



رخداد رونیت همراه با کلینوپیروکسن در گابروهای تشنیتی کمربن (البرز مرکزی)

رقیه دوروزی^{*}، فریبرز مسعودی، منصور قربانی

دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، اولین، تهران، ایران

(دریافت مقاله: ۹۱/۱۱/۲۵، سخن نهایی: ۹۱/۶/۸)

چکیده: در دامنه‌ی شمالی البرز مرکزی و جنوب روستای کمربن، توده‌ی نفوذی گابروی قلیایی بروزد دارد که در حواشی شامل تراپلیت‌های ریزدانه بوده و به سمت مرکز به تشنیت‌های درشت‌دانه تر تبدیل می‌شود. در تشنیت‌های مورد بررسی کانی رونیت به همراه کلینوپیروکسن دیوپسیدی، ترکیب کانی‌شناسی اصلی سنگ را می‌سازند. در این پژوهش حضور این کانی در سنگ‌های درونی البرز مرکزی گزارش شده و ویژگی‌های کانی‌شناسی، پاراژنز و ماجمای سازنده‌ی آن بر اساس آنالیز نقطه‌ای و آنالیز کل سنگ بررسی شدند. ترکیب رونیت در تشنیت‌های کمربن $\text{Ti}^{IV}\text{Al}, \text{Fe}^{+3}, \text{Fe}^{+2}, \text{Mn}, \text{Mg}_{5.99}(\text{Na}, \text{Ca})_{1.97}(\text{Si}, \text{Al})_{6.02}\text{O}_{22}$ است. سنگ-نگاری و آنالیز این کانی با ویژگی‌های منتشر شده در منابع علمی با رونیت همخوانی دارد. رونیت‌های مورد بررسی دارای مقادیر کم Na^{+} و مقادیر بالای $\text{Ca}^{+4}\text{Al}^{IV}$ هستند که این مسئله می‌تواند نشانگر خاستگاه اولیه این کانی باشد. بررسی‌های مختلف بیانگر وجود پاراژنز پایدار رونیت و کلینوپیروکسن غنی از Al^{IV} است. از جمله فاکتورهای مهم مربوط به تبلور رونیت در ماجمای‌های اشباع شده، مقادیر بالای Al^{IV} و Ti^{IV} و تهی شدگی از Si^{IV} دارد. این در حالی است که کلینوپیروکسن‌های همراه با کانی رونیت نیز غنی شدگی قابل توجهی از Al_2O_3 و TiO_2 و تهی شدگی از سیلیس را نشان می‌دهند. بنابراین با توجه به ویژگی‌های کانی‌شناسی و شیمیایی کانی رونیت و کلینوپیروکسن دیوپسیدی همراه، می‌توان نتیجه گرفت که کانی رونیت در تشنیت‌ها از یک ماجمای قلیایی تحت اشباع غنی از Al^{IV} و Ti^{IV} در فشارهای نسبتاً کم به وجود آمده است. وجود گابروهای قلیایی تشنیتی در جنوب کمربن، بیانگر حضور فاز پلوتونیسم تحت اشباع از سیلیس در یال شمالی البرز مرکزی است.

واژه‌های کلیدی: رونیت؛ تراپلیت؛ تشنیت؛ ماجمای تحت اشباع؛ البرز مرکزی.

رونیت سیلیکات زنجیره‌ای است و در سیستم سه میل متبلور می‌شود [۳]. فرمول کلی آن $\text{X}_2\text{Y}_6\text{Z}_6\text{O}_{20}$ است به طوری که $\text{Y} = \text{Ti}, \text{V}^{\text{VI}}\text{Al}, \text{V}^{\text{VI}}\text{Fe}^{+3}, \text{Fe}^{+2}, \text{Mn}, \text{Mg}$ ، $\text{X} = \text{Na}, \text{K}, \text{Ca}$ ، $\text{Z} = \text{Si}, \text{V}^{\text{IV}}\text{Al}, \text{V}^{\text{IV}}\text{Fe}^{+3}$ است [۴-۶]. تیتان اوزیت، کرسوتیت، دیوپسید، فورستریت، اسپینل، پرووسکیت، نفلین، لوسیت، آنالسیم و تیتانومگنتیت به عنوان کانی‌های همراه معروف شده‌اند [۳]. رونیت تنها کانی گروه سافیرین است که می‌تواند دارای هر دو مقدار $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{+2}) < 0.5$ و $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{+2}) > 0.5$ باشد. بیشتر رونیت‌ها دارای $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{+2}) > 0.5$ هستند و می‌توانند تحت عنوان رونیت

مقدمه
ماجمای‌های قلیایی دارای طیف متنوعی از نظر ترکیب و نحوه تشکیل هستند. از این‌رو کانی‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها نیز دارای تنوع بسیار است. بررسی کانی‌های متنوع این سنگ‌ها می‌تواند منجر به تشخیص ترکیب شمیایی ماجمای‌های قلیایی متفاوت شود. حضور کانی‌های گروه فلدسپاتوئید شاخص عمومی ماجمای‌های قلیایی تحت اشباع از سیلیس است [۱].

رونیت کانی نادری است که به صورت شاخص به عنوان کانی فرعی در سنگ‌های آذرین تحت اشباع از سیلیس یافت می‌شود. این کانی در گروه کانی‌ای سافیرین قرار می‌گیرد [۲].

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۴۹۳۰۵۷۰، پست الکترونیکی: r.dorooshi220@gmail.com

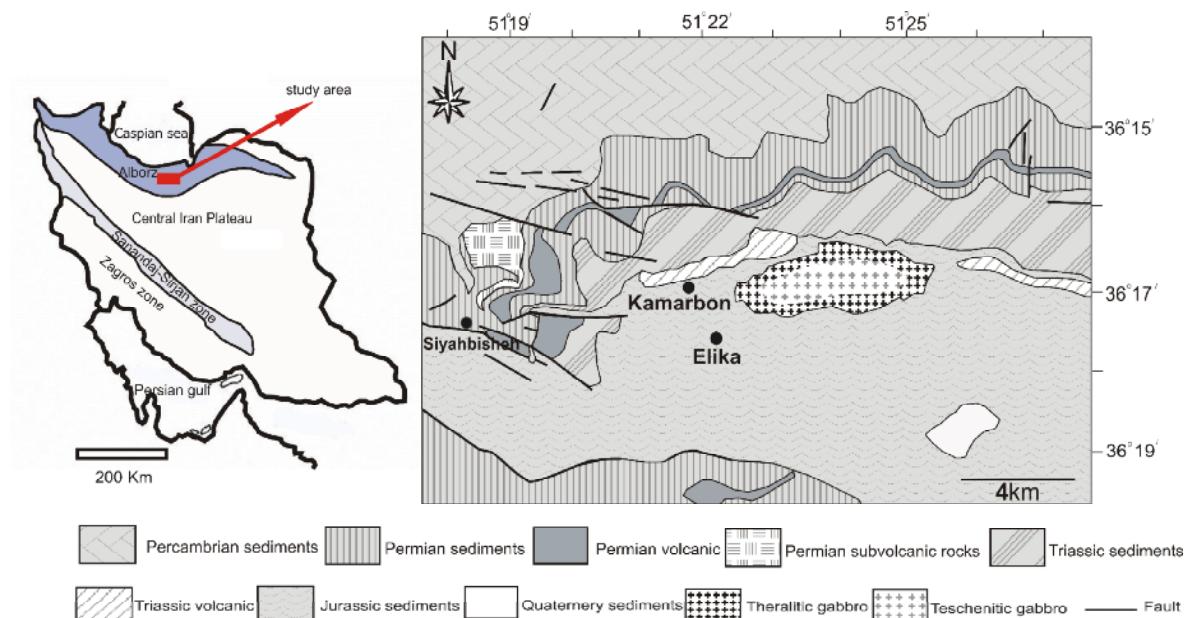
ماگماتیسم قلیایی سازنده‌ی فاز پلوتونیسم در البرز مرکزی را نیز بیشتر نشان می‌دهد.

زمین‌شناسی صحرایی و مشاهدات ناحیه‌ای

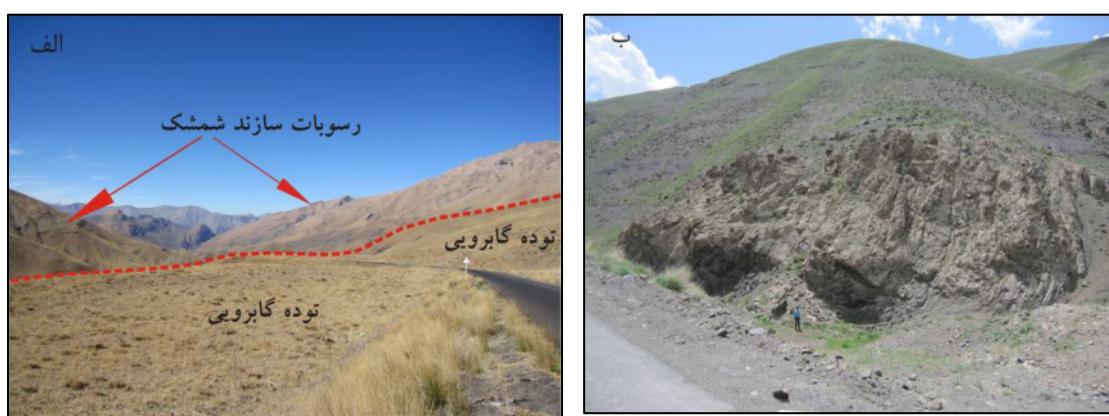
گابروی قلیایی کمرین در دامنه‌ی شمالی البرز، در درون سازند شمشک و در بخش جنوبی دهکده‌ی کمرین دیده می‌شوند (شکل ۱). این گابرو توپوگرافی مسطحی را در صحراء نشان می‌دهند (شکل ۲ الف و ب) و در برخی از قسمت‌ها به وسیله سازند شمشک پوشیده شده‌اند. نفوذ توده‌های کوچک گابرویی متعدد در درون سازند شمشک در مجاور منطقه‌ی مورد بررسی (در نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ بله) گزارش شده است [۲۷]. بنا بر این گزارش به نفوذ توده‌های گابرویی در نقشه‌ی ۱/۱۰۰۰۰۰ بله در واحدهای جوان تر نیز دیده می‌شود، بنابراین سن این توده‌ها می‌تواند حد اکثر به ژوراسیک میانی برسد [۲۷].

توده‌ی گابرویی مورد بررسی در بخش‌های حاشیه‌ای، دانه‌بندی ریز دارد و بافت ریزدانه‌ای در آن نمایان است و اندازه‌ی دانه‌ها غالباً در حد ۱ میلیمتر و یا کمتر از آن است. سنگ‌های ریزدانه حواشی توده دارای کانی‌های الیون، کلینوپیروکسن، پلازیوکلاز، نفلین و آنالسیم است و در واقع دارای ترکیب ترالیتی هستند.

با عضو انتهایی $\text{Ca}_2(\text{Mg}_4\text{Fe}^{+3}\text{Ti})\text{O}_2[\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_{18}]$ نام‌گذاری شوند [۲]. بررسی‌های مختلف کانی‌های همراه با رونیت، بیانگر وجود پاراژنز پایدار رونیت و کلینوپیروکسن غنی از Al است [۷-۱۱] در صورتی که فازهای دیگر همراه با کانی رونیت می‌توانند تغییرات ترکیبی فراوانی داشته باشند و همیشه با این ترکیب کانی‌ای همراه نباشند. رونیت یکی از کانی‌هایی است که با مگماهای قلیایی تحت اشباع از سیلیس دیده می‌شود. این کانی ویژگی‌های شیمیائی مانند میزان Al و Ti مگمای سازنده خود را نشان می‌دهد. این کانی بیشتر در سنگ‌های آتشفشاری از نوع بازانیت و بازلات قلیایی گزارش شده [۹، ۱۰، ۱۲-۲۴] و کمتر در سنگ‌های درونی از نوع گابروهای قلیایی دیده شده است [۲۵]. توده گابرویی کمرین در دامنه‌ی شمالی البرز مرکزی، و جنوب روستای کمرین، رخمنون خوبی دارد (شکل ۱) و ویژگی‌های سنگ‌شناسی خاص سنگ‌های قلیایی را داراست. برونزد این توده‌ی گابرویی قلیایی در درون بخش شیلی و سیلتی سازند شمشک دیده می‌شود (شکل ۱). در این مقاله حضور این کانی نادر در سنگ‌های درونی منطقه‌ی کمرین در البرز مرکزی گزارش شده و ویژگی‌های کانی‌شناسی، پاراژنز و مگمای سازنده آن بر اساس آنالیز نقطه‌ای و آنالیز کل سنگ بررسی شده است. نتایج به دست آمده علاوه بر معرفی بیشتر ویژگی‌های رونیت در سنگ‌های درونی، خصوصیات



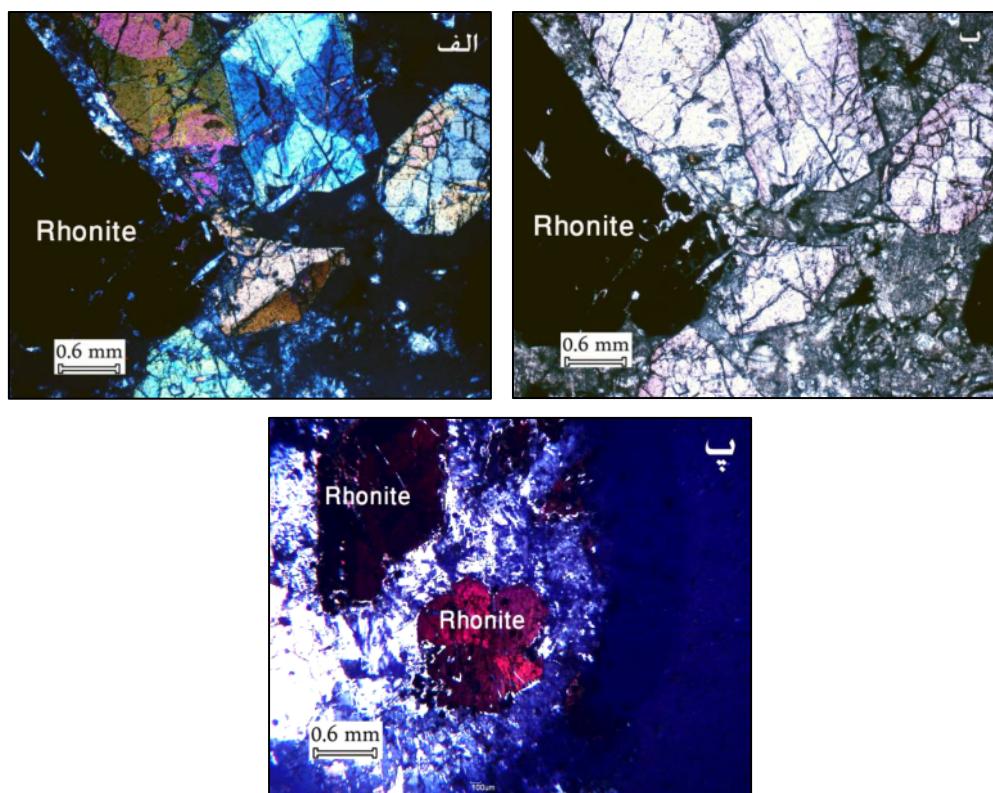
شکل ۱ نقشه زمین‌شناسی ساده شده منطقه‌ی مورد بررسی، اقتباس با تغییر از [۲۶].



شکل ۲ (الف) نمایی از توده‌ی گابرویی کمربن در درون سازند شمشک (ب) نمایی از سنگ‌های گابرویی کمربن که توپوگرافی مسطحی را در صحرا نشان می‌دهند.

توده دیده می‌شوند. این کانی به علت جذب بالای نور تقریباً ویژگی‌های کانی‌های کدر را نشان می‌دهد (شکل ۳ الف و ب) و فقط در برخی قسمتها در لبه‌های مقطع نازک میکروسکوپی که نازک شدگی بیشتر است، به رنگ تداخلی سرخ مایل به قهوه‌ای دیده می‌شود (شکل ۳ پ). چندرنگی مشاهده شده در این کانی نیز از قهوه‌ای تا سبز تیره و سرخ تیره متغیر است.

با پیمایش به سمت مرکز توده، در بخش‌هایی، بافت سنگ‌های گابرویی درشت‌دانه‌تر می‌شود (۲ تا ۵ میلیمتر) و با رسیدن به مرکز توده گابروها درشت‌دانه‌اند (اندازه‌ی دانه‌ها به ۱ تا ۲ سانتیمتر نیز می‌رسد). این گابروهای درشت‌دانه دارای کانی‌های کلینوپیروکسن، نفلین، آنالسیم، رونیت و پلازیوکلازند و ترکیب تشنیتی از خود نشان می‌دهند. کانی رونیت فقط در سنگ‌های درشت‌دانه تشنیتی مرکز



شکل ۳ (الف و ب) کانی رونیت در سنگ‌های تشنیتی که شباهت زیادی با کانی کدر دارد، به ترتیب در *xpl* و *ppl*. (پ) کانی رونیت در لبه‌های مقطع نازک میکروسکوپی با نازک شدگی بیشتر، با رنگ تداخلی قرمز مایل به قهوه‌ای تیره.

رونیت آهن دار، رونیت منیزیم دار و ماکاروکچینیت کانی های آنالیز شده در این پژوهش در محدوده رونیت قرار گرفتند. در شکل ۵ (الف و ب) رونیت های نمونه های تشخیصی در نمودارهای $\text{Ca} + \text{Al}$ نسبت به $(\text{Na} + \text{K})$ [۱۴] و $(\text{Ti} + \text{Fe}^{+3} + \text{Mg})$ [۱۵] رسم شدند. این نمودارها می توانند به ترتیب بیانگر رخداد واکنش های تبادلی ${}^{\text{IV}}\text{Si}^{+4} + {}^{\text{VIII}}(\text{Na} + \text{K})^+ = {}^{\text{IV}}\text{Al}^{+3} + {}^{\text{VIII}}\text{Ca}^{+2}$ و ${}^{\text{VI}}(\text{Fe} + \text{Mg})^{+2} + \text{Ti}^{+4} = {}^{\text{VI}}2\text{Fe}^{+3}$ باشند [۱۴]. در این دو نمودار، رونیت های مورد بررسی در گستره ترکیب کانی ای رونیت در سنگ های آذرین (گستره خاکستری) [۲۳] قرار گرفته اند. در شکل ۵ (پ) رونیت های سنگ های مورد بررسی در نمودار Fe^{+2} نسبت به Mg [۱۴] قرار داده شده اند. در این نمودار تمام نمونه های آنالیز شده در گستره رونیت های معمولی قرار گرفته و نمونه ها، ویژگی های رونیت های غنی از آهن را نشان نمی دهند. روند قرار گیری نمونه ها بیانگر رخداد واکنش تبادلی $\text{Fe}^{+2} = \text{Mg}$ است، این در حالی است که میزان $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{+2})$ نمونه های مورد بررسی از ۰,۵۱ تا ۰,۶۳ تغییر کند.

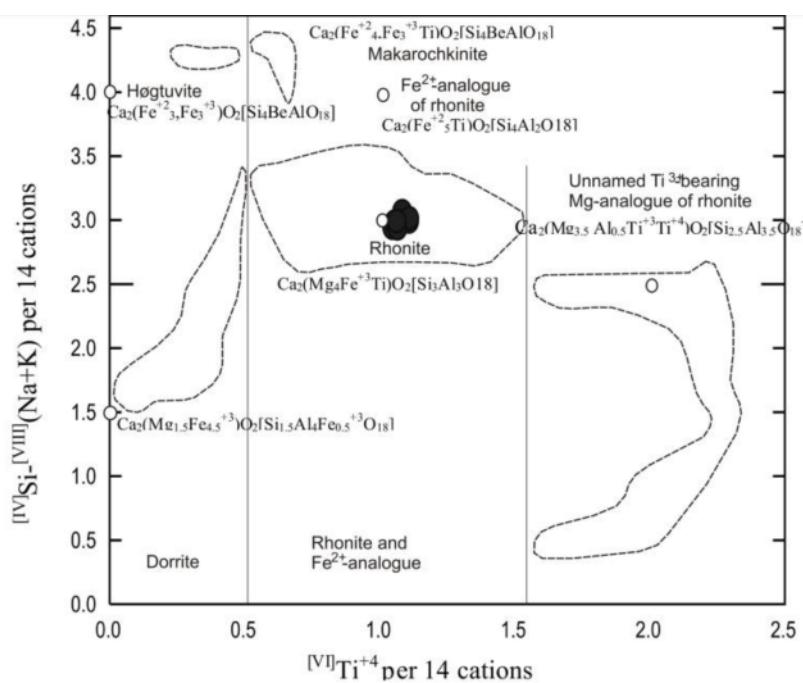
روش کار
پس از نمونه برداری از بخش های مختلف توده ی گابرو بی، ۲۵ مقطع نازک سنگی تهیه شدند، و پس از بررسی های سنگ شناسی و سنگ نگاری، ۲۲ نمونه نیز به روش XRF در آزمایشگاه دانشکده علوم زمین دانشگاه فرا ای ایتالیا بررسی شدند. همچنین از مقاطع میکروسکوپی سنگ های ته نشستی درشت دانه هی دارای کانی رونیت، به وسیله هی یک ریز پردازنده مدل Cameca-Camebax، در دانشگاه علوم زمین پادوای ایتالیا آنالیز نقطه ای به عمل آمد.

ژئوشیمی رونیت و کلینوپیروکسن همراه

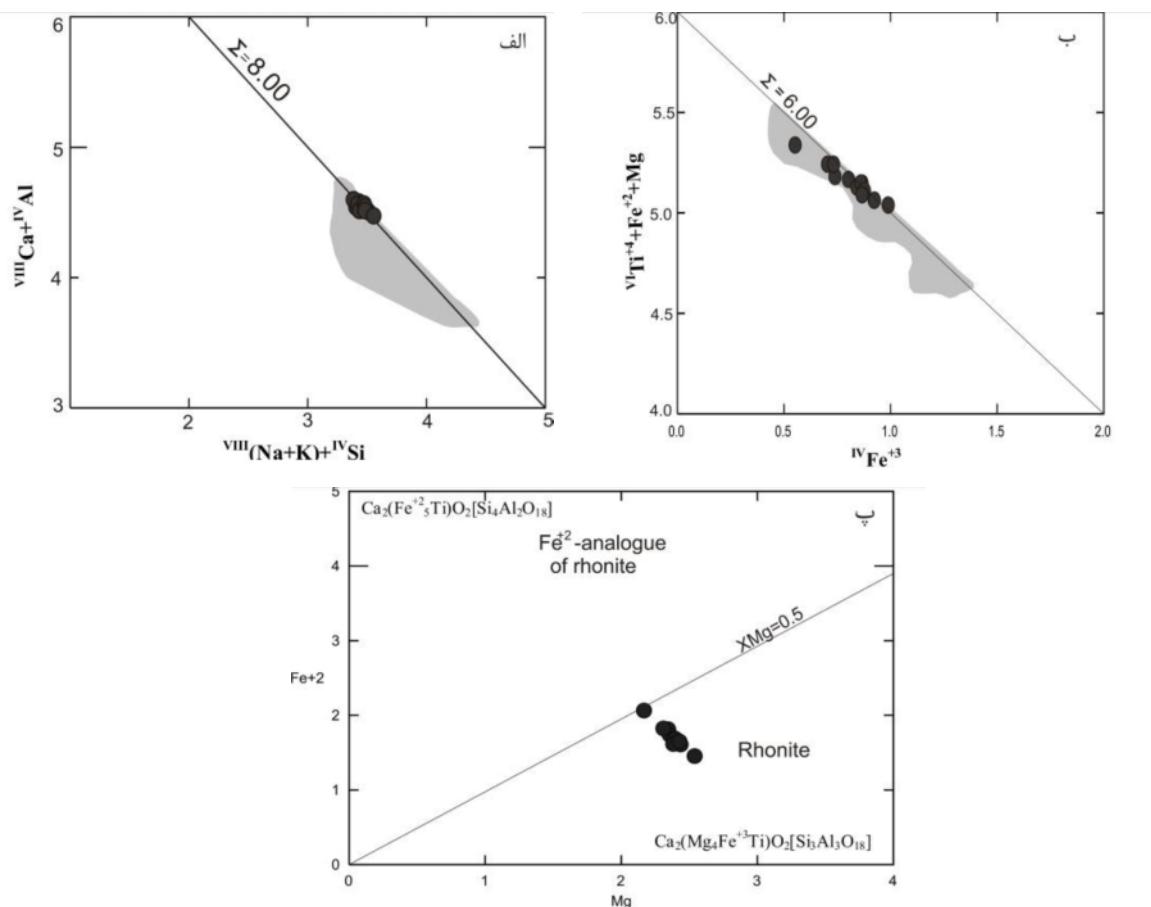
آنالیز های شیمیایی کانی رونیت را در جدول ۱ درج کردہ ایم. محاسبات فرمول ساختاری این کانی بر پایه هی ۱۴ کاتیون و ۲۰ اکسیژن صورت گرفت و میزان Fe^{+2} و Fe^{+3} آنها نیز به روش پیشنهادی دروب [۲۸,۲۷] محاسبه شدند. میزان $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{+2})$ این کانی بین ۰,۵۱ تا ۰,۶۳ متغیر است. آنالیز های کانی رونیت در نمودار Si-Na-K [۲۲] در (شکل ۴) رسم شد. در این نمودار که برای رده بندی کانی های گروه سافیرین ارائه شده است، عبارتند از کانی های زیر گروه رونیت، شامل کانی های رونیت، دوریت، هگتاویت،

جدول ۱ نتایج تجزیه به ریز پردازش کانی رونیت در سنگ های گابرو بی ته نشستی (محاسبات بر پایه هی ۲۰ اکسیژن و ۱۴ کاتیون).

نقطه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
SiO_2	۲۴,۶۲	۲۴,۰۸	۲۳,۴۰	۲۴,۴۰	۲۳,۶۷	۲۴,۱۱	۲۴,۰۰	۲۴,۳۱	۲۳,۶۰	۲۳,۸۱	۲۴,۱۹
TiO_2	۱۰,۶۹	۱۰,۷۳	۱۰,۶۷	۱۰,۵۹	۱۰,۳۸	۱۰,۵۱	۱۰,۸۹	۱۰,۳۸	۱۰,۵۸	۱۰,۵۰	۱۰,۴۵
Al_2O_3	۱۷,۳۲	۱۷,۵۲	۱۷,۲۴	۱۷,۲۹	۱۷,۷۶	۱۷,۹۱	۱۷,۴۵	۱۷,۶۷	۱۸,۰۳	۱۷,۷۸	۱۶,۰۸
Cr_2O_3	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۳	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۱۹
FeO_t	۲۲,۳۷	۲۲,۶۶	۲۲,۲۶	۲۲,۶۲	۲۱,۷۸	۲۲,۲۴	۲۲,۵۷	۲۲,۶۳	۲۲,۶۸	۲۲,۲۸	۲۲,۲۵
MnO	۰,۲۱	۰,۱۹	۰,۳۴	۰,۲۲	۰,۲۲	۰,۱۷	۰,۱۵	۰,۱۹	۰,۲۴	۰,۲۳	۰,۱۶
MgO	۱۱,۶۸	۱۲,۰۴	۱۲,۰۷	۱۱,۷۶	۱۲,۷۱	۱۲,۲۶	۱۱,۴۴	۱۲,۰۲	۱۱,۹۴	۱۲,۱۰	۱۰,۳۴
CaO	۱۱,۹۸	۱۲,۱۹	۱۱,۷۷	۱۲,۰۴	۱۲,۱۰	۱۲,۲۵	۱۱,۹۸	۱۲,۲۱	۱۲,۲۰	۱۲,۰۷	۱۱,۳۱
Na_2O	۰,۹۳	۰,۸۹	۰,۹۱	۰,۹۵	۰,۸۷	۰,۸۷	۰,۸۹	۰,۸۵	۰,۸۶	۰,۸۱	۱,۰۱
K_2O	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۳	۰,۰۲	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۰۰
Total	۹۹,۷۹	۱۰۰,۳۰	۹۹,۷۵	۹۹,۸۸	۹۹,۵۱	۱۰۰,۳۵	۹۹,۳۸	۱۰۰,۲۷	۱۰۰,۱۳	۹۹,۵۷	۹۶,۱۸
Si	۳,۳۱	۳,۲۲	۳,۲۳	۳,۲۸	۳,۱۷	۳,۲۱	۳,۲۵	۳,۲۵	۳,۱۶	۳,۲۰	۳,۴۰
Ti	۱,۰۸	۱,۰۸	۱,۱۱	۱,۰۷	۱,۰۵	۱,۰۵	۱,۱۱	۱,۰۴	۱,۰۷	۱,۰۸	۱,۱۱
Al	۲,۷۵	۲,۷۶	۲,۸۲	۲,۷۴	۲,۸۱	۲,۸۱	۲,۷۸	۲,۷۸	۲,۸۵	۲,۸۲	۲,۶۷
Fe^{+3}	۰,۷۰	۰,۸۷	۰,۷۴	۰,۸۰	۰,۹۰	۰,۸۷	۰,۷۳	۰,۸۴	۰,۹۲	۰,۸۶	۰,۵۵
Cr^{+3}	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۴
Fe^{+2}	۱,۸۱	۱,۶۷	۱,۴۱	۱,۷۴	۱,۴۵	۱,۶۱	۱,۸۲	۱,۶۹	۱,۶۲	۱,۶۵	۱,۰۶
Mn	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۴	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۳	۰,۰۳	۰,۰۲
Mg	۲,۳۴	۲,۴۰	۱,۶۶	۲,۳۶	۲,۵۴	۲,۴۴	۲,۳۱	۲,۴۰	۲,۳۸	۲,۴۳	۲,۱۷
Ca	۱,۷۳	۱,۷۵	۱,۷۴	۱,۷۳	۱,۷۴	۱,۷۵	۱,۷۴	۱,۷۵	۱,۷۵	۱,۷۴	۱,۷۰
Na	۰,۲۴	۰,۲۳	۰,۲۴	۰,۲۵	۰,۲۳	۰,۲۲	۰,۲۳	۰,۲۲	۰,۲۲	۰,۲۱	۰,۲۸
K	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
Total	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰	۱۴,۰۰
Mg#	۰,۵۶	۰,۵۹	۰,۵۷	۰,۵۸	۰,۶۴	۰,۶۰	۰,۵۶	۰,۵۰	۰,۶۰	۰,۶۰	۰,۵۱



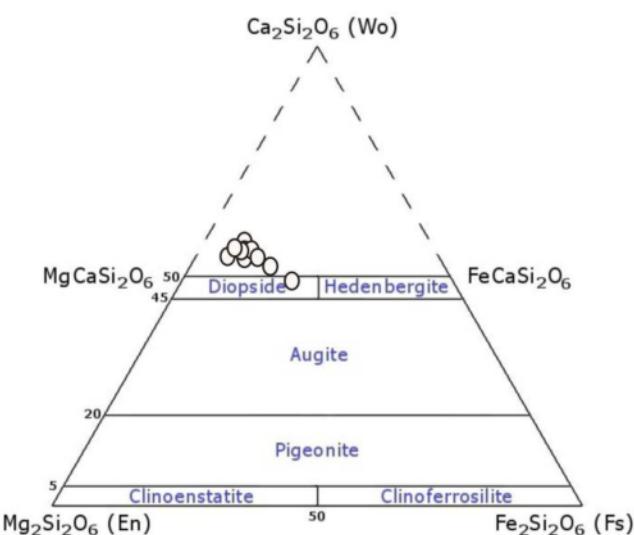
شکل ۴ قرار گیری رونیت‌های سنگ‌های گابرویی ته نشستی در نمودار رده‌بندی کانی‌های گروه سافیرین، زیر گروه رونیت [۲۲].



شکل ۵ قرار گیری رونیت‌های سنگ‌های گابرویی تشنیتی در نمودارهای کاتیونی متفاوت، محدوده خاکستری رنگ مشخص شده نماینده ترکیب کانیابی رونیت در سنگ‌های آذرین می‌باشد [۱۴].

مقادیر بالای عناصری مانند Al و Ti بستگی داشته باشد که در نمودار مثلثی رده‌بندی پیروکسن‌ها از آن‌ها استفاده نشد [۳۰]. عدد منیزیم در پیروکسن‌های سنگ‌های نشستی از ۶۰/۵۳ تا ۹۰/۱۱ متغیر است و ترکیب آن‌ها از $\text{Wo}_{51.2}\text{Fs}_{12.47}\text{En}_{36.51}$ تا $\text{Wo}_{48.15}\text{Fs}_{21.71}\text{En}_{30.14}$ در مرکز تا $\text{Wo}_{48.15}\text{Fs}_{21.71}\text{En}_{30.14}$ در حاشیه تغییر می‌کند.

آنالیزهای کانی پیروکسن در جدول ۲ نشان داده شدند. این کانی در سنگ‌های تشنجی مورد بررسی از نوع دیوپسید است. در نمودار رده‌بندی انواع پیروکسن‌ها [۲۹] تمامی نمونه‌های مورد بررسی در گستره‌ی دیوپسید قرار می‌گیرند همچنان در این نمودار، بیشتر کلینوپیروکسن‌های آنالیز شده در گستره‌ی بالای دیوپسید قرار دارند (شکل ۶)، این مسئله می‌تواند به



شکل ۶ نمودار رده‌بندی پیروکسن‌ها و قرار گیری پیروکسن‌های سنگ‌های گابرویی قلیابی در گستره‌ی دیوپسید [۲۸].

جدول ۲ نتایج تجزیه ریز پردازش کانی کلینوپیروکسن در سنگ‌های گابرویی ته نشستی (محاسبات بر پایه‌ی ۶ اکسیژن و ۴ کاتیون).

	rim	core	middle	core	middle	rim	middle	rim	rim	core	middle
SiO ₂	۴۷.۷۴	۴۶.۵۰	۴۶.۱۶	۴۵.۴۳	۴۱.۸۳	۴۱.۹۸	۴۵.۶۱	۴۲.۵۲	۴۰.۴۷	۴۴.۲۸	۴۴.۰۵
TiO ₂	۲.۱۳	۲.۷۵	۲.۶۹	۲.۳۳	۴.۸۷	۵.۰۴	۳.۸۶	۴.۶۹	۵.۳۷	۳.۴۹	۳.۷۱
Al ₂ O ₃	۷.۵۳	۷.۴۳	۸.۹۹	۷.۶۶	۱۱.۰۱	۱۱.۰۲	۶.۹۲	۱۰.۲۹	۱۲.۰۴	۸.۶۸	۹.۳۰
FeO	۱۱.۲۷	۷.۱۴	۱۰.۰۴	۸.۸۲	۷.۱۷	۷.۸۸	۱۰.۲۷	۷.۶۷	۷.۴۸	۶.۵۵	۶.۶۳
MnO	۰.۳۳	۰.۱۵	۰.۲۳	۰.۲۱	۰.۰۷	۰.۱۸	۰.۲۵	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۱۳
MgO	۹.۰۴	۱۱.۹۷	۱۰.۲۳	۱۰.۶۳	۱۰.۵۱	۹.۹۷	۱۰.۱۸	۱۰.۳۲	۱۰.۳۰	۱۲.۲۴	۱۱.۸۷
CaO	۲۰.۰۸	۲۰.۲۸	۲۲.۴۸	۲۲.۸۷	۲۲.۸۲	۲۲.۷۶	۲۲.۳۴	۲۲.۶۹	۲۰.۱۰	۲۲.۱۲	۲۳.۲۵
Na ₂ O	۱.۳۶	۰.۵۲	۰.۵۷	۰.۵۶	۰.۵۱	۰.۴۹	۰.۶۳	۰.۵۹	۰.۵۱	۰.۴۶	۰.۴۴
K ₂ O	۰.۰۳	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۲	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
Total	۹۹.۵۰	۱۰۰.۱۶	۹۹.۵۱	۹۹.۵۳	۹۸.۷۹	۹۹.۳۵	۱۰۰.۰۷	۹۹.۵۵	۹۸.۹۸	۹۹.۴۱	۹۸.۹۶
Si	۱.۸۱	۱.۷۳	۱.۷۵	۱.۷۱	۱.۵۸	۱.۵۹	۱.۷۲	۱.۶۱	۱.۵۲	۱.۶۶	۱.۶۵
Ti	۰.۰۶	۰.۰۹	۰.۰۸	۰.۰۹	۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۰	۰.۱۰
Al	۰.۳۴	۰.۳۳	۰.۳۱	۰.۳۴	۰.۴۹	۰.۴۹	۰.۳۱	۰.۴۶	۰.۵۳	۰.۳۸	۰.۴۱
Fe ³⁺	۰.۰۲	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۸۰	۰.۱۰	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۱۳	۰.۱۲
Fe ²⁺	۰.۳۳	۰.۱۵	۰.۲۵	۰.۲۰	۰.۱۳	۰.۱۷	۰.۲۵	۰.۱۵	۰.۰۹	۰.۸۰	۰.۹۰
Mn	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۱	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۱	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
Mg	۰.۵۱	۰.۶۶	۰.۵۸	۰.۶۰	۰.۵۹	۰.۵۶	۰.۵۷	۰.۵۸	۰.۵۸	۰.۶۸	۰.۶۶
Ca	۰.۸۲	۰.۹۳	۰.۹۱	۰.۹۲	۰.۹۳	۰.۹۲	۰.۹۰	۰.۹۲	۰.۹۳	۰.۹۳	۰.۹۳
Na	۰.۱۰	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۳
Total	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
CaTs	۸.۶۲	۶.۵۴	۸.۵۰	۸.۷۶	۱۲.۱۷	۱۱.۱۰	۵.۲۲	۱۰.۸۹	۱۴.۶۱	۱۲.۴۵	۱۲.۵۸
Wo	۴۴.۰۰	۴۷.۶۸	۴۵.۹۸	۴۶.۶۷	۴۶.۵۱	۴۷.۱۴	۴۷.۳۰	۴۶.۸۵	۴۵.۴۹	۴۴.۶۲	۴۵.۱۳
En	۲۷.۵۴	۳۴.۱۲	۲۹.۱۰	۳۰.۱۸	۲۹.۷۹	۲۸.۷۳	۲۹.۹۸	۲۹.۶۶	۲۸.۷۲	۳۲.۸۸	۳۲.۰۵
Fs	۱۹.۸۴	۱۱.۶۶	۱۶.۴۱	۱۴.۳۹	۱۱.۵۲	۱۳.۰۴	۱۷.۳۹	۱۲.۶۰	۱۱.۶۸	۱۰.۰۴	۱۰.۲۴

تشنیتی در مقایسه با گستره‌ی خاکستری که نشان دهنده‌ی ترکیب کانیایی رونیت در سنگ‌های آذرین است، دارای مقادیر کمتر $\text{Na} + \text{Al}^{\text{IV}}$ و مقادیر بالاتر $\text{Ca} + \text{Si}^{\text{IV}}$ است. این مسئله می‌تواند نشانگر خاستگاه اولیه این رونیت‌ها باشد.

به عقیده‌ی [۳۱،۷] رونیت می‌تواند به صورت یک کانی غالب در سنگ‌های زیر اشباع از سیلیس در نظر گرفته شود، ولی در واقع به علت شباخت فراوان به کانی‌های کدر در بسیاری از مواد می‌تواند نادیده گرفته شود.

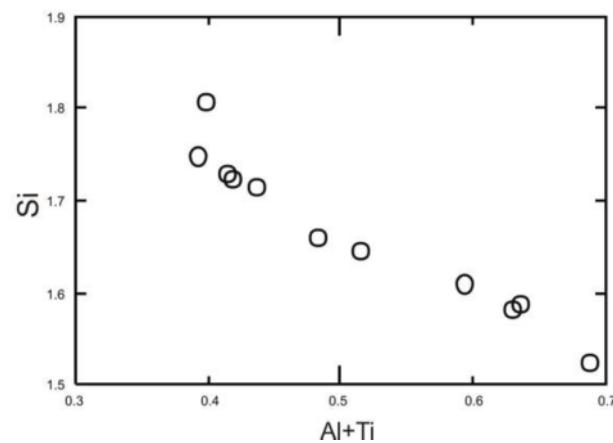
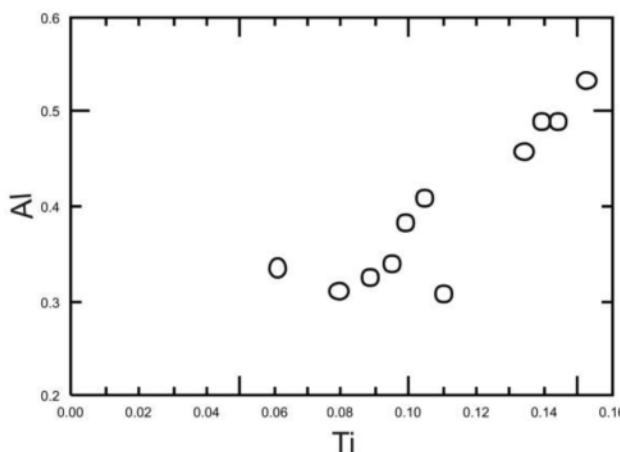
ژئوشیمی کانی‌های تشنیت‌های رونیت‌دار

گابروهای تشنیتی رونیت‌دار مورد بررسی، دارای کانی‌های کلینوپیروکسن، نفلین، آنالسیم و پلازیوکلاز هستند. کلینوپیروکسن‌های دیوبسیدی این سنگ‌ها، خاص مآگماهای بازی فلدسپاتوئیدار است و چنین ویژگی‌هایی حتی در کلینوپیروکسن‌های مآگماهای بازی-قلیایی نیز دیده نمی‌شود. کلینوپیروکسن‌های مربوط به این سنگ‌ها غنی شدگی قابل توجهی از Al_2O_3 و TiO_2 و تهی شدگی از سیلیس را نشان می‌دهند (جدول ۲). بررسی‌های مختلف کانی‌های همراه با رونیت، بیانگر وجود پاراژنر پایدار رونیت و کلینوپیروکسن غنی از Al است [۱۲-۸]. در صورتی که فازهای دیگر همراه با کانی رونیت می‌توانند تغییرات ترکیبی فراوانی داشته باشند و همیشه با این ترکیب کانیایی همراه نباشند. همراه با روند تبلور در کلینوپیروکسن‌ها، تکامل شیمیایی به سمت غنی شدن از Al و Ti (شکل ۷) پیش می‌رود. همخوانی در هر دو مورد بسیار چشمگیر است و بلورهایی که در انتهای به وجود آمدند از Al و Ti غنی‌ترند.

بحث و بررسی

ژنر کانی رونیت و کلینوپیروکسن همراه

رونیت بیشتر در بازانیت‌ها و بازالت‌های قلیایی گزارش شده [۲۴-۱۲،۸،۷] و تنها در یک مورد خاص در گابروهای قلیایی گزارش شده است [۲۵]. از این رو با توجه به ویژگی و نادر بودن حضور این کانی در سنگ‌های درونی، در این پژوهش علاوه بر بررسی ویژگی‌های میکروسکوپی، نام‌گذاری کانی بر اساس ویژگی‌های شیمیایی با دقت بیشتری صورت گرفت. این کانی در سنگ‌های گابرویی تشنیتی مورد بررسی دارای ترکیب $(\text{Si}, \text{Al})_{6.02}(\text{Ti}, \text{Al})^{+6} \text{Fe}^{+3}, \text{Fe}^{+2}$ است. این ترکیب مشابه آنالیزهای منتشر شده در منابع علمی از کانی رونیت است [۱۷-۱۵، ۷،۳،۲]. با توجه به جایگاه قرارگیری آنالیزهای کانی مورد بررسی نمودار رده‌بندی کانی‌های گروه سافیرین، زیر گروه Mg/(Mg + Fe⁺²) و نیز میزان [۰/۵۱ تا ۰/۶۳] [۲]. این کانی با اطمینان رونیت نام‌گذاری شد. رونیت به صورت اولیه و یا از تبدیل کرسوتیت در سنگ‌ها حاصل می‌شود به نظر [۱۷]. تبلور رونیت به صورت اولیه مربوط به ترکیب مآگمای اولیه است و نمی‌تواند به وسیله دماهای نامعمول، گریزندگی اکسیژن و یا شرایط فیزیکی نامعمول تبلور توجیه شود. مقادیر بالای $\text{Na} + \text{Si}^{\text{IV}}$ و مقادیر کم $\text{Ca} + \text{Al}^{\text{IV}}$ از ویژگی‌های رونیت‌هایی هستند که محصول تبدیل کرسوتیت در گابروها هستند، در صورتی که رونیت‌های دارای مقادیر کم $\text{Na} + \text{Si}^{\text{IV}}$ و مقادیر بالای $\text{Ca} + \text{Al}^{\text{IV}}$ نمایانگر رونیت‌های اولیه‌اند [۳۱]. چنانکه در شکل ۵ (الف) دیده می‌شود، رونیت‌های مورد بررسی در سنگ‌های گابرویی



شکل ۷. روندهای مشاهده شده در کلینوپیروکسن‌ها که نشان‌دهنده تکامل شیمیایی کلینوپیروکسن‌ها به سمت غنی شدن از Al و Ti همراه با روند تبلور در این کانی‌هاست.

ی توده دیده نمی‌شود. آنالیزهای XRF سنگ‌های تشنیتی و ترالیتی در جدول‌های ۳ و ۴ نمایش داده شده‌اند. میانگین میزان اکسید Al_2O_3 سنگ‌های تشنیتی ۱۷/۲۱ و سنگ‌های ترالیتی ۱۴/۶۷ درصد است. همچنین میانگین میزان TiO_2 و CaO به ترتیب در سنگ‌های تشنیتی و ترالیتی ۲/۷۰، ۲/۰۰ و ۱۵/۷۶ ۱۱/۱۰ درصد است.

[۷] معتقد است که فاکتورهای مهم مربوط به تبلور رونیت در ماقماهای تحت اشباع از سیلیس می‌تواند میزان بالای Al مقادیر بهنسبت کمتر Ca و نیز محتوای پایین سیلیس آن‌ها باشد و گرچه که رونیت یک فاز غنی از Ti است، ولی میزان Ti موجود در ماقما نمی‌تواند دلیلی بر رخداد رونیت باشد. این در حالی است که [۱۹,۳۱] معتقدند که میزان TiO_2 بالای ۲/۵ درصد وزنی در ماقما، عامل مهمی در تبلور رونیت است. چنانکه مشاهده می‌شود میزان Ti به طور محسوسی در سنگ‌هایی که تبلور رونیت در آن‌ها رخ داده بالاتر است، بنابراین می‌توان گفت که مقادیر بالای Ti نیز می‌تواند فاکتور مهمی در تبلور رونیت باشد.

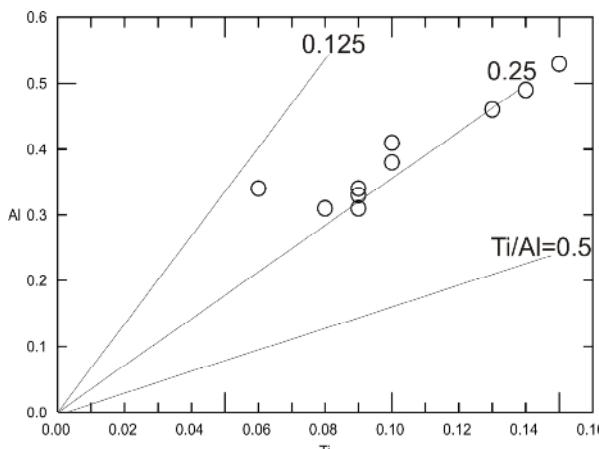
چنانکه پیش از این گفته شد کلینوپیروکسن‌های متبلور شده در سنگ‌های تشنیتی نیز دارای مقادیر بالای Al و Ti و مقادیر پایین سیلیس‌اند. در هر صورت بهنظر می‌رسد که ترکیب ماقما عامل کنترل کننده‌ی مهم ترکیب کلینوپیروکسن‌های متبلور شده همراه با کانی رونیت باشد. کلینوپیروکسن‌ها فقیر از سیلیس هستند و فقط می‌توانند در توده‌هایی نمود یابند که دارای نفلین بهنجار در ترکیب خود باشند [۷].

در شکل ۸ تغییرات عنصر Al نسبت به Ti در کلینوپیروکسن‌ها به تصویر کشیده شده است [۳۲]. میزان Ti/Al در کلینوپیروکسن‌های ماقماهای قلیایی در ارتباط با مقدار فشار در این ماقماها می‌باشد، به نحوی که این مقدار با افزایش میزان فشار کاهش می‌یابد [۳۳, ۳۴]. نسبت‌های بالای $0.5 < \text{Ti}/\text{Al} < 0.25$ نشانده‌نده تبلور ماقما در فشارهای پایین می‌باشد، این در حالی است که نسبت‌های بین ۰-۰۲۵ ۰-۱۲۵ می‌تواند بیانگر تبلور در فشارهای نسبتاً پایین باشد [۳۲]. با توجه به مقدار کلینوپیروکسن‌های مورد بررسی که حدود ۰-۱۸-۰-۲۹ می‌باشد، می‌توان اظهار داشت که این کلینوپیروکسن‌ها در فشارهای نسبتاً پایین از ماقماهای قلیایی متبلور شده‌اند.

از آنجا که این سنگ‌ها شدیداً تحت اشباع از سیلیس هستند، مقدار پایین سیلیس موجود در ماقما، می‌تواند دلیل روشنی بر میزان پایین Si در کلینوپیروکسن‌ها باشد [۷, ۱۱]. میزان چرمک کلسیم‌دار کلینوپیروکسن‌های گزارش شده همراه با کانی رونیت در سنگ‌های قلیایی بازالتی بین ۵/۱ تا ۱۸ متعیر است [۷, ۳۶]. میزان چرمک کلسیم‌دار کلینوپیروکسن‌های گابروهای تشنیتی مورد بررسی نیز بین ۵/۳۲ تا ۱۴/۶۰ متعیر است (جدول ۲). [۳۷] معتقد است که محتوای پایین Si ماقما عامل تعیین کننده‌ای برای اتحلال جزء چرمک کلسیم‌دار در کلینوپیروکسن‌هاست.

ماهیت ماقماهای به وجود آورنده کانی رونیت و کلینوپیروکسن همراه

چنانکه اشاره شد، رخداد رونیت در توده‌ی گابرویی قلیایی در سنگ‌های گابرویی تشنیتی است و در گابروهای ترالیتی حاشیه-



شکل ۸ تغییرات عنصر Al نسبت به Ti در کلینوپیروکسن‌ها [۳۱].

جدول ۳ نتایج تجزیه XRF سنگ‌های گابرویی ته نشستی.

SiO ₂	۴۶,۹۵	۴۶,۸۹	۴۴,۷۹	۳۹,۵۳	۴۴,۴	۴۷,۰۴	۴۴,۲۱	۴۴,۴۱	۴۷,۶۲	۴۵,۸۶	۴۶,۷۴
TiO ₂	۲,۲۶	۲,۳۷	۲,۱۳	۳,۹۱	۲,۱۴	۲,۴	۲,۹	۲,۹۷	۲,۳	۲,۵۹	۲,۴۱
Al ₂ O ₃	۱۸,۴۶	۱۸,۵۸	۱۴,۷۹	۱۴,۵۷	۱۶,۱	۱۸,۹	۱۶,۷۵	۱۶,۶۷	۱۹,۰۴	۱۷,۱۵	۱۸,۳۲
Fe ₂ O ₃	۸,۴	۸,۳۲	۹,۴۲	۹,۵۳	۷,۳۹	۷,۰۷	۸,۴۳	۸,۲۵	۶,۶۵	۸,۶۳	۸,۴۲
MnO	۰,۱۵	۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۲	۰,۱۲	۰,۱۵	۰,۱۴	۰,۱۴	۰,۱۵	۰,۱۶	۰,۱۵
MgO	۲,۹۳	۳,۲۱	۱۰,۶۳	۶,۳۶	۴,۴۱	۲,۸۲	۵,۱	۴,۴۷	۲,۶۳	۳,۹	۲,۶۴
CaO	۹,۵۸	۹,۶۴	۱۱,۰۴	۱۴,۰۵	۱۲,۱۸	۹,۲۵	۱۱,۶۲	۱۲,۵	۹,۱۸	۹,۹۳	۹,۴۹
Na ₂ O	۹,۰۸	۷,۵۸	۴,۹۴	۷,۴۹	۸,۴۴	۸,۷۵	۶,۹۷	۷,۱۳	۸,۷	۷,۲	۶,۹۷
K ₂ O	۲,۳۷	۱,۸۲	۱,۱۶	۱,۱۶	۱,۰۵	۱,۹۵	۱,۷۶	۱,۴۶	۲,۰۸	۲,۸۵	۲,۲۳
P ₂ O _۵	۱,۷۸	۱,۳۷	۰,۸۹	۳,۲	۲,۲۱	۱,۶۳	۲,۰۷	۱,۹۵	۱,۶	۱,۶۹	۱,۰۸
Total	۹۹,۹۶	۹۹,۹۴	۹۹,۹۵	۹۹,۹۴	۹۹,۹۴	۹۹,۹۶	۹۹,۹۵	۹۹,۹۵	۹۹,۹۵	۹۹,۹۶	۹۹,۹۵
Ba	۲۱۲۶	۱۹۴۹	۱۲۸۲	۱۲۲۳	۱۴۹۲	۲۴۳۸	۱۶۶۰	۱۸۳۸	۲۴۶۴	۱۵۷۶	۱۹۲۷
Co	۲۴	۳۳	۵۹	۳۴	۳۱	۲۶	۳۲	۳۰	۲۴	۲۹	۲۵
Cr	۲	۲	۴۱۶	۲۷	۱۹	۳	۲۷	۱۶	۰	۵	۰
Hf	۴	۶	۴	۰	۲	۵	۳	۳	۵	۴	۵
Nb	۱۳۳	۱۵۸	۸۶	۱۱۱	۱۳۵	۱۴۷	۱۰۳	۱۱۴	۱۴۳	۱۴۶	۱۳۴
Nd	۸۵	۷۳	۴۵	۱۶۰	۱۱۱	۸۳	۹۶	۱۰۱	۸۵	۹۰	۸۳
Ni	۷	۶	۱۵۵	۶۷	۳۰	۸	۲۱	۲۶	۷	۱۹	۱۳
Rb	۲۹	۲۳	۹	۱۹	۲۷	۳۱	۲۳	۱۷	۳۱	۸۵	۲۱
Sr	۱۴۲۶	۲۳۳۲	۱۱۳۵	۱۴۵۷	۱۱۹۵	۱۹۱۵	۲۹۵۸	۱۶۸۶	۱۶۳۲	۸۷۵	۲۰۹۹
Th	۸	۱۰	۶	۷	۸	۹	۷	۸	۹	۱۰	۸
V	۱۹۰	۱۷۹	۲۲۰	۳۸۴	۳۲۸	۱۹۶	۲۸۵	۳۱۶	۱۹۲	۲۳۴	۱۸۶
Y	۲۱	۲۵	۲۳	۲۲	۲۵	۲۴	۲۳	۲۶	۲۴	۲۶	۲۳
Zr	۲۰۹	۲۵۶	۱۹۳	۲۴۷	۲۶۲	۲۴۱	۲۳۰	۲۵۴	۲۲۷	۲۳۸	۲۲۸

جدول ۴ نتایج تجزیه XRF سنگ‌های گابرویی ترالیتی.

SiO ₂	۴۴,۲۵	۴۴,۷۶	۴۴,۷۸	۴۴,۹۵	۴۴,۵۶	۴۴,۶۸	۴۴,۶۴	۴۴,۴۸	۴۵,۰۵	۴۵,۴۲	۴۴,۴۱
TiO ₂	۲,۰۴	۲,۰۸	۲,۱۱	۲,۱۲	۲,۰۰	۲,۱۱	۲,۱۰	۲,۱۴	۲,۱۰	۲,۱۴	۲,۰۶
Al ₂ O ₃	۱۴,۲۶	۱۴,۶۸	۱۴,۳۱	۱۴,۷۵	۱۴,۳۹	۱۵,۳۸	۱۵,۰۶	۱۴,۲۴	۱۴,۷۰	۱۵,۰۶	۱۴,۰۹
Fe ₂ O ₃	۹,۴۰	۸,۷۱	۹,۳۲	۹,۱۵	۹,۳۳	۸,۹۵	۹,۰۱	۸,۹۴	۱۰,۴۰	۸,۹۵	۹,۰۷
MnO	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۶	۰,۱۷	۰,۱۶	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۷
MgO	۱۱,۴۹	۱۰,۵۰	۱۰,۷۲	۱۰,۶۳	۱۰,۹۸	۹,۶۳	۹,۷۴	۱۱,۲۵	۱۰,۳۲	۸,۱۰	۱۱,۶۸
CaO	۱۱,۰۵	۱۱,۲۷	۱۱,۰۶	۱۱,۱۳	۱۱,۰۴	۱۱,۴۱	۱۱,۳۰	۱۱,۳۳	۱۰,۹۹	۱۱,۱۳	۱۱,۰۱
Na ₂ O	۴,۸۹	۵۶	۵,۰۱	۵,۰۲	۵,۱۷	۵,۳۶	۵,۶۹	۵,۳۹	۴,۱۳	۶,۰۳	۴,۶۸
K ₂ O	۱,۴۲	۱,۳۳	۱,۶۲	۱,۱۴	۱,۳۷	۱,۳۵	۱,۳۰	۱,۲۳	۱,۳۴	۱,۴۱	۱,۴۰
P ₂ O _۵	۰,۸۶	۰,۸۹	۰,۸۷	۰,۹۰	۰,۹۳	۰,۹۳	۰,۹۴	۰,۸۰	۰,۷۶	۱,۰۴	۰,۸۸
Total	۹۹,۹۳	۹۹,۹۹	۹۹,۹۷	۹۹,۹۵	۹۹,۹۴	۹۹,۹۶	۹۹,۹۵	۹۹,۹۷	۹۹,۹۶	۹۹,۹۵	۹۹,۹۵
Ba	۹۲۲	۹۶۳	۹۵۹	۱۲۴۵	۱۱۴۳	۱۰۵۸	۱۰۷۷	۱۰۱۱	۱۲۶۶	۱۵۷۷	۱۰۶۶
Co	۰۴	۰۳	۰۵	۰۵	۴۶	۵۰	۵۰	۵۵	۵۸	۴۵	۵۲
Cr	۰۰۵	۰۷۰	۰۵۱	۴۲۴	۴۰۷	۴۴۰	۴۳۹	۵۲۳	۴۱۸	۳۱۸	۴۴۸
Hf	۴	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
Nb	۷۵	۷۹	۸۲	۸۰	۸۴	۸۲	۷۷	۷۷	۸۰	۱۰۰	۸۰
Nd	۴۲	۴۷	۴۴	۴۶	۴۰	۴۷	۴۷	۴۶	۴۰	۵۶	۴۰
Ni	۱۹۴	۱۷۵	۱۷۷	۱۵۳	۱۵۲	۱۴۶	۱۴۱	۱۷۲	۱۸۴	۹۵	۱۷۶
Rb	۱۵	۱۳	۲۶	۱۰	۲۰	۱۱	۱۴	۱۴	۱۷	۱۸	۱۳
Sr	۹۵۲	۸۴۰	۸۰۸	۱۰۸۶	۱۰۲۲	۱۰۶۹	۹۴۷	۹۳۱	۱۲۰۸	۱۲۸۷	۱۱۴۸
Th	۶	۶	۷	۶	۵	۶	۶	۷	۶	۷	۶
V	۲۱۷	۲۲۵	۲۳۷	۲۲۵	۲۱۰	۲۳۱	۲۳۰	۲۴۲	۲۳۲	۲۳۰	۲۱۷
Y	۲۳	۲۳	۲۴	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۳	۲۳	۲۳
Zr	۱۷۴	۱۸۰	۱۸۲	۱۷۸	۱۸۱	۱۸۷	۱۷۹	۱۷۹	۱۸۹	۲۰۰	۱۸۷

- [2] Deer W. A., Howie R. A., Zussman J., "Rock-Forming Minerals", Vol.2a, Single Chain Silicates, Wiley, New York (1978).
- [3] Walenta, "Von Kurt Zur kristallographie des Rhonits", Zeitschrift für Kristallographie 130 (1969) 214-230
- [4] Grew E.S., Halenius U., Pasero M., Barbier J., "Recommended nomenclature for the sapphirine and surinamite groups (sapphirine supergroup)", Mineralogical Magazine 72 (2008) 839-876.
- [5] Mineral Data Publishing, Version 1.2, <http://www.handbookfmineralogy.org/pdfs/rhonite.pdf>. 2001.
- [6] Kelsey C. H., McKie D., "The unit-cell of aenigmatite", Mineralogical Magazine 39 (1964) 86-1001.
- [7] Magonthier M.C., Velde D., "Mineralogy and petrology of some Tertiary leucite-rhonite basanites from central France", Mineralogical Magazine 40 (1976) 817-826.
- [8] Timina T.Yu, Sharygin V.V., Golovin A.V., "Melt evolution during the crystallization of basanites of the Tergesh pipe, northern Minusinsk Depression", Geochemistry International 44 (2006) 752-770.
- [9] Sharygin V.V., "Melt Inclusions in Olivine from Mahtesh Ramon Basanite, Southern Israel", Abstracts of reports at the All Russia seminar "Geochemistry of Igneous Rocks", The Alkaline Magmatism on Earth (2002) <http://alkaline2002.narod.ru/abstracts/shargin.html>
- [10] Kogarko L.N., Hellebrand E., Ryabchikov, I.D., "Trace Element Partitioning between Rhonite and Silicate Melt in Cape Verde Volcanics", Geokhimiya 1 (2005) 3-9.
- [11] Anan'ev. V. V., Selyangin. O.B., "Rhonite molten inclusions from the olivine of alivalite nodules from Malyi Semyachik volcano and basalts of Klychevskoi volcano, Kamchatka" Journal of Volcanology and Seismology 5 (2011) 355-340.
- [12] Soellner J., "Über Rhonit ein neues anigmatitähnliches Mineral und über das Vorkommen und über die Verbreitung desselben in Basaltischen Gesteinen", Neues Jahrbuch für Mineralogie 24 (1907) 475-547.
- [13] Lacroix M.A., "Note sur la rhonite du Puy de Barneire à Saint-Sandoux", Bulletin de la Société

برداشت

رونیت بیشتر در سنگ‌های آتش‌شانی دیده شده‌اند و بسیار کمتر در سنگ‌های نفوذی گزارش شد. این پژوهش بیانگر حضور کانی رونیت در نفوذی‌هایی از نوع تشنبت در جنوب روستای کمرین در البرز مرکزی است. رخداد رونیت در سنگ‌ها بیانگر وجود مagma‌های خاستگاه اشباع شده از سیلیس است. مقادیر بالای Al و Ti از جمله فاکتورهای مهم وابسته به تبلور رونیت در magma‌های تحت اشباع است. بررسی‌های مختلف کانی‌های همراه با رونیت، بیانگر وجود [تشکیل دوگانه سنگ-های] پاراژنر پایدار رونیت و کلینوپیروکسن غنی از Al است. این کلینوپیروکسن‌ها که خاص magma‌های فلدسپاتوئیدار بازی هستند، غنی شدگی قابل توجهی از Al_2O_3 و TiO_2 و تهی شدگی از سیلیس را نشان می‌دهند. مقادیر نسبتاً بالای Al در این کلینوپیروکسن‌ها نیز می‌تواند بیانگر فشارهای نسبتاً پایین magma‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها باشد. توجه به جذب بالای نور که از ویژگی‌های کانی رونیت است، این کانی در بیشتر مواقع خواص کانی‌های کدر را نشان می‌دهد، بنابراین به اشتباه می‌تواند به عنوان کانی کدر در نظر گرفته شود. ویژگی‌های کانی‌شناسی و شیمیایی وابسته به کانی رونیت و نیز کلینوپیروکسن همراه با این کانی، تاییدی بر تشکیل کانی رونیت از یک magma‌ی قلیابی تحت اشباع غنی از Al و Ti است. بنابراین لازمه‌ی تبلور کانی رونیت و پاراژنر کانی‌ای آن، magma‌ی خاستگاهی است که دارای مقادیر بالای Al و Ti باشد، البته این ویژگی به تنها‌ی برای تبلور رونیت و پاراژنر کانی‌ای آن کافی نیست، بلکه باید magma‌ی خاستگاه دارای ویژگی‌های قلیابی و تحت اشباع سیلیس باشد. بنابراین حضور این کانی در سنگ‌های گابرویی تشنبتی در جنوب کمرین نشان‌دهنده‌ی وجود فاز پلوتونیسم تحت اشباع در یال شمالی البرز مرکزی است.

مراجع

- [1] Dostal J., Owen J.V., "Cretaceous alkaline lamprophyres from northeastern Czech Republic: Geochemistry and petrogenesis", International Journal of Earth Sciences 87 (1998) 67-77.

- [24] Jannot S., Schiano P., Boivin P., "Melt inclusions in scoria and associated mantle xenoliths of Puy Beaunit volcano, Chaine des Puys, Massif Central, France", Contributions to Mineralogy and Petrology 149 (2005) 600–612.
- [25] Johnston A.D., Stout J.H., "Compositional variations of naturally occurring rhoenite", American Mineralogist 70 (1985) 1211–1216.
- [۲۶] وحدتی دانشمند ف., نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مرزن آباد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۸۳).
- [۲۷] سعیدی ع., نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بله، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۷۲).
- [28] Droop T. R., "A general equation for estimating Fe^{3+} concentration in feromagnesian silicates and oxides from microprobe analysis, using stoichiometric criteria", Mineralogical Magazine 51 (1987) 431–435.
- [29] Morimoto N., Fabries J., Fergusson A.K., Guizbourg I.D., Ross M., Seifert F.A., Zussman J., Aoki K., Gottardi G., "Nomenclature of pyroxenes" American Mineralogist 77(1988) 34–52.
- [30] Wlodyka R., "Clinopyroxene and amphibole zoning patterns in teschnite rocks from the outer western polish carpathians", Congress of Carpathian-Balkan geological association Bratislava (2002) September 1st-4th.
- [31] Nedli Z., Toth T.M., "Petrography and mineral chemistry of Rohonit in ocelli of alkali basalt from villany mts, sw Hungary", Journal of the Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, University of Szeged (Hungary) 44 (2003) 1123–1133.
- [32] Shehata A., Ntaflos Th., "Alkali basalts from Burgenland, Austria: Petrological constrains on the origin of the westernmost magmatism in the Carpathian-Pannonian Region", Lithos 121 (2011) 176–188.
- [35] Onuma k., "Effect of oxygen fugacity on Fassaitic pyroxene", Journal of Faculty of Science, Hokkaido University 20 (1983) 185–194.
- [33] Yagi k., Onuma K., "The join $CaMg_2O_6-CaTiAl_2O_6$ and its bearing on the titanaugites", Journal of Faculty of Science of Hakkaido University 13 (1967) 463–483.
- Francaise de Mineralogie et de Crystallographie 32 (1909) 325–331.
- [14] Babkine J.F., Conque're J.C., Duong P.K., "Sur un nouveau gisement de rhonite (Monistrol d'Allier, Haute Loire)", Comptes rendus de l'Academie des Sciences 258 (1964) 5479–5481.
- [15] Cameron K.L., Carman M.F., Butler J.C., "Rhomite from Big Bend National Park, Texas", American Mineralogist 55 (1970) 864–874.
- [16] Grunhagen H., Seck H.A., "Rhomit aus einem Metaphonolith vom Puy de Saint-Sandoux (Auvergne)", Swiss Bulletin of Mineralogy and Petrology 18 (1972) 17–38.
- [17] Kyle P.R., Price R., "Occurrences of rhonite in the McMurdo Volcanic group, Antarctica and Otago Volcano, New Zealand", American Mineralogist 60 (1975) 722–725.
- [18] Brooks C.K., Pedersen A.K., Rex D.C., "The petrology and age of alkaline mafic lavas from the nunatak zone of central East Greenland", Grønlands Geologiske Undersøgelse Bullten 133 (1979) 28.
- [19] Boivin P., "Donnees experimentales preliminaires sur la stabilité de la rhonite à l'atmosphère", Bulletin de Mineralogie 103 (1980) 491–502.
- [20] Havette A., Clocchiatti R., Nativel P., Montaggioni L., "Une paragne se inhabituelle à fassaïte, melilite et rhonite dans un basalte alcalin contaminé au contact d'un récif corallien (Saint-Leu, Ile de la Réunion)", Bulletin de Mineralogie 105 (1982) 364–375.
- [21] Olsson H.B., "Rhomite from Skane (Scania), southern Sweden", Geologiska Foreningens i Stockholm Forhandlingar 105 (1983) 299–286.
- [22] Bonaccorsi E., Merlini S., Pasero M., "Rhomite: structural and microstructural features, crystal chemistry and polysomatic relationships", European Journal of Mineralogy 2 (1990) 203–218.
- [23] Grapes R.H., Wysoczanski R.J., Hoskin P.W.O., "Rhomite paragenesis in pyroxenite xenoliths, Mount Sidley volcano, Marie Byrd Land, West Antarctica", Mineralogical Magazine 67 (2003) 629–651.

- SW Germany", European Journal of Mineralogy 22 (2010) 285-292.*
- [37] Gupta A.K., Onuma K., Yagi K., Lidiak E.G., "Effects of silica concentration on the diopside pyroxenes in the system diopside-CaTiAl₂O₆-SiO₂", Contributions to Mineralogy and Petrology 41 (1973) 330-440.
- [34] Seep. B., Kunzmann T., "The stability of clinopyroxene in the system CaO-MgO-SiO₂-TiO₂ (CMST)", American mineralogist 86 (2001) 265-270.
- [35] Onuma k., "Effect of oxygen fugacity on Fassaitic pyroxene", Journal of Faculty of Science of Hakkaido University 20 (1983) 185-194.
- [36] Grapes R., Keller J., " Fe^{+2} -dominant rhonite in undersaturated alkaline basaltic rocks, Kaiserstuhl volcanic complex, upper Rhine graben,