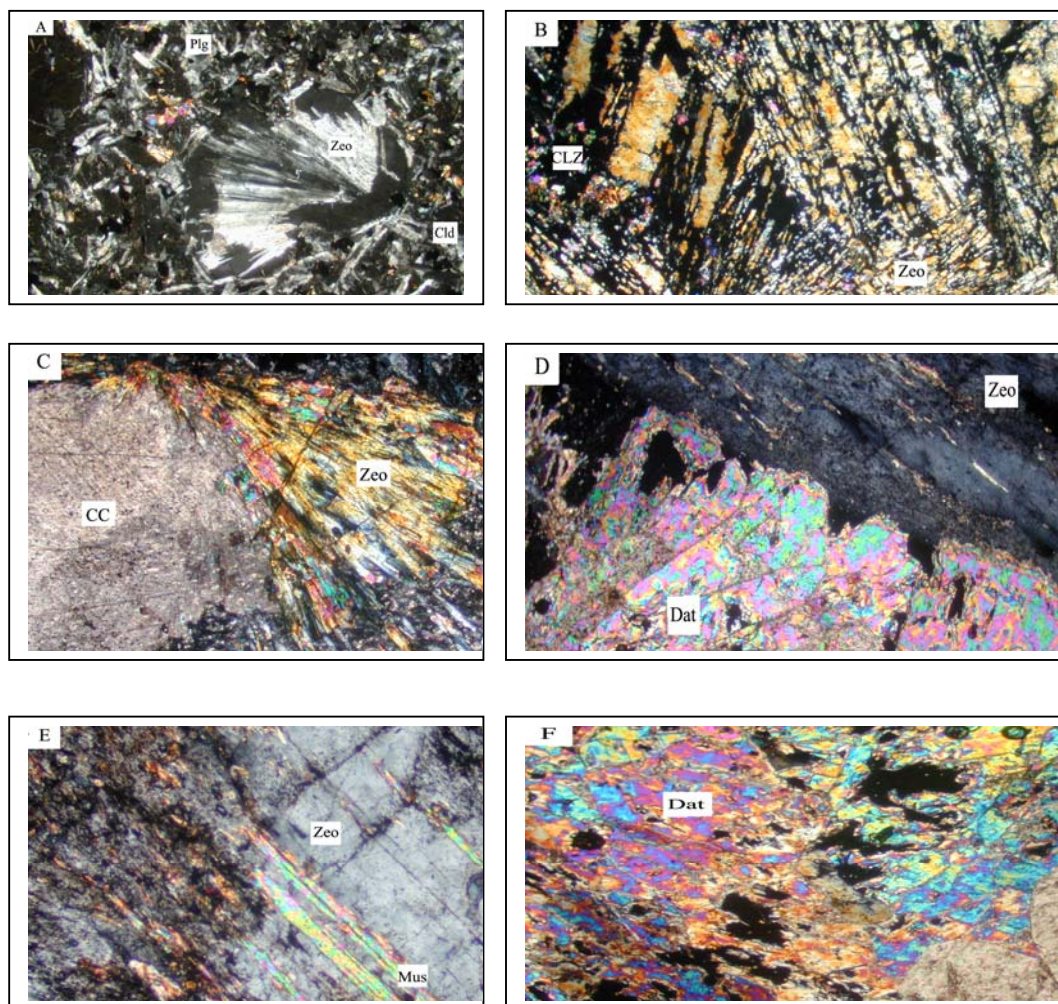
سنگ‌های آتشفشانی جنوب غرب ظفرقند

| Mineral/Elem. | Ox. Atm. | Si | Ti | Al | Cr | Fe | Mn | Mg | Ca | Na | K | P | B | Total |
|----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 Thomsonite | 20 | 5.341 | 0.000 | 4.836 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.867 | 0.947 | 0.003 | 0.006 | --- | 13.00 |
| 3 Calcite | 3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.998 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | --- | 1.00 |
| 6 Datolite | 4 | 0.989 | 0.000 | 0.011 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 1.009 | 0.001 | 0.000 | 0.009 | 0.988 | 3.00 |
| 2 Celadonite | 22 | 7.747 | 0.003 | 0.887 | 0.000 | 2.243 | 0.006 | 1.281 | 0.022 | 0.003 | 1.808 | 0.000 | --- | 14.00 |
| 3 Muscovite | 22 | 6.295 | 0.003 | 5.712 | 0.000 | 0.013 | 0.001 | 0.056 | 0.009 | 0.026 | 1.884 | 0.001 | --- | 14.00 |
| 2 Mesolite | 30 | 9.467 | 0.003 | 5.526 | 0.000 | 0.007 | 0.003 | 0.000 | 1.515 | 2.462 | 0.007 | 0.011 | --- | 19.00 |
| 2 Clinozoisite | 25 | 6.051 | 0.002 | 4.937 | 0.000 | 0.979 | 0.065 | 0.021 | 3.916 | 0.006 | 0.010 | 0.013 | --- | 16.00 |

نوشته به نوع کانی‌های موجود در آنها پرداخته خواهد شد.
[K₂Al₄(Si₆Al₂O₂₀)(OH,F)₄]، کلینوزویست
[Ca₂Al₃(SiO₄)₃](OH)، و زئولیت‌های تامسونیت
[NaCa₂Al₅Si₅O₂₀.6H₂O] و مزولیت
[Na₂Ca₂Al₆Si₉O₃₀.8H₂O]، در حفرات و درز و شکاف‌ها
دارد. آزمایشات XRD نیز بیانگر وجود این کانی‌ها در
نمونه‌های مورد بررسی است.

به منظور شناسایی کانی‌های موجود در حفرات و
درز و شکاف‌های شوشونیت‌ها، علاوه بر بررسی‌های
میکروسکوپی از آنالیز نقطه‌ای کانی‌ها و مطالعات XRD
نیز استفاده گردید. میانگین نتایج آنالیز نقطه‌ای کانی‌ها در
جدول شماره یک آورده شده است. بررسی نتایج حاصل
از آنالیز نقطه‌ای کانی‌ها نشان از وجود کانی‌های داتولیت
[CaBSiO₄(OH)]، کلسیت [CaCO₃]، سلادونیت
[K(Mg,Fe²⁺)(Al,Fe³⁺)(Si₄O₁₀)(OH)₂]، مسکویت
است: تامسونیت، کلسیت، داتولیت، سلادونیت،

محاسبه فرمول ساختمانی کانی‌های موجود در
حفرات و درز و شکاف‌های سنگ‌های آتشفشانی جنوب
غرب ظفرقند نیز در جدول شماره ۲ آورده شده است.
بررسی‌های صحرائی و میکروسکوپی نشان
می‌دهد که فراوانی کانی‌های فوق به ترتیب کاهش چنین
است: تامسونیت، کلسیت، داتولیت، سلادونیت،



شکل شماره ۲- تصاویر میکروسکوپی از کانی‌های موجود در درز و شکاف‌ها و حفرات موجود در شوشونیت‌های جنوب غرب ظفرقند (XPL, 40X).

تصویر A: تصویری از شوشونیت‌های موجود در منطقه با کانی‌های زئولیت (Zeo) و سلادونیت (Cld). به فراوانی پلاژیوکلاز (Plg) در سنگ توجه شود.

تصویر B: تصویری از یک حفره که توسط زئولیت و کلینوزویسیت (CLZ) پر شده است.

تصویر C: تصویری از یک حفره که توسط بلورهای زئولیت و کلسیت (CC) پر شده است.

تصویر D: بخشی از یک رگه که توسط کانی‌های زئولیت (تامسونیت) و داتولیت (Dat) پر شده است.

تصویر E: وجود تیغه‌هایی از کانی مسکویت (Mus) در درون زئولیت تامسونیت بخوبی مشخص است.

تصویر F: بخشی از یک رگه که وجود کانی‌های کلسیت و داتولیت در آن مشخص است.

کانی‌های موجود در درز و شکاف‌ها و حفرات...

آنالسیم و الیون هستند.

تشکیل کانی‌های ثانویه در درون درز و شکاف‌ها و حفرات و یا در متن سنگ‌های آتشفشانی را عده‌ای از زمین‌شناسان محصول آلتراسیون هیدروترمال دانسته و عده‌ای دیگر نیز آنرا محصول دگرگونی بسیار ضعیف می‌دانند [2, 3]. در هر حال هنوز تعریف جامعی از شروع دگرگونی در سنگ‌های آذرین ارائه نشده است.

نتیجه گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد که درز و شکاف‌ها و حفرات شوشونیت‌های آتشفشانی جنوب غرب ظفرقند را کانی‌های داتولیت، کلسیت، سلادونیت، مسکویت، کلینوزویسیت، و زئولیت‌های تامسونیت و مزولیت پر کرده‌اند. از آنجایی که سنگ دربرگیرنده این کانی‌ها دارای ترکیب شوشونیت بوده و از نظر Ca و Al غنی بوده و دارای مقادیر کمی Na می‌باشد، لذا طبیعی است که نوع زئولیت موجود در آنها نیز غنی از Al و Ca بوده و دارای Na نیز باشد (یعنی از نوع تامسونیت و مزولیت). بازیک بودن سنگ دربرگیرنده این کانی‌ها نیز توجیه کننده کلسیک بودن بیشتر کانی‌های موجود در درز و شکاف‌ها و حفرات است. دلیل تشکیل کانی‌های غنی از پتاسیم نیز غنی بودن سنگ در بر گیرنده از نظر پتاسیم است. رخداد این کانی‌ها نشان از ترکیب پیچیده محلول‌های کانی ساز و غنی بودن آنها از نظر OH , CO_2 , H_2O و Ca, Al, B, Na, K, Si می‌باشد.

مسکویت، مزولیت و کلینوزویسیت.

داتولیت کانی کمیاب نروسیلیکات با سیستم تبلور مونوکلینیک (2/m) است که به صورت ثانویه در حفرات سنگ‌های آتشفشانی بازیک و سنگ‌های آذرین که دارای کمبود سیلیس هستند تشکیل می‌گردد [4].

سلادونیت کانی کمیابی است که نوعی میکا با رنگ سبز و سیستم تبلور مونوکلینیک می‌باشد و از آلتراسیون سنگ‌های بازیک تا حدواسط در دگرگونی‌های ضعیف بدست می‌آید [3, 4].

در مورد نوع زئولیت موجود در این سنگ‌ها باید گفت، با توجه به ترکیب سنگ شوشونیت که در حد بازالت آندزیتی و آندزیت بازالتی است و اینکه این سنگ‌ها از نظر Ca و Al غنی بوده و دارای مقادیر کمی Na هستند، لذا طبیعی است که نوع زئولیت موجود در آنها نیز غنی از Al و Ca بوده و دارای Na نیز باشد (یعنی از نوع تامسونیت و مزولیت). بازیک بودن سنگ دربرگیرنده این کانی‌ها توجیه کننده کلسیم دار بودن بیشتر کانی‌های موجود در درز و شکاف‌ها است. دلیل تشکیل کانی‌های دارای پتاسیم در درز و شکاف‌ها و حفرات این سنگ‌ها نیز این است که سنگ دربرگیرنده آنها شوشونیت می‌باشد که یک سنگ غنی از پتاسیم است.

علاوه بر این کانی‌ها که پرکننده درز و شکاف‌ها و حفرات شوشونیت‌ها هستند، کانی‌های ثانویه دیگری همچون پرهنیت، پومپلئیت، اپیدوت و کلریت در متن این سنگ‌ها دیده می‌شوند که این کانی‌ها محصول آلتراسیون هیدروترمال کانی‌هایی همچون پلاژیوکلاز،

منابع

- 5- Preleviċ, D., Foley, S. F., Cvetkoviċ, V., Romer R. L.: The analcime problem and its impact on the geochemistry of ultrapotassic rocks from Serbia, Mineralogical Magazine, V. 68, No.4, 633-648. (2004)
- 1- Amidi, S.M: Etude géologique de la région de Natanz-Surk (Iran, Central), Thèse Ph.D., Univ. Grénoble, France, 316 p. (1977)
- 2- Gottardi, G. and Galli, E.: Natural Zeolite, Springer – Verlag, Berline, 409 p. (1985)
- 3- Klein, C. and Hurlbut, C.S., Jr.: Manual of Mineralogy, Revised 21st Edition: New York, John Wiley and Sons, 681 p. (1998)
- 4- Perkins, D.: Mineralogy, Second Edition, Prentice Hall, 483 p. (2001)